

UNE SYNTHÈSE SUR LA RESTAURATION FLUVIALE DANS LE BASSIN DE L'ÈBRE

Alfredo OLLERO ¹, Daniel BALLARÍN ^{1,2}, Pedro BONÉ ³, Sabina CASAMAYOR ¹, Paulina ESPINOSA ⁴, Jesús HORACIO ⁵, Askoa IBISATE ⁶, António Pereira Jr MAGALHÃES ⁷, Francesca SEGURA-BELTRAN ⁸

RÉSUMÉ – L'état écologique et la fonctionnalité des cours d'eau du bassin de l'Èbre ont subi une détérioration remarquable au cours des dernières décennies, à cause du changement global et des pressions anthropiques directes. Face à cette problématique les initiatives de restauration sont encore peu abondantes, locales et très dispersées dans le territoire. Dans le contexte espagnol, le bassin de l'Èbre n'est pas moteur dans le développement de la restauration fluviale. L'administration hydrologique a préféré fondamentalement la récupération de zones humides. Cependant, des bases consolidées existent pour pouvoir développer une restauration fluviale dans l'avenir : des paradigmes théoriques associés aux groupes de travail, la mise en pratique de quelques actions comme exemples de démonstration et la possibilité de travailler de façon intégrée avec la conservation (des réserves naturelles fluviales) et la gestion d'inondations (l'espace de mobilité ou territoire fluvial).

ABSTRACT – RIVER RESTORATION IN EBRO BASIN, A SYNTHESIS. The ecological condition and functionality of the Ebro basin's rivers have suffered a notable deterioration in the last decades, because of the global change and anthropic pressures. Opposite to this problem, the initiatives of restoration are still scanty, local and very dispersed in the territory. Ebro basin does not stand out at present for river restoration in the Spanish context. The hydrological administration has been employed fundamentally at wetlands recovery. Nevertheless, bases consolidated exist to be able to develop fluvial restoration in the future: theoretical paradigms associated with workgroups, the putting in practice of some local actions with the role of examples of demonstration, and the possibility of integrated working with conservation (natural fluvial reserves) and flood management (room for the river or fluvial territory).

RESUMEN – SÍNTESIS SOBRE LA RESTAURACIÓN FLUVIAL EN LA CUENCA DEL EBRO. El estado ecológico y la funcionalidad de los cursos fluviales de la cuenca del Ebro han sufrido un deterioro notable en las últimas décadas a causa del cambio global y presiones antrópicas directas. Frente a esta problemática las iniciativas de restauración son todavía escasas, locales y muy dispersas en el territorio. La restauración fluvial de la cuenca del Ebro no puede considerarse relevante en el contexto estatal, ya que la administración hidrológica ha optado fundamentalmente por la recuperación de humedales. No obstante, existen bases consolidadas para poder desarrollar restauración fluvial en el futuro: paradigmas teóricos asociados a grupos de trabajo, restauraciones de ámbito local que sirven de ejemplo de buenas prácticas y la posibilidad de trabajar de forma integrada con la conservación (Reservas Naturales Fluviales) y con la gestión de inundaciones (Territorio Fluvial).

IMPACT ENVIRONNEMENTAL – RESTAURATION FLUVIALE – ESPACE DE MOBILITÉ DES COURS D'EAU

ENVIRONMENTAL IMPACT – RIVER RESTORATION – ROOM FOR THE RIVER

IMPACTO AMBIENTAL – RESTAURACIÓN FLUVIAL – TERRITORIO FLUVIAL

¹ Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna 12, 50009 Zaragoza, aollero@unizar.es, danielbf@unizar.es, lasabineta@yahoo.es

² Medio Ambiente, Territorio y Geografía MASTERGEO S.L., danielbf@unizar.es

³ TYPSA Aragón, pbone@typsa.es

⁴ Department of Architecture, University of Leuven (Belgium), paulina.espinosa@gmail.com

⁵ Departamento de Geografía, Universidad de Santiago de Compostela, hhorahh@gmail.com

⁶ Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco UPV/EHU, askoa.ibisate@ehu.es

⁷ Departamento de Geografía, Universidad Federal de Minas Gerais (Brasil), antonio.magalhaes.ufmg@gmail.com

⁸ Departamento de Geografía, Universidad de Valencia, francisca.segura@uv.es

L'objectif principal de la restauration des fleuves, rivières, barrancos et ramblas est de conserver et d'améliorer leur fonctionnement naturel pour atteindre et maintenir le bon état écologique et environnemental (Ollero, 2015 ; Horacio, 2015) et une bonne continuité écologique. Cependant le concept de restauration est controversé et l'on préfère de plus en plus celui de réhabilitation (Morandi, 2014). La restauration consiste à rétablir les processus hydrogéomorphologiques et écologiques du système fluvial, à lui rendre sa structure, sa fonction, son espace, sa dynamique et sa résilience, pour atteindre un fonctionnement naturel, durable et autonome (Ollero, 2011). Il peut s'agir d'une restauration passive, dans ce cas on laissera le fleuve travailler à sa propre récupération après avoir éliminé les impacts, ou active, on aidera alors le fleuve dans son travail, en essayant d'accélérer les processus naturels. La réhabilitation constitue un niveau de récupération bas, un processus plus simple, partiel et qui ouvre davantage de possibilités que la seule restauration. La réhabilitation est aussi intéressante, dans la mesure où elle offre des améliorations aux systèmes fluviaux, et elle peut donc aussi bien apporter des solutions à des problèmes concrets que constituer une étape préalable à des plans de restauration futurs plus ambitieux (*Centro Ibérico de Restauración Fluvial*, 2010). Ce débat conceptuel est intense et permanent. Une fois expliquée la différence entre restauration et réhabilitation, dans cet article nous emploierons les deux termes, et l'on donnera la priorité au premier comme expression d'une approche générale. Mais nous devons aussi mettre en garde contre les fausses restaurations trop fréquentes, qui constituent un maquillage de processus urbanistiques et spéculatifs (Ollero, 2015).

Quoi qu'il en soit, dans la situation actuelle, une gestion environnementale des systèmes fluviaux devient urgente et nécessaire. Elle devrait inclure la conservation des tronçons en bon état, la restauration locale de tous les cas récupérables, et se fixer des objectifs moins ambitieux et plus réalistes tels que la réhabilitation ou l'amélioration des secteurs les plus affectés. Cette gestion doit être planifiée de façon coordonnée avec celle de la gestion du risque dans les plaines d'inondation. La géomorphologie fluviale apporte des méthodes de travail et de suivi pour ces objectifs. Parallèlement, les processus géomorphologiques et les formes fluviales constituent des valeurs intrinsèques et deviennent la clef de la restauration, puisque récupérer des cours fluviaux géomorphologiquement actifs et libres, suppose la récupération de tout l'écosystème fluvial dans toute sa complexité (Ollero

et al., 2011). La restauration fluviale, tout comme la « bonne gestion » des espaces inondables, exigent une naturalité hydrologique et géomorphologique mais aussi un espace pour le fleuve (Ollero, 2014 ; Horacio, 2015).

