

Outils pour la hiérarchisation participative de la restauration écologique dans la Région de Valence (sud-est de l'Espagne)

par Jordi CORTINA, A. ALEDO, A. BONET, M. DERAK, J. GIRÓN,
G. LÓPEZ-IBORRA, G. ORTIZ & E. SILVA

Introduction

Le bassin méditerranéen a été profondément altéré par l'utilisation continue et intense des espaces naturels. En conséquence, des processus de dégradation ont été déclenchés dans les zones les plus vulnérables. La dégradation a traditionnellement été combattue en réglementant les utilisations particulières des sols et en plantant des arbres dans des zones déboisées (NAVARRO & CORTINA, 2011).

L'accent mis récemment sur la restauration écologique a contribué à accroître nos connaissances sur l'écologie et la gestion des espèces, ainsi que sur les règles d'assemblage communautaire. Il a également favorisé la reconnaissance sociale des bénéfices liés aux écosystèmes restaurés. Dans ce contexte, la restauration socio-écologique représente un moyen d'intégrer les perspectives biophysiques et socio-économiques à grande échelle spatiale (MURDOCH, 2001) (BUDIHARTA, MEIJAARD, WELLS, ABRAM & WILSON, 2016). Cependant, la plupart des projets de restauration ne parviennent pas à aborder les interactions à l'échelle du paysage (MENZ, DIXON & HOBBS, 2013) ni à les intégrer dans un cadre plus large de la planification et de la gestion des espaces naturels écologiquement et socialement sensibles (DAWSON, ELBAKIDZE, ANGELSTAM & GORDON, 2017). Par conséquent, la durabilité à long terme de ces actions peut être compromise, comme c'est le cas lorsque des actions contradictoires sont mises en œuvre dans différents secteurs d'un même paysage.

L'efficacité des plans de restauration est actuellement compromise par : (1) le manque d'outils pour évaluer l'adéquation du projet dans un contexte socioéconomique large et changeant, (2) la difficulté d'intégrer et de pondérer les attentes des acteurs locaux et du personnel technique (3) le défi d'adopter et de transférer des techniques et des procédures novatrices, (4) l'absence d'une perspective à long terme pour promouvoir la biodiversité, grâce à la création de paysages résistants et résilients, et (5) l'absence de paramètres communs pour la grande diversité d'échelles.

La planification et la priorisation des actions de restauration reposent généralement sur des décisions politiques indépendantes du contexte socio-environnemental, des risques environnementaux et du bon fonctionnement de quelques processus et services écosystémiques (principalement liés au contrôle de l'érosion et à la régulation hydrologique). En revanche, peu d'efforts ont été dédiés à identifier les sites qui ont le plus besoin d'être restaurés en utilisant des approches spatiales multicritères, ni le type d'actions de restauration qui pourraient générer la plus grande efficacité (mais voir les exceptions dans (ORSI, GENELETTI & NEWTON, 2011) (VETTORAZZI & VALENTE, 2016).

Les outils pour effectuer ces tâches manquent. Lier l'information économique et écologique est une étape essentielle vers des aménagements efficaces de restauration qui disposent d'un financement limité. Bien que nos connaissances sur la production de services écosystémiques dans les paysages méditerranéens aient progressé rapidement, il est encore difficile de quantifier la valeur de ces services. Plus précisément, il existe une demande claire de modèles géographiques pour évaluer les changements dans la production de multiples services écosystémiques et de leurs valeurs associées selon différents scénarios d'utilisation des sols (DERAK & CORTINA, 2014) (FELIPE-LUCIA, COMÍN & BENNETT, 2014).

En outre, le consensus social concernant les priorités de restauration est fortement nécessaire pour gérer correctement les ressources disponibles et limitées. De cette façon, nous pouvons éviter les conflits potentiels découlant de différents points de vue des parties prenantes et des restrictions économiques, techniques et foncières (KNIGHT, SARKAR, SMITH, STRANGE & WILSON, 2011).