La restauration fluviale en Espagne a débuté il y a vingt ans et suit un rythme d'interventions similaire à celui d'autres pays voisins (Morandi, 2014). De nombreux scientifiques et techniciens de différentes disciplines se sont mobilisés pour mener à bien cette tâche. Mais ils se sont impliqués plus dans des questions théoriques et dans l'élaboration de stratégies, que dans des projets réels, qui sont encore très peu nombreux, si l'on tient compte de la longueur extraordinaire du réseau fluvial, des pressions et des impacts qui la détériorent.

Dans ce travail, nous présenterons les premières lignes d'action et les premiers exemples d'intervention en restauration et réhabilitation fluviale dans le bassin versant de l'Èbre. En général, ces actions sont ponctuelles sur le territoire et elles ne sont pas nées dans le cadre d'une recherche de solutions à une problématique complexe et généralisée, dérivée des effets du changement global, des barrages et des nombreuses pressions locales, ainsi que des impacts directs dans les cours d'eau. La plupart proviennent au contraire, d'initiatives locales ou d'un intérêt institutionnel pour ne pas rester à la traîne dans cette tendance générale de récupération environnementale des fleuves européens. C'est pourquoi ces actions sont rares et récentes et dérivées de l'implantation de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE de 2000.

Dans le mémoire du plan hydrologique en vigueur (2015-2021) du bassin hydrographique de l'Èbre, on ne propose aucune mesure de restauration fluviale. Seule une référence à la création et à la restauration des zones humides apparaît (*Confederación Hidrológica del Ebro*, 2015).

I – Données et méthodes

Il est difficile d'inventorier et de cataloguer toutes les actions d'amélioration fluviale enregistrées dans le bassin versant, notamment parce qu'il n'existe aucune banque de données spécifique. Ce que nous exposerons dans ce travail a été compilé par les auteurs à partir de leur expérience et à partir de la banque de données, encore incomplète, sur laquelle travaille le *Centro Ibérico de Restauración Fluvial* (CIREF). Cette banque de données, composée par des fiches informatives des

différentes interventions (Pómez *et al.*, 2015), est associée à deux projets européens, dont elle est en même temps source d'informations, auxquels certains auteurs de cet article ont participé. Il s'agit des projets REFORM, piloté en Hollande, et RESTORE, coordonnée par l'agence environnementale du Royaume-Uni, qui compilent des expériences grâce à la ressource interactive River Wiki (respectivement <http://wiki.reformrivers.eu> et <https://restorerivers.eu/wiki>). Elle constitue un excellent outil pour connaître des exemples et pour transférer de bonnes pratiques. Nous avons aussi compilé des informations issues de certains travaux de synthèse antérieurs, comme ceux de Casamayor (2015) et de Ollero (2015).

L'aire géographique d'études que comprend ce travail est le bassin versant de l'Èbre dans sa totalité, avec une superficie d'environ 85 000 km², au nord-est de la péninsule Ibérique (fig. 1). Le bassin contient un réseau fluvial d'un total de 12 641 km de longueur, divisé en 702 masses d'eau.

II – Le contexte national de la restauration fluviale

Résultat d'un long processus de domestication ou d'artificialisation (barrages, canalisations) et d'une multitude de pressions et d'impacts (déversements, extractions, dérivations, consommation), les problèmes fonctionnels et environnementaux des systèmes fluviaux espagnols sont graves et abondants. Depuis les années 1980, la sensibilité face à ces problèmes s'est développée, mais ce n'est que récemment que l'administration a commencé à chercher des solutions (Magalhães Jr. et Ollero, 2017). Par conséquent, si on la compare aux États-Unis, à l'Australie et à la majeure partie des états européens, la restauration fluviale en Espagne en est encore à ses débuts et était pratiquement inexistante au début du XXI^e siècle. Les premières réunions techniques et les premiers projets datent de la période comprise entre 1998 et 2002 et répondent à des initiatives universitaires ponctuelles qui tentaient de rendre compte des avancées des pays du nord et du

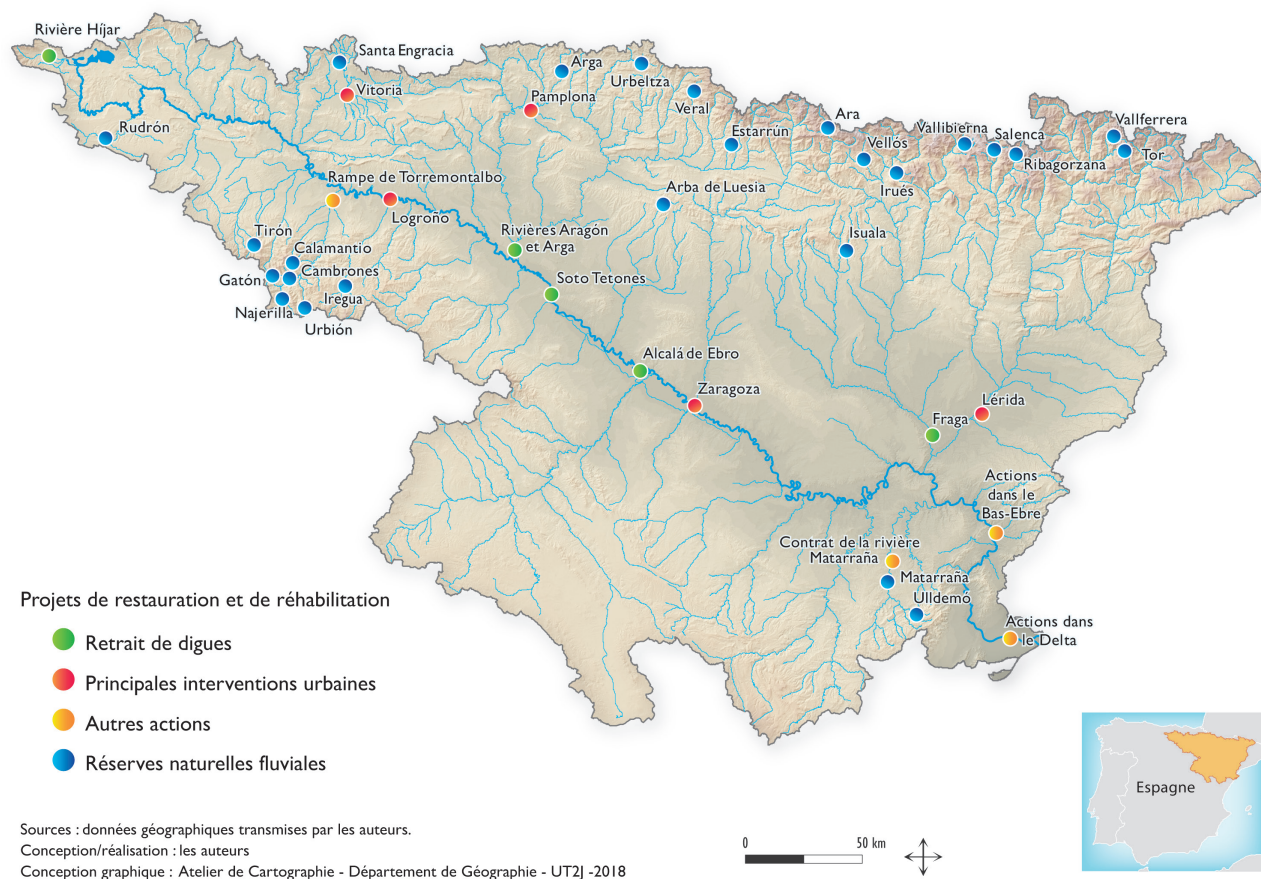


Fig. 1 – Localisation dans l'aire d'études des projets de restauration et de réhabilitation cités dans ce travail