Un aspect clé de ce processus est la participation des multiples agents sociaux concernés par la gestion de leur environnement (COUX & GONZALO-TURPIN, 2015) ; (DERAK, CORTINA & TAIQUI, *Integration of stakeholder choices and multi-criteria analysis to support land use planning in semiarid areas*, 2017). Malgré son importance, la participation du public à la planification et à la mise en œuvre des actions de restauration est moins clairement établie que dans d'autres secteurs (par exemple, la commercialisation de biens et services). L'absence d'un cadre général pour hiérarchiser les actions de restauration écologique, selon des critères convenus et transparents, limite son progrès et son acceptation. Nous croyons que cette lacune peut être surmontée avec la mise en place de processus participatifs et de techniques d'aménagement du territoire qui tiennent compte des contraintes socio-économiques et écologiques.

Dans cette étude, nous visons à définir les domaines prioritaires pour la restauration d'une région méditerranéenne en utilisant une approche participative. De cette façon, nous voulons élaborer un outil de décision participatif rigoureux mais faisable qui peut être utilisé pour discuter d'actions et de scénarios alternatifs, et susciter des initiatives cohérentes de restauration publiques et privées. Les conditions biophysiques et socio-économiques de la zone d'étude sont communes à d'autres zones méditerranéennes où l'approche peut être transférée et adaptée.

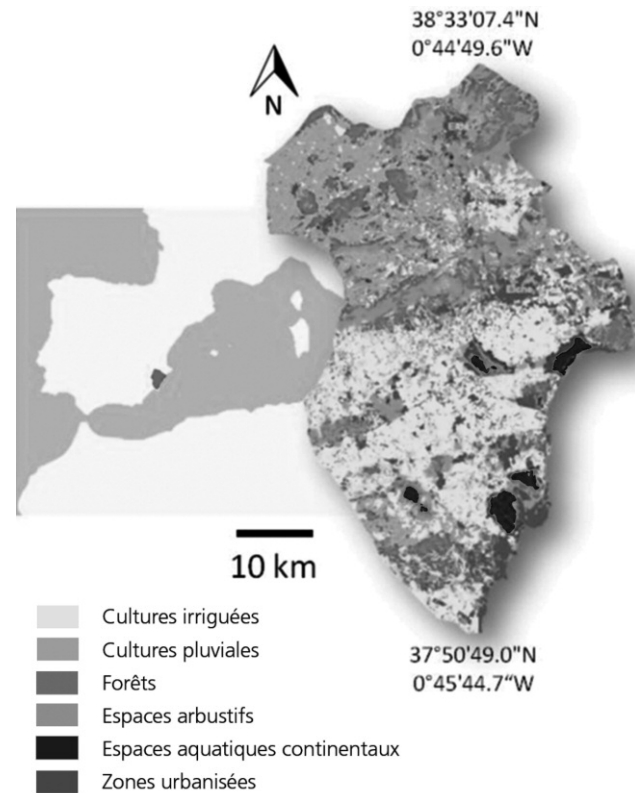
Matériaux et méthodes

La zone d'étude est située dans la province d'Alicante, dans le sud de l'Espagne (Cf. Fig. 1), dans la région de Crevillent (Demarcación Forestal de Crevillent, CFD). Elle couvre 224 472 ha. On y trouve un climat méditerranéen de sub-humide sec à semi-aride. Sur la base des cartes fournies par le Plan d'action territorial forestier (PATFOR, 2017) et du Système d'information sur l'occupation du sol en Espagne (SIOSE, 2017), nous avons identifié neuf combinaisons d'utilisation des terres et de couverture végétale (ci-après dénommées Unités environnementales homogènes ou UEH) : forêts, arbrisseaux et steppes, marges des rivières, zones humides, dunes de sable, cultures pluviales, cultures irriguées, terres agricoles abandonnées et

carrières. Jusqu'à 18,4% de la zone sont protégés sous différentes formes, y compris les Sites d'intérêt communautaire (10 sites) et les Zones de protection spéciale pour les oiseaux (9 zones). La population est de 829 980 habitants, comprenant la ville d'Elx (228 647 habitants, INE, 2014). La population la plus active travaille dans le secteur des services (69%) en comparaison à l'agriculture, l'élevage et la pêche (5%). Le taux de chômage est de 17,3%.

En avril 2016, nous avons mis en place une plate-forme multipartite de 88 membres en utilisant la méthode de référence en chaîne (Cf. Tab. I). Un groupe de six chercheurs des sciences écologiques et sociales a d'abord défini une carte sociale de la région et a identifié le premier groupe d'intervenants en fonction d'observations personnelles et d'expériences antérieures (DERAK & CORTINA, 2014). Ceux-ci ont été contactés et leurs conseils ont été utilisés pour identifier d'autres contacts, jusqu'à ce que tous les profils sociaux soient représentés. Notre objectif était d'intégrer toutes les visions sur le thème de la restauration écologique dans la région, plutôt que d'établir une représentation proportionnelle des différents profils sociaux. Dans la mesure du possible, nous avons identifié des personnes représentant des organisations (par exemple, agriculteurs, ONG, industrie minière, etc.), car ils peuvent parler pour l'ensemble du groupe et se sentir plus susceptibles de participer que des individus isolés.

Entre avril et juillet 2016, nous avons demandé aux parties prenantes d'identifier (i) les services fournis par UEH et (ii) les critères qui devaient être pris en compte pour définir les domaines prioritaires de restauration. Nous ne présentons pas de résultats concernant les services écosystémiques dans ce manuscrit. Cependant, il convient de mentionner cette partie de la méthodologie, car la séquence de questions a permis d'amener les personnes interrogées dans un contexte géographique et environnemental avant de leur demander des critères de priorisation. Les entretiens étaient présentiels, semi-structurés, quasi standardisés et utilisaient des stimuli multiples pour obtenir l'information des individus et des petits groupes. Ils ont été pré-testés sur trois personnes n'appartenant pas à la plate-forme, et le protocole d'enquête et les contenus ont été améliorés en conséquence. Ensuite, nous avons analysé les réponses des parties pre-



nantes à la deuxième session d'enquêtes en unifiant des critères redondants sous un nom commun, en supprimant des critères qui ne répondaient pas à nos questions, les critères de dénomination d'une manière qui pourrait être comprise par toutes les parties prenantes et la classification des critères en cinq groupes clairement différenciés et cohérents (environnements naturels et semi-naturels, environnements hautement anthropisés, critères liés aux fonctions de l'écosystème, critères liés aux processus à l'échelle du paysage et critères socio-économiques et culturels, voir ci-dessous).

Entre février et mars 2017, nous avons mené un sondage en ligne à l'aide du logiciel Qualtrics (SNOW & MANN, 2017). Quarante-huit des 109 intervenants invités ont répondu, dont 73% avaient contribué à la première phase du processus participatif. Nous avons recueilli des informations personnelles sur l'âge, le genre, le niveau d'études, la participation à la gestion des espaces naturels et d'autres variables explicatives, et avons demandé aux intervenants d'établir une classification ordinale des critères dans chaque groupe de critères. Les critères ont été marqués de 1 (priorité inférieure) à 5, 6, 7 ou 8 (priorité élevée), en fonction du nombre de critères dans chaque groupe. La même procédure a été suivie pour les cinq groupes de critères.

Fig. 1 : Localisation de la Démarcation forestière de Crellent dans le sud-est de l'Espagne et aperçu de la diversité de la mosaïque d'utilisation des sols. La plupart des usages correspondent à des cultures irriguées, des cultures pluviales, des forêts, des espaces arbustifs, des espaces aquatiques continentaux et des zones urbanisées. D'après PATFOR, 2017 et SIOSE, 2017.