Source : système d'information territoriale de l'Èbre (www.sitebro.es)

centre de l'Europe dans ce domaine (Ollero *et al.*, 2015). Le premier projet important de restauration fluviale a été la récupération géomorphologique et édaphique du Guadiamar (Andalousie occidentale) après le désastre écologique du déversement de boues toxiques de la mine de Aznalcóllar en 1998 (Montes, Carrascal [dir.], 2005).

À gros traits, alors que le contrôle et la dépuración des déversements a réduit le problème de la pollution physico-chimique, et que certaines zones humides, bois et écosystèmes rivulaires ont bénéficié d'une protection ou d'une récupération, les processus hydrogéomorphologiques fluviaux ont continué à subir des impacts intenses et constituent la tâche pendante de la récupération. C'est la raison pour laquelle les scientifiques et les techniciens impliqués dans la restauration fluviale en Espagne ont mis l'accent, ces 15 dernières années, sur les aspects hydromorphologiques. Cependant, une inertie en matière d'ingénierie très installée, une culture environnementale obsolète de la société et le poids des pouvoirs économiques ont rendu et rendent très difficile le travail en matière de restauration hydromorphologique (Ollero, 2011).

L'essor le plus formidable qu'a connu la restauration fluviale en Espagne, a eu lieu il y a plus ou moins dix ans, avec la *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos* (ENRR) et avec la fondation en 2009 du *Centro Ibérico de Restauración Fluvial* (CIREF). L'ENRR fut une initiative du ministère de l'Environnement d'alors et elle a débuté en 2006, avec des ateliers sur les principes généraux, un guide méthodologique sur la restauration fluviale (González del Tánago, García de Jalón, 2007) et un programme de volontariat et de promotion de la thématique. L'ENRR a contribué à sensibiliser sur la nécessité de récupérer les fleuves, mais a perdu son élan originel, au fur et à mesure que certains de ses projets ont été mis en pratique. Plusieurs de ceux-ci ne répondent pas aux principes théoriques développés, mais se limitent à des interventions conventionnelles de réhabilitation. Cependant, l'ENRR fonctionne encore et pourrait être revitalisée dans le futur.

Lors du congrès européen de restauration fluviale, qui a eu lieu à Venise en 2008, l'*European Centre for River Restoration* (ECRR) a promu la création de nouveaux centres nationaux (jusqu'alors seuls ceux du Danemark, de la Hollande, du Royaume-Uni et de l'Italie existaient), et c'est à ce moment que l'on a fondé en 2009 le *Centro Ibérico de Restauración Fluvial*. Le milieu d'études du CIREF, dont sont membres les auteurs de

cet article, s'étend à l'Espagne et au Portugal et fait partie du ECRR et de l'association *Wetlands International European Association* (WIEA). Le CIREF compte environ 150 membres, fondamentalement des scientifiques d'universités et des techniciens d'administrations, ainsi que des entrepreneurs et des professionnels de la restauration fluviale. Il constitue un cadre de travail privilégié pour le débat, la promotion et le suivi de la restauration. Il a organisé deux congrès ibériques à León (2011) et Pampelune (2015), ainsi que de nombreuses journées et conférences. Nous signalerons actuellement les actions de promotion et de formation, à travers la préparation de matériels didactiques et de cours *on-line* (*Centro Ibérico de Restauración Fluvial*, 2010 ; Brufao *et al.*, 2015). Le CIREF possède son siège à Saragosse et 30 % de ses membres travaillent dans le bassin versant de l'Èbre.

Malgré ces deux initiatives générales, il existe de grandes différences entre les bassins hydrographiques, certaines telles que le bassin du Duero et la Catalogne, avec de nombreuses et multiples interventions, d'autres avec une participation insignifiante ou nulle dans le nouveau paradigme (Pómez *et al.*, 2015 ; Casamayor, 2015). Segura-Beltran et Sanchis-Ibor (2015) ont analysé les interventions de l'ENRR entre les années 2006 et 2012 et ils ont déterminé que la restauration biologique est celle qui est la plus couramment mise en œuvre (48 % des cas), la suivante est la restauration géomorphologique (30 %). Pour cette dernière, 56 % des cas se réfèrent directement à une récupération du cours et 37,6 % à l'élimination de barrières transversales (fig. 2).

Qualitativement, on peut signaler que les principales actions développées par l'administration sont les effacements de barrages et de seuils, on en compte déjà plus de 200, principalement dans le Nord et l'Ouest de la péninsule. On a rendu au fleuve une partie de son espace, à travers l'élimination ou le retrait en arrière de défenses dans différents projets, principalement dans le bassin du Duero. D'anciens cours ont aussi été récupérés, grâce à l'élimination de canalisations et à la reconnexion de méandres (Ollero, 2015). On a aussi pu récupérer des bois rivulaires et, dans des cas très ponctuels, améliorer les régimes hydrologiques à travers certains aspects tels que les débits minima ou les crues à des fins écologiques (Magdaleno, 2012). À tout cela il faut ajouter de nombreuses actions d'amélioration sur des points concrets du réseau fluvial, y compris des zones urbaines, avec le rôle déterminant du volontariat local (Magdaleno, 2015). Actuellement, la restauration fluviale s'intègre dans les programmes de la nouvelle

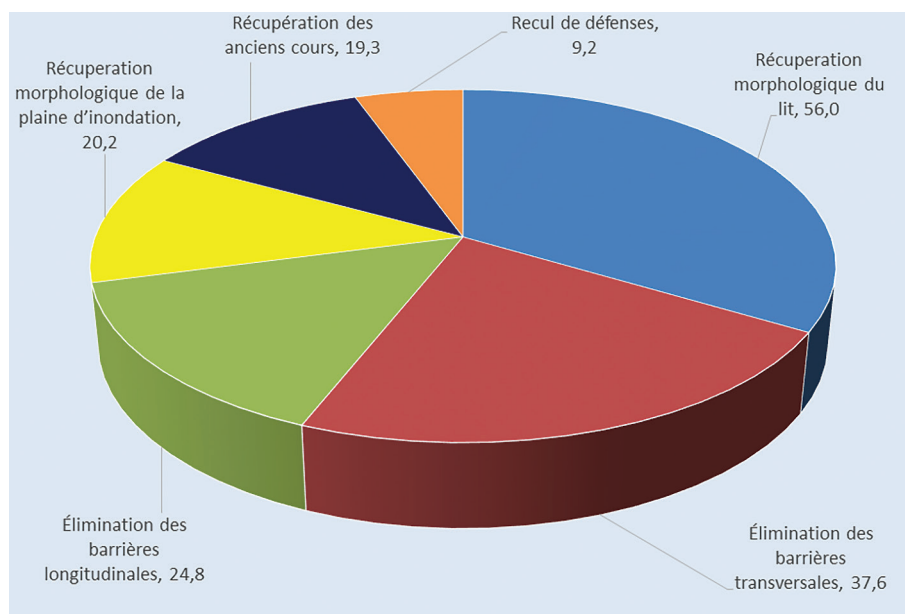


Fig. 2 – Typologie d'interventions de restauration géomorphologique fluviale incluses dans la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos entre 2006 et 2012

Source : Segura-Beltran, Sanchis-Ibor, 2015.

III – Restauration et/ou réhabilitation fluviale dans le bassin de l'Èbre

En premier lieu, nous devons constater que dans le bassin versant de l'Èbre, et plus concrètement dans le cadre de l'université de Saragosse, deux paradigmes théoriques ont vu le jour et se sont consolidés. Ces deux paradigmes ont été fondamentaux pour la restauration fluviale en Espagne : la philosophie et le groupe de travail de la *Nueva Cultura del Agua* (Nouvelle Culture de l'eau) (Martínez Gil, 1997) et le concept de *Territorio Fluvial* (territoire fluvial) [Ollero, 2007]. Cependant, dans certaines interventions particulières, la

stratégie nationale d'infrastructure verte, connectivité et restauration écologique, mise en marche en 2015 par le gouvernement espagnol.

Les deux projets espagnols les plus notables sont la restauration de l'Órbigo, rivière de la province de León, promue par la Confédération hydrographique du Duero, qui a été finaliste des prix européens RiverPrize de 2012, et le Life+Segura Riverlink (Murcia), promu par la Confédération hydrographique du Segura, qui obtint le prix en 2015. Dans le premier cas, dont la première phase est exécutée, on est intervenu sur 24 km de rivière avec un réaménagement ou un effacement des obstacles dans le cours d'eau, un effacement de 8,7 km de digues et un recul de 5,2 km hors de l'espace fluvial. Cette action de restauration a permis la récupération de près de 500 ha de plaine d'inondation. Le second projet est une intervention sur 54 km du Segura (municipalités de Moratalla, Calasparra, Cieza et Abarán) qui comprend un effacement d'un barrage, la construction de 8 passes à poissons dans autant de barrages, l'amélioration des rives, un programme de suivi et la création d'un réseau d'intendance du territoire et de volontariat dans les municipalités.

restauration fluviale dans le bassin de l'Èbre peut être qualifiée de déficiente et à peine amorcée, avec moins de 10 % des projets inclus dans la banque de données du CIREF pour l'Espagne et le Portugal (Pómez *et al.*, 2015). Cette déficience est attribuable aussi bien au nombre réduit d'initiatives locales, qu'à une faible sensibilité envers la restauration fluviale de la Confédération hydrographique de l'Èbre. Cette dernière a opté pour travailler dans de nombreux projets de restauration de zones humides endorréiques, et ce avec succès, mais pas de restauration sur les cours d'eau (Casamayor, 2015). Ceci est dû à la grande complexité des cours d'eau par rapport aux zones humides, à des raisons budgétaires, au manque de techniciens experts et à une demande sociale peu élevée et donc à un intérêt politique du même ordre, étant donné que l'Union européenne a été très peu exigeante et n'a réclamé ni supervisé aucune intervention. Comme exemple contraire, on peut signaler les nombreuses et heureuses initiatives de restauration fluviale dans le bassin versant du Duero, qui répondent à l'effort personnel d'un groupe réduit de techniciens du bassin hydrographique du Duero et à des campagnes de sensibilisation comme la *Escuela de Alcaldes* (École de maires) [García Asenjo *et al.*, 2015]. Malheureusement dans le bassin de l'Èbre nous n'avons pas retrouvé ce contexte exceptionnel. Le fait qu'aucun barrage ou

barrière transversale au cours d'eau n'ait été éliminé sur le bassin versant de l'Èbre est aussi très étonnant.

D'autre part, le bassin versant de l'Èbre appartient à la démarcation hydrographique homonyme, mais son territoire fait partie de 9 communautés autonomes, ce qui complique la gestion des interventions, particulièrement dans la zone du delta.

Un autre aspect à tenir en compte est l'utilisation ambiguë du concept de restauration. Nombre d'interventions réalisées par la Confédération hydrographique de l'Èbre dans des rivières telles que le Piedra, le Leza, le Jubera ou l'Ésera, par exemple, portent ce terme, comme stratégie de marketing, mais en fait il ne s'agit pas de restaurations fluviales, elles restent même très éloignées des objectifs de la renaturation et de la récupération du fonctionnement intégral du fleuve propre à une authentique restauration. En fait, ils constituent des interventions de réaménagement postérieures à des crues avec enlèvement de sédiments, élimination de végétation naturelle et stabilisation des berges avec des techniques de bio ingénierie et de plantations. Le CIREF a fortement critiqué l'emploi du terme de restauration pour ces actions, qui n'ont pas été recueillies dans les banques de données établies à cet effet (Pómez *et al.*, 2015). Dans d'autres cas mieux orientés d'un point de vue de l'environnement, on aurait pu employer le terme de réhabilitation.

Le modèle du territoire fluvial et sa faible application

En Espagne le concept d'« espace de mobilité fluviale » est apparu dans la thèse doctorale d'Ollero (1992) sur l'Èbre et postérieurement dans les investigations d'Ureña et Ollero (2000), qui proposèrent l'adoption de cette figure dans les politiques d'aménagement du territoire et de gestion des espaces fluviaux. Ce concept s'est établi parallèlement en France comme « espace de liberté des cours d'eau » dans les années 1990. Il est défini comme l'espace où migrent les fleuves latéralement accompagnés de sédiments, ce qui garantit le fonctionnement optimal des écosystèmes aquatiques et terrestres (Piégay *et al.*, 1996). Dans l'ENRR, il a été décidé de consolider cette idée sous le titre de « territoire de mobilité fluviale » ou directement « territoire fluvial » et comme un espace suffisamment large et doté de limites variables dans le temps où le fleuve peut développer ses fonctions, éroder, sédimenter et déborder (Ollero, Romeo [dir.], 2007). Le territoire fluvial doit avoir des dimensions suffisantes, pour garantir que la mobilité des fleuves permette les processus de restauration fluviale, et pour qu'elle contribue à l'aménagement territorial. Par ailleurs, le territoire

fluvial doit conserver ou récupérer la dynamique hydrogéomorphologique des fleuves, tout en permettant sa migration latérale et l'établissement des processus naturels, ainsi que les interactions hydrogéomorphologiques et écologiques entre les lits, les zones ripariennes, les autres systèmes fluviaux et la nappe phréatique. Elle doit aussi permettre la configuration d'une bande riveraine continue, qui garantisse les fonctions écologiques, bioclimatiques et paysagères des systèmes fluviaux (Ollero *et al.*, 2009).