Les valeurs ordinales obtenues pour chaque participant et les critères ont ensuite été convertis en valeurs cardinales. Nous avons ensuite redéfini les valeurs cardinales en divisant chacune par la somme de toutes les valeurs de son échelle correspondante (c'est-à-dire en divisant 15, 21, 28 ou 36 pour les groupes avec des critères 5, 6, 7 ou 8, respectivement). De cette façon, nous avons tenu compte du nombre déséquilibré de critères par groupe, ce qui peut entraîner une surévaluation de certains critères et une sous-évaluation des autres. Les valeurs redimensionnées, c'est-à-dire le poids de chaque critère, additionnées égalent 1 au sein du groupe et étaient comparables entre les groupes. Ensuite, nous avons estimé le poids intégré de chaque critère en multipliant son poids dans le groupe par le poids du groupe. Les poids collectifs des critères et des groupes ont été calculés en calculant la moyenne arithmétique des 88 poids individuels.

Résultats

Profil et réponse des intervenants

Le taux de réussite dans la première phase du processus participatif était relativement élevé (59% des acteurs invités). À quelques

Profil professionnel	Nombre d'individus
Administration régionale	9
Administration provinciale	1
Administration locale	8
Agriculteurs	5
Organisation de gestion de l'eau agricole	8
Commerce et Services	3
Développement éco-culturel et rural	6
Chasse	3
Eco-commerce	3
Organisation de voisinage	5
Industrie minière	4
Industrie agricole et pépinières	1
Immobilier et construction	2
Loisirs récréatifs	5
ONG	4
Administration des parcs naturels	4
Politiciens	5
Unions commerciales	2
Tourisme	4
Universités et centres de recherche	6

Tab. I :
Composition de la plate-forme d'acteurs sollicitée pour identifier les critères prioritaires de restauration écologique dans la Démarcation forestière de Crevillent (sud-est de l'Espagne).

exceptions près, les intervenants se sont félicités de l'initiative et ont montré une empathie avec le processus et de l'intérêt pour les résultats. Le succès de l'enquête en ligne était un peu plus élevé (87%). La plupart des commentaires inclus dans la section des observations des intervenants de l'enquête étaient positifs. Trois d'entre eux se sont dits préoccupés de fournir les réponses «correctes». La plupart des parties prenantes étaient des hommes (74%), entre 36 et 65 ans (88%) et ayant un niveau de scolarité plus élevé (89% des diplômés universitaires ou des études techniques de niveau supérieur). Jusqu'à 79% d'entre eux ont estimé qu'ils avaient des connaissances élevées sur les problèmes environnementaux.

Critères sélectionnés

Les parties prenantes ont proposé une liste de 118 critères de restauration. Une analyse plus poussée de leur sélection a réduit le nombre de critères à 33 (Cf. Tab. II). Nous avons classé les critères dans 5 groupes : environnements naturels et semi-naturels, environnements hautement anthropisés, critères liés aux fonctions de l'écosystème, critères d'échelle de paysage et critères liés aux aspects socio-économiques et culturels. Cette classification visait à définir des éléments cohérents et comparables, avec un faible degré d'ambiguïté et de chevauchement, qui pourraient être facilement compris par les parties prenantes. L'homogénéité dans le nombre de critères par groupe (5-7) a évité un biais à cet égard.

Poids partiel

Les critères relatifs aux fonctions de l'écosystème et aux zones hautement anthropisés ont été les plus appréciés (Fig. 2). En comparaison, le poids des zones naturelles et semi-naturelles était inférieur à 50% du premier groupe. Les écosystèmes côtiers, comme les dunes de sable et les zones humides, étaient prioritaires dans les écosystèmes naturels et semi-naturels (Cf. Tab. II). Un poids partiel similaire a été obtenu par les espaces forestiers des zones semi-arides. La priorité la plus basse dans ce groupe a été accordée aux pentes forestières de face nord. Les décharges ont obtenu la plus grande priorité parmi les zones hautement anthropisées, suivies de près par les bords des rivières, tandis que les systèmes agricoles ont reçu les