C'est à partir de 2007 que le modèle du territoire fluvial a été divulgué, fondamentalement depuis la création du CIREF. Dans ce contexte, des propositions ont été réalisées dans différentes études et dans des plans d'aménagement et de gestion de risques. Cependant, les administrations compétentes n'ont en aucun cas adopté ce modèle, elles ont préféré exporter ses principes généraux à d'autres modèles préexistants comme celui du domaine public hydraulique, dont la définition a été améliorée dans les différentes mesures législatives de la dernière décennie. Ainsi, on a cherché à gagner un espace pour le fleuve, avec pour unique objet de laminar les crues, à condition qu'il n'y ait pas de risque d'érosion et qu'aucune propriété privée ne soit impliquée (Ollero, Ibisate, 2012)

Concrètement, on a effectué dans le bassin certains effacements d'ouvrages et des reculs de barrières longitudinales (levées ou digues de protection), ce qui a permis d'obtenir de façon ponctuelle du « territoire fluvial », c'est-à-dire plus d'espace pour le fleuve à des endroits concrets. L'unique action qui s'intègre dans la stratégie nationale de restauration des fleuves (ENRR) a été l'élimination d'une digue longitudinale obsolète dans le Cinca à Fraga (Ollero, Romeo [dir.], 2007). Dans le cas de Soto de los Tetones, un tronçon de l'Èbre en amont de la ville de Tudela (Navarre), la digue n'a pas été démolie, mais on l'a ouverte à plusieurs points et dans certains secteurs elle a été arasée pour permettre l'inondation, et un écosystème naturel a pu se développer. En outre, elle sert d'enceinte de laminage avec un effet positif sur l'inondabilité de Tudela. Après la crue de mars 2015, dans le cours moyen de l'Èbre on a jugé nécessaire d'éliminer certaines défenses latérales pour donner plus d'espace à l'inondation. La première intervention en ce sens a eu lieu dans la localité d'Alcalá de Ebro, 50 km en amont de Saragosse, on l'on a démolie une digue de 620 m de long (fig. 3). Et actuellement la Confédération hydrographique de l'Èbre a commencé un travail de



Fig. 3 – Zone où l'on a supprimé une digue à Alcalá de Ebro en 2015. Sur le croquis sur photo aérienne de la Confédération hydrographique de l'Èbre, la ligne de défense éliminée est marquée en pointillés

Source : Pilar Cabrero

retrait de défenses et territoire fluvial sur la rivière Híjar en amont de Reinosa (Cantabrie).

Dans cette même lignée, les actions de restauration fluviale les plus intéressantes et ambitieuses du bassin se trouvent en Navarre, dans les cours inférieurs de l'Arga et de l'Aragon. L'origine de ce processus de restauration réside dans les idées recueillies dans le *Plan de Gestión del Lugar de Interés Comunitario « Tramos bajos del Aragón y del Arga »* (plan de gestion du lieu d'intérêt communautaire « Tronçons inférieurs de l'Aragon et de l'Arga ») en 2001 (Díaz *et al.*, 2002). C'était la première fois que dans un document technique on proposait comme objectif la restauration du fleuve à travers l'espace de mobilité ou le territoire fluvial (Ollero, Elso, 2007 ; Ollero *et al.*, 2009). Ce plan de gestion mena à deux projets LIFE sur l'habitat du vison européen (la

zone abrite la majeure population européenne de ce mustélidé) et le résultat final a été plusieurs interventions qui comprenaient le retrait de digues dans les deux cours d'eau – Vallacuera dans l'Arga et Caparrosa dans le fleuve Aragon (fig. 4) – la récupération d'habitats et l'apport de plus de 100 000 m³ de sédiments au lit. L'intervention principale, le projet de Sotocontindas (municipalité de Marcilla) a été finaliste du prix international de restauration fluviale *River Prize* (fig. 5).



Fig. 4 – Élimination d'une digue en 2009 sur le fleuve Aragon à Caparrosa et son effet positif durant la crue de janvier 2010

Source : Elena Díaz



Fig. 5 – Tronçon restauré avec un apport de sédiments dans le fleuve Aragon (Sotocontindas, Marcilla)

Source : gouvernement de Navarre ; <http://www.navarra.es>

Actions sur des tronçons urbains

Dans des milieux urbains, on a effectué de nombreuses interventions de réhabilitation avec des actions ponctuelles de nettoyage de résidus, d'aménagement de berges dégradées et l'application de techniques de bio ingénierie. Les cas sont extrêmement abondants, dans de nombreuses localités et sous le titre habituel de « parcs fluviaux ». L'amélioration esthétique et environnementale est évidente, mais ces interventions s'éloignent beaucoup de ce qu'est la restauration dans la mesure où elles impliquent l'urbanisation des rives et la stabilisation des berges, de sorte que les techniques de bio ingénierie sont, en définitive, des défenses qui évitent l'érosion et les processus géomorphologiques naturels (Espinosa, 2012). Elles devraient s'inscrire comme simples améliorations paysagères, mais socialement on leur a accordé une valeur de restauration fluviale malgré leurs déficits, et parfois même, leurs contrindications (Ollero, 2015 ; Espinosa *et al.*, 2016). On peut mettre en exergue, pour leurs dimensions et le coût économique, les projets réalisés dans les grandes villes du bassin versant : Saragosse, Pampelune, Logroño, Lleida et Vitoria-Gasteiz. C'est dans la décennie des années 1980 que s'engagèrent les discussions sur ces projets, alors que la sensibilisation sur les besoins de restauration fluviale était moindre et que prévalait l'intérêt pour l'assainissement, l'usage récréatif et la protection de la population face aux crues et aux inondations.

Dans le cas de l'Arga, à Pampelune, l'accent des interventions (de 1998 à 2001 et de 2003 à 2009) est mis sur la dimension urbaine du problème, raison pour laquelle on attribue une importance majeure à l'assainissement et l'amélioration des activités de promenade pour l'utilisateur. Quoique potentialiser les valeurs naturelles du fleuve

figure entre ses objectifs, en même temps il met en place des actions contraires, telles que la mise en valeur et la conservation d'éléments qui causent un impact sur cette naturalité, par exemple les barrages.

Dans le cas de l'Èbre, à son passage par Logroño, dans le *Documento de Avance de Ordenación General del Proyecto* (document préliminaire d'aménagement général du projet) pour le secteur des *huertas* (vergers) de Madre de Dios (Albisu, Pellicer, 2001) on établit le besoin de restauration géomorphologique. Cependant, dans les interventions réalisées aux alentours de 2004, on distingue deux actions clairement contraires à cet objectif : l'imperméabilisation du chemin de promenade du bord du fleuve, à l'opposé de l'idée de rendre du territoire fluvial, et une proposition de couverture végétale loin d'apporter les efforts nécessaires à la restauration d'une végétation propre à l'emplacement (fig. 6). Le secteur le plus naturel est celui qui correspond à l'ancienne île de El Sotillo, près du quartier ancien de la ville, où l'on conserve encore le bois mort déposé par les crues (fig. 7). Le corridor fluvial de l'Èbre se connecte en aval avec le parc linéaire de 2 km du tronçon inférieur de



Fig. 6 – Parque de la Ribera (parc de la Rive) dans le secteur des huertas de Madre de Dios, Logroño

Source : <http://www.riojanadeasfaltos.com>



Fig. 7 – Accumulations de bois mort dans le bosquet rivulaire de El Sotillo (Èbre, Logroño). Pour une bonne part, ils ont été déposés durant la crue de 2003. Actuellement il existe un débat municipal sur leur conservation ou leur retrait

Source : Paulina Espinosa

l'affluent Iregua. Il fut lui aussi terminé en 2004 et intègre des interventions avec certains secteurs rivulaires plus naturels.