scores les plus bas. Deux groupes de fonctions représentaient une priorité pour les acteurs : ceux liés à l'érosion, la désertification et les incendies de forêt, d'une part, et ceux liés à la disponibilité et à la qualité de l'eau. En revanche, la fixation du carbone et le contrôle des espèces exotiques et envahissantes n'ont pas été considérés comme une priorité pour la restauration écologique dans la région. Les zones protégées, ainsi que les corridors et les zones d'intérêt particulier pour la flore et la faune, ont reçu la plus grande priorité parmi les critères d'échelle du paysage. Leur priorité a presque doublé celle associée aux routes et autres infrastructures linéaires. Enfin, les zones à forte valeur culturelle ont montré le poids partiel le plus élevé parmi les critères socio-économiques et culturels. Ils ont été suivis de loin par les zones à taux de chômage élevés et les zones récréatives.

Poids intégral

Dans l'ensemble, cinq des dix critères qui ont reçu la plus haute priorité pour la restauration, le poids intégré le plus élevé, correspondaient à des environnements hautement anthropisés comme les décharges, les bords de rivières et les carrières. Les critères relatifs aux fonctions de l'écosystème (4 critères) et aux valeurs socio-économiques et culturelles (1 critère) ont complété la liste des dix premiers. Les critères liés à la gestion de la désertification, de la qualité de l'eau, de la disponibilité de l'eau et des feux de forêt ont permis de restaurer la liste des fonctions prioritaires. Les sites de haute valeur culturelle ont complété la liste des critères pour hiérarchiser les actions de restauration. Il convient de noter que la restauration des systèmes agricoles pluviaux et irrigués était hautement prioritaire, bien qu'ils aient été très peu significatifs dans le groupe des zones hautement anthropisés.

Tab. II :
Critères pour la priorisation des actions de restauration dans la Démarcation forestière de Crevillent identifiés et pondérés par la plate-forme d'acteurs. Les critères sont classés selon leur score de poids intégré inter-groupes.

Groupe de critères	Critère	Poids partiel (par groupe)	Poids intégré (inter-groupes)
Environnements anthropisés	Décharges et déchetteries	0.25	0.061
Environnements anthropisés	Bords de rivière	0.24	0.060
Environnements anthropisés	Carrières abandonnées	0.20	0.051
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour la réduction de l'érosion	0.17	0.043
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour la réduction de la pollution de l'eau	0.16	0.043
Socio-économique et culturel	Zones à haute valeur culturelle et ethnographique	0.20	0.041
Environnements anthropisés	Cultures pluviales	0.16	0.039
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour la réduction du risque et de la vulnérabilité aux incendies	0.15	0.038
Environnements anthropisés	Cultures irriguées	0.15	0.037
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour le stockage de l'eau	0.14	0.037
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Zones protégées et de conservation	0.20	0.033
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Zones d'intérêt pour la faune et la flore rare endémique et en danger d'extinction	0.19	0.032
Socio-économique et culturel	Zones à potentiel de création d'emplois, de dynamisation de populations vulnérables	0.16	0.032
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Corridors reliant des sites naturels à haute valeur écologique	0.19	0.031
Socio-économique et culturel	Récréation et zones naturelles hautement fréquentées	0.15	0.031
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour réduire le risque d'inondation	0.11	0.030
Socio-économique et culturel	Zones touristiques	0.14	0.028
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Proximité avec des parcs naturels et autres zones protégées	0.17	0.028
Socio-économique et culturel	Zones avec potentiel pour le développement touristique	0.13	0.027
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour réduire la salinisation anthropogénique	0.10	0.026
Socio-économique et culturel	Propriétés publiques	0.12	0.025
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour fixer le carbone	0.09	0.024
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Zones péri-urbaines facile d'accès	0.14	0.024
Fonctions écosystémiques	Zones clé pour contrôler le développement d'espèces exotiques et invasives	0.08	0.022
Environnements semi-naturels	Dunes côtières et autres habitats côtiers	0.17	0.021
Environnements semi-naturels	Zones humides	0.16	0.020
Environnements semi-naturels	Forêts semi-arides	0.16	0.020
Environnements semi-naturels	Forêts affectées par des dépérissements massifs	0.16	0.020
Socio-économique et culturel	Proximité de zones résidentielles et de résidences secondaires	0.09	0.018
Caractéristiques à l'échelle du paysage	Proximité d'infrastructures de transport : routes, autoroutes, rails, pistes, etc.	0.11	0.018
Environnements semi-naturels	Forêts de climat sub-humide sec	0.14	0.017
Environnements semi-naturels	Zones arbustives, maquis, steppes	0.13	0.016
Environnements semi-naturels	Pentes végétalisées face Nord	0.08	0.010