Le cas du Segre à son passage par Lleida est plus négatif. En effet, les interventions de 1996 ont transformé un tronçon du fleuve avec certaines dynamiques morphologiques actives, bien qu'avec des eaux très polluées, en un tronçon avec une qualité physico-chimique bien meilleure et esthétiquement aménagé, mais dont la mobilité est nulle et sans espace pour des processus hydrogéomorphologiques, à cause de la canalisation totale du tronçon urbain du fleuve.

Dans le cas du *Parque del Agua* (parc de l'Eau) et le traitement des rives de l'Èbre à son passage par Saragosse en 2008, c'est le projet qui concentre le plus d'interventions en faveur des dynamiques naturelles du fleuve (Prominski *et al.*, 2013), comme l'inondabilité complète du parc pour des événements naturels avec une période de retour de plus de 50 ans, mais elles ne réunissent pas non plus certaines conditions basiques quant à la restauration fluviale. Par exemple, on a créé un barrage, artificialisé la végétation des rives en réponse à une action de conception artistique et on a créé un système purificateur des eaux qui emploie des imperméabilisations, des levées et des digues pour favoriser la fonction naturelle du filtrage de l'eau, ce qui évidemment constitue une conception pour le moins douteuse.

Le parc fluvial de Zadorra, fleuve de Vitoria-Gasteiz, est plus périurbain que les antérieurs, étant donné qu'il ne traverse pas la ville mais s'intègre dans l'Anneau vert de

la capitale basque, il s'agit d'un parc linéaire de 13 km dont les travaux sont en cours d'exécution. Du point de vue de la restauration fluviale, sa contribution est peu significative.

Tous les exemples mettent en évidence les différences conceptuelles qui existent entre la vision académique ou scientifique dans sa quête de restauration et de récupération environnementale des fleuves *versus* la vision de l'opinion publique, car ces projets sont soutenus par la plupart des habitants de ces villes.

Actions sur le cours inférieur de l'Èbre et le delta

Récemment, certains travaux de décontamination chimique ont été effectués dans le barrage de Flix, quoiqu'ils soient restés inachevés suite à l'interruption des travaux pour corruption de l'entreprise en charge de l'exécution. Dans l'Èbre inférieur, on a aussi tenté de pallier les effets négatifs des barrages et le problème des invasions de macrophytes dans le lit à travers le déversement de crues à partir des barrages (Batalla *et al.*, 2008), élément que l'on pourrait considérer comme restauration hydrologique. De même, pour pallier le déficit sédimentaire du delta on a proposé plusieurs interventions de restauration (Rovira, Ibañez, 2007), définies dans le plan intégral de protection du delta de l'Èbre (PIPDE, 2006). Parmi celles réalisées, nous signalerons la fixation de la barre du Trabucador, grâce à la construction d'une dune et d'une route (Molinet, 2006), on propose en outre différents types de barrières pour freiner l'action de la houle. On a aussi avancé la possibilité d'une amplification des zones humides pour combattre la subsidence à travers l'accumulation de matière organique.

De plus, il existe des études qui proposent de récupérer des sédiments en les transférant des barrages de Mequinzena et de Riba-roja. Il s'agirait d'employer la méthode du *flushing*, c'est-à-dire de purger les barrages en ouvrant les vannes de fond, l'eau libérée entraînerait les sédiments (Martín Vide *et al.*, 2004 ; Gómez *et al.*, 2014). Actuellement, divers organismes de Catalogne participent au projet LIFE EBRO-ADMICLIM (2014-2017), qui propose des actions pilotes de mitigation et d'adaptation au changement climatique dans le Delta de l'Èbre, pour combattre les effets de la montée du niveau de la mer, la subsidence et le manque de sédiments ainsi que l'amélioration de la qualité de l'eau et la réduction de gaz à effet de serre. Dans le cadre de ce projet, on a transféré des sédiments dans le fleuve en deux phases : a) en 2015, on a transféré des boues de la station d'épuration de Tarragone à travers les canaux d'irrigation du

delta, dans le but de les utiliser comme source d'alimentation et pour connaître les processus de sédimentation des rizières et b) en mai 2016, on a transféré 80 tm au lit dans le but de calibrer un modèle de transport de sédiments et d'évaluer la viabilité de différentes alternatives pour apporter des sédiments du barrage de la Riba-roja (<http://www.lifebroadmiclim.eu/>).

Ces propositions accompagnent tout un travail pour améliorer l'eutrophisation des eaux des zones humides et les pratiques agricoles. Malgré toutes les tentatives d'amélioration du delta, d'un point de vue environnemental, l'incertitude plane sur son futur, car les demandes d'utilisation croissent constamment et le déficit hydro-sédimentaire du fleuve et de son delta est très élevé.

Cas isolés et nouvelles approches

Dans le bassin versant de l'Èbre, on a assisté à une initiative pionnière et jusqu'à maintenant unique en Espagne, le *Contrato del río Matarraña* (contrat de la rivière Matarraña), développé depuis 2009 selon le modèle des contrats de fleuves français, avec la participation et l'accord de tous les agents du territoire (Campos *et al.*, 2010 ; Monge et Presa, 2011). Ses actions ont été intéressantes pour la gestion hydrique, mais pauvres en restauration fluviale. Suivant cette ligne, certaines initiatives d'intendance du territoire dans différentes zones montagneuses du bassin versant sont encore à un stade embryonnaire.

Bien que l'on n'ait éliminé aucun barrage dans le bassin versant, on a réhabilité de nombreuses passes à poissons, et ainsi amélioré considérablement la technique ces dernières années. Un des projets les plus intéressants est la création d'une rampe pour poissons (fig. 8) sur la rivière Najerilla (Torremontalbo, La Rioja).

Une action d'intérêt, mise en marche en 2007 par la Confédération hydrographique de l'Èbre, est la reconnexion des méandres du cours inférieur de l'Arga. Elle est associée au retrait de digues déjà mentionné pour ce tronçon fluvial (fig. 1), qui avait été canalisé dans les années 1980. Cette canalisation avait provoqué une coupure d'un ensemble de méandres, qui seront reconnectés en hautes eaux avec le cours principal. Les interventions s'intègrent dans l'ENRR et auront une répercussion très positive dans la gestion d'inondations au point critique de la confluence des cours de l'Arga et de l'Aragon.