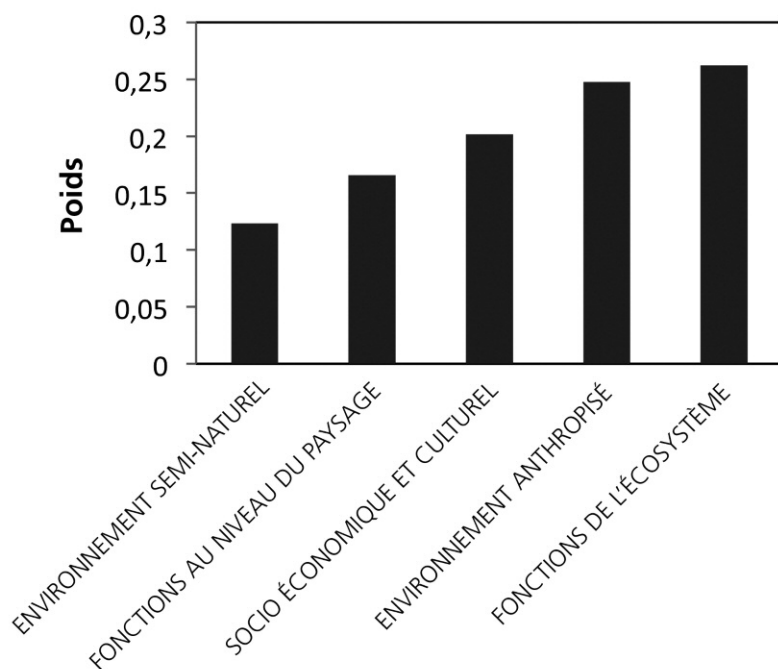


Fig. 2.
Résultat de l'évaluation participative des cinq groupes de critères pour hiérarchiser les actions de restauration dans la démarcation forestière de Crevillent (sud-est de l'Espagne).

Discussion

Nous avons mené un processus participatif pour définir des critères permettant de prioriser les actions de restauration dans une région méditerranéenne. Notre domaine d'étude couvre un large éventail de climats et d'utilisation des terres, et notre protocole peut être extrapolé à d'autres zones arides.

Le processus participatif a bien été accepté, comme en témoigne le taux de réussite élevé des deux phases de l'enquête. Les parties prenantes ont montré leur volonté de collaborer et ont apprécié leur consultation. La plate-forme des parties prenantes a montré un biais concernant l'âge, le genre et le niveau d'études. D'autres parties prenantes devraient être intégrées pour corriger ce biais et intégrer des perspectives novatrices. Pourtant, nous considérons que, dans la façon dont nous avons établi la plate-forme, nous avons capturé des profils sociaux qui sont pertinents pour la prise de décision dans les conditions sociopolitiques actuelles.