Une autre ligne conservacionniste pour les cours d'eau est liée à leur catalogage comme réserves naturelles



Fig. 8 – Rampe pour poissons dans le Najerilla (Torremontalbo, La Rioja)

Source : Pedro Boné

fluviales, qui est une déclaration à niveau national (Urquiaga *et al.*, 2016). En novembre 2015, l'on a déclaré 82 réserves dans les bassins péninsulaires, dont 13 dans le bassin versant de l'Èbre. Toutes se situaient dans des zones de montagne : cours supérieur du Tirón (10,2 km), cours supérieur de la Najerilla (9,4 km), rivière Urbion (28,7 km), rivière Rudrón (12,9 km), cours supérieur de l'Arba de Luesia (17,9 km), cours supérieur de l'Estarrún (4,7 km), cours supérieur de l'Arga (5 km), cours supérieur du Santa Engracia (5,8 km), cours supérieur du Matarraña (9,6 km), rivière Urbeltza (17,3 km), cours supérieur de la Noguera Ribagorzana (12,3 km), rivière Isuela (40,9 km) et rivière Veral (entre Ansó et le Majones, 26,8 km). Au total on compte 201,3 km. En février 2017, on a approuvé la déclaration de 53 nouvelles réserves, de sorte qu'en Espagne on en compte 135 avec une longueur fluviale totale de 2 684 km. Entre les 53 nouvelles réserves, 12 ont été déclarées dans le bassin versant de l'Èbre : les rivières Gatón (10,4 km), Cambrones (5,7 km), Calamantio (11,4 km), le cours supérieur de l'Iregua (27,7 km), l'Ulldemó (15 km), Vallferrera (19,4 km), l'Irués (21,9 km), le cours supérieur du Vellós (11,4 km), le cours supérieur de l'Ara, y compris l'Arzas (33,25 km), Salenca (6,1 km), Vallibierna (9,2 km) et Tor (12,6 km). Une stratégie de gestion, encore indéfinie, est nécessaire pour toutes ces réserves.

On espère que dans les prochaines années de nouveaux projets puissent s'engager, car il existe des initiatives dans différents affluents de l'Èbre, principalement avec l'idée de donner plus d'espace et de récupérer la fonctionnalité des zones inondables. Cependant, il n'existe

aucun projet de récupération des lits tressés de piémont, malgré leur détérioration et leur haute valeur, non seulement géomorphologique mais aussi en géodiversité, puisqu'ils sont considérés comme les types fluviaux de majeure diversité biologique (Beechie *et al.*, 2006 ; Piégay *et al.*, 2006) et les écosystèmes qui courent un danger d'extinction majeur actuellement (Sadler *et al.*, 2004).

IV – Bilan et perspective

La restauration fluviale constitue un processus récent et complexe, un long chemin que parcourent plus rapidement les idées théoriques, les approches scientifiques et techniques que les mentalités des sociétés riveraines. C'est donc un grand défi pour le futur, qui ouvre un long chemin à la récupération de la naturalité des cours d'eau et à la mitigation des effets des transformations opérées du point de vue du changement global et de l'impact environnemental. Les difficultés et les contraintes pour restaurer sont encore lourdes. L'utilisation massive de l'eau et des cours d'eau, les importants intérêts économiques qu'ils représentent, ainsi qu'une éducation environnementale déficiente constituent autant d'obstacles qui ralentissent considérablement ce processus. Nous avons pu le constater dans le bassin versant à travers le

nombre réduit d'initiatives et le caractère local et ponctuel de celles-ci, de sorte que nous sommes très loin de pouvoir résoudre les problèmes environnementaux de l'Èbre. En revanche, nous avons assisté aux premiers exemples à suivre et aux premières bonnes pratiques d'intervention, de sorte que nous avons maintenant de solides bases et des modèles pour augmenter les actions futures de conservation, de restauration et de réhabilitation de tronçons fluviaux ruraux et urbains. La prise de conscience croissante de nécessité de restauration, la possibilité de nouvelles figures de protection, telles que les réserves naturelles fluviales et le grand potentiel de la restitution d'espace au fleuve (territoire fluvial) comme mécanisme qui allie l'amélioration environnementale et la gestion des inondations constituent d'autres points d'appui pour le futur.

Il est évident qu'il nous faut avancer fondamentalement en suivant deux lignes, celle de l'éducation et la conscience sociale pour la mise en valeur des fleuves, et celle de l'exécution progressive des interventions de restauration et de réhabilitation ponctuelles, locales, qui servent d'exemples de démonstration applicables et extrapolables, qui invitent à l'imitation dans d'autres espaces fluviaux.

Bibliographie

- ALBISU J., PELLICER F., « Articulación del área de las huertas de Madre de Dios en la trama urbana de Logroño : Avance de ordenación general de los sectores Ribera, Santa Juliana, Campus y zonas limítrofes », *Berceo*, n° 141, 2001, p. 115-135.
- BATALLA R. J., VERICAT D., PALAU A., « Efectos de las presas en la dinámica geomorfológica del tramo bajo del Ebro. Crecidas controladas », *Ingeniería del Agua*, n° 15, 2008, p. 243-255.
- BEECHIE T. J., LIERMANN M., POLLOCK M. M., BAKER S., DAVIES J., « Channel Pattern and River-Floodplain Dynamics in Forested Mountain River Systems », *Geomorphology*, n° 78, 2006, p. 124-141.
- BRUFAO P., EL SO J., GARCÍA BURGOS E., HERRERA T., JASO C., *Aspectos técnicos y jurídicos de los dragados y « limpiezas » de cauces*, Nota técnica del CIREF n° 8, 2015.
- CAMPOS E., SÁNCHEZ L., SORIANO L., *Análisis socio ambiental de la cuenca del Matarraña y aspectos técnicos para la elaboración de un contrato de río*, Trabajo fin de Master en Gestión Fluvial Sostenible y Gestión Integrada de Aguas, Universidad de Zaragoza, 2010.
- CASAMAYOR S., *La restauración ecológica de los cursos fluviales. Comparación entre diferentes casos*, Trabajo fin de Grado en Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza, 2015.
- CENTRO IBÉRICO DE RESTAURACIÓN FLUVIAL, *¿ Qué es restauración fluvial ?*, Nota técnica del CIREF n° 4, 2010.
- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO, *Plan hidrológico de la parte española de la demarcación hidrográfica del Ebro 2015-2021*, Confederación Hidrográfica del Ebro, 2015.
- DÍAZ E., IBISATE A., OLLERO A., « Elemento clave : espacio continuo fluvial », *Plan de gestión del Lugar de Interés Comunitario ES2200035 « Tramos bajos del Aragón y del Arga »*, Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, 2002.

- ESPINOSA P., *Perspectivas del diseño urbano a partir de la rehabilitación fluvial en las ciudades en el ámbito de los países desarrollados*, Trabajo fin de master de Ordenación Territorial y Medioambiental, Universidad de Zaragoza, 2012.
- ESPINOSA P., DE MEULDER B., OLLERO A., « River Restoration and Rehabilitation as a New Urban Design Strategy: Learning to Re-See Urban Rivers », *The International Journal of the Constructed Environment*, n° 7, 2016, p. 57-73.
- GARCÍA ASENJO C., HUERTAS R., LÓPEZ VERDURA R., « El programa Escuelas de Alcaldes de la Confederación Hidrográfica del Duero : eliminando barreras mentales », II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Restauraríos, 2015.
- GÓMEZ C. M., DELACÁMARA G., PÉREZ-BLANCO C. D., RODRÍGUEZ M., « Voluntary Agreement for River Regime Restoration Services in the Ebro River Basin (Spain) », *Journal of Hydrology*, n° 518, 2014, p. 365-378.
- GONZÁLEZ DEL TÁNAGO M., GARCÍA DE JALÓND, *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*, Ministerio de Medio Ambiente, 2007.
- HORACIO J., *Medicina fluvial. Un nuevo paradigma en la conservación y restauración de ríos bajo el enfoque de la geomorfología*, Jolube, 2015.
- LIFE EBRO-ADMICLIM, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA), <http://www.lifebroadmiclim.eu/>, 2014-2017.
- MAGALHÃES JR. A. P., OLLERO A., « Restauración y rehabilitación fluvial como estrategias de gestión de sistemas acuáticos en España », *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 2018 (à paraître).
- MAGDALENO F., ¿ *Cómo se restaura hidrológicamente un río ?*, Nota técnica del CIREF n° 8, 2012.
- MAGDALENO F., « Del deterioro a la restauración : expectativas y retos tras 15 años de Directiva Marco », II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Restauraríos, 2015, p. 23-27.
- MARTÍN VIDE J. P., MAZZA G. A., HELMBRECHT J., FERRER-BOIX C., ROJAS D. L., « Estudio técnico-económico de alternativas del programa para corregir la subsidencia y regresión del delta del Ebro », Informe técnico (inédito), 2004.
- MARTÍNEZ GIL J., *La nueva cultura del agua en España*, Bakeaz, 1997.
- MOLINET V., « Recuperación del Delta del Ebro I. Recuperación de la configuración del Delta del Ebro », Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona, <http://hdl.handle.net/2099.1/3322>, 2007.
- MONGE C., PRESA C., « Condiciones necesarias para la puesta en marcha de un contrato de río en el Matarraña », VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, 2011.
- MONTES C., CARRASCAL F. (dir.), *La restauración ecológica del río Guadiamar y el proyecto del corredor verde. La historia de un paisaje emergente*, Junta de Andalucía, 2005.
- MORANDI B., *La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Eléments de recherche applicables*, thèse de doctorat, université de Lyon, 2014.
- OLLERO A., *Los meandros libres del río Ebro (Logroño-La Zaida) : geomorfología fluvial, ecogeografía y riesgos*, Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, 1992.
- OLLERO A., *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*, Bakeaz y Fundación Nueva Cultura del Agua, 2007.
- OLLERO A., « Sobre el objeto y la viabilidad de la restauración ambiental », *Geographicalia*, n°s 59-60, 2011, p. 267-279.
- OLLERO A., *Guía metodológica sobre buenas prácticas en gestión de inundaciones. Manual para gestores*, Contrato del río Matarraña, ECODES, 2014.
- OLLERO A., *Guía metodológica sobre buenas prácticas en restauración fluvial. Manual para gestores*, Contrato del río Matarraña, ECODES, 2015.
- OLLERO A., EL SO J., « The Need for a Fluvial Territory or Room for the River: Living with Floods by Acceptance of their Functions », dans BAKER C., VAN EIJK P. (dir.), *Sustainable Flood Management: Obstacles, Challenges and Solutions*, Interreg IIC Network FLAPP « Flood Awareness and Prevention Policy in Border Areas », 2007.
- OLLERO A., ROMEO R. (dir.), *Las alteraciones geomorfológicas de los ríos*, Mesas de trabajo de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, Ministerio de Medio Ambiente, 2007.
- OLLERO A., IBISATE A., EL SO J., « El territorio fluvial y sus dificultades de aplicación », *Geographicalia*, n° 56, 2009, p. 37-62.
- OLLERO A., IBISATE A., ACÍN V., DÍAZ E., GRANADO D., HORACIO J., « Innovación y libertad fluvial », Ponencia al VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua, 2011.
- OLLERO A., IBISATE A., « Space for the River: a Flood Management Tool », dans WONG T. S. W. (dir.), *Flood Risk and Flood Management*, Nova Pub-Hauppauge, 2012.

- OLLERO A., ACÍN V., BALLARÍN D., BONÉ P., DÍAZ E., GRANADO D., HORACIO J., IBISATE A., MORA D., SÁNCHEZ FABRE M., « Geografía y restauración fluvial », dans DE LA RIVA J., IBARRA P., MONTORIO R., RODRIGUES M. (dir.), *Análisis espacial y representación geográfica : innovación y aplicación*, Universidad de Zaragoza-Asociación de Geógrafos Españoles, 2015.
- PIÉGAY H., BARGE O., BRAVARD J. P., LANDON N., PEIRY J. L., « Comment délimiter l'espace de liberté des rivières », congrès de la Société hydrotechnique de France, 24^{es} journées de l'Hydraulique : l'eau, l'homme et la nature, 1996.
- PIÉGAY H., GRANT G., NAKAMURA F., TRUSTRUM N., « Braided River Management: from Assessment of River Behaviour to Improved Sustainable Development », dans SAMBROOK SMITH G. H., BEST J. L., BRISTOW C. S., PETTS G. E. (dir.), *Braided Rivers: Processes, Deposits, Ecology, and Management*, Blackwell, 2006.
- PLAN INTEGRAL DE PROTECCIÓN DEL DELTA DEL EBRO (PIPDE), Documento base, <http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/documentobasevfinal3tcm7-29340.pdf>, 2006.
- PÓMEZ R., CASAMAYOR S., CERVERA J., BALLARÍN D., OLLERO A., « Base de datos y distribución espacial de proyectos de restauración fluvial en la Península Ibérica », II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Restauraríos, 2015.
- PROMINSKI M., STOKMAN A., ZELLER S., STIMBERG D., VOERMANEK H., « Rivers. Space. Design. Planning Strategies, Methods and Projects for Urban Rivers », Birkhauser, 2013.
- ROVIRA A., IBÁÑEZ C., « Sediment Management Options for the Lower Ebro River and Its Delta », *Journal of Soils and Sediments*, n° 7, 2007, p. 285-295.
- SADLER J. P., BELL D., FOWLES A., « The Hydroecological Controls and Conservation Value of Beetles on Exposed Riverine Sediments in England and Wales », *Biological Conservation*, n° 118, 2004, p. 41-56.
- SEGURA-BELTRAN F., SANCHIS-IBOR C., « Restauración geomorfológica, cambios ambientales, imagen de referencia e imagen objetivo en ríos efímeros: reflexiones críticas », II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Restauraríos, 2015.
- URQUIAGA R., GONZÁLEZ E., MARTÍN S., *Reservas Naturales Fluviales. Una figura de protección esencial para la conservación de nuestros ríos*, Ecologistas en Acción, 2016.