Nous avons obtenu une longue liste de critères, qui illustre la multiplicité des visions détenues par les différentes parties prenantes sur la question de la restauration des écosystèmes. Réduire la surface d'étude ou se concentrer sur les écosystèmes individuels pourrait réduire la diversité des réponses, mais ne parviendrait pas à l'intégration à l'échelle du paysage des priorités de restau-

ration recherchées. Le large éventail de critères obtenus souligne également l'importance d'interpréter les opinions des parties prenantes en respectant leur vision tout en maintenant une liste de critères et de services « manipulables ». Dans notre cas, nous avons modéré nous-mêmes cette phase, mais cela pourrait être effectué de manière participative pour garantir la légitimité des interprétations.

Les parties prenantes ont accordé la plus haute priorité aux critères liés aux fonctions de l'écosystème et aux zones hautement anthropisés. Même s'ils ont identifié d'autres priorités, en particulier celles liées aux milieux naturels et semi-naturels, elles ont encore associé la restauration écologique avec des écosystèmes dysfonctionnels. Nous devons garder à l'esprit que de vastes étendues d'environnements naturels et semi-naturels dans la Région de Valence sont actuellement protégés (39,5% dans la Région de Valence (ARGOS, 2017) et reçoivent beaucoup plus d'attention de l'Administration environnementale que ceux hautement anthropisés.

Parmi les zones naturelles et semi-naturelles, les écosystèmes côtiers ont été considérés comme prioritaires. La frange côtière en Espagne, et en particulier dans la côte méditerranéenne, a été intensivement transformée au cours des dernières décennies (GARCÍA-AYLLÓN, 2013). En CFD, en particulier, les pressions exercées pour accroître la production agricole et réduire les risques sanitaires ont été les principaux moteurs de la destruction historique des zones humides. Ainsi, les parties prenantes ont probablement associé les zones humides dégradées à la restauration des terres agricoles, plutôt que de considérer les zones humides comme un critère prioritaire pour la restauration.

L'attention portée aux forêts semi-arides n'était pas surprenante, car les zones semi-arides ont été soumises à un boisement à grande échelle et, en quelque sorte, cela représente le paradigme des actions de lutte contre la désertification dans la région (MAESTRE & CORTINA, 2004). De même, les critères liés aux zones touchées par la désertification et l'érosion faisaient partie de la plus haute priorité. Les pentes forestières de face nord n'ont été mentionnées que par un intervenant. À ce stade, nous avons préféré inclure tous les critères identifiés par les intervenants. Cependant, dans les exercices

futurs, il peut être conseillé de réduire le nombre de critères et de faciliter ainsi les phases ultérieures du processus participatif, en établissant des seuils (par exemple, dans le nombre minimal ou la proportion de personnes interrogées identifiant un critère donné).

Dans la région, il y a 455 sites d'enfouissement et de décharges couvrant 564 ha (TERRASIT, 2017), et il existe un grand nombre de sites illégaux qui n'ont pas été enregistrés. Ces petits tas de déchets, principalement des déchets de construction, sont abandonnés par des particuliers pour éviter les redevances d'enfouissement. Le nettoyage des débris solides peut coûter entre US \$ 137 et US \$ 364 pour un ménage (HOMEADVISOR, 2017), mais le prix dépend fortement de l'emplacement et de la distance du site d'enfouissement le plus proche ou de la zone de recyclage. La cartographie de cette source de dégradation peut être difficile, sinon soutenue par le travail bénévole (KUBÁSEK & HEBÍEK, 2014). De toute évidence, l'administration environnementale de CFD devrait considérer cette activité comme une priorité pour la restauration dans la région.

Les rivières et les plaines d'inondation ont été profondément modifiées dans la région, entraînant une perte d'habitat, une utilisation excessive de l'eau, une eutrophisation et une invasion d'espèces exotiques. C'est la raison pour laquelle nous avons inclus les bords des rivières dans le groupe des zones hautement anthropisés. Le score élevé obtenu par les bords des rivières suggère que ce critère recevrait probablement une priorité élevée, même s'il était inclus dans la liste des zones naturelles et semi-naturelles.

Les zones agricoles n'étaient pas une priorité pour les parties prenantes par rapport à d'autres domaines hautement anthropisés. Pourtant, ils faisaient partie des dix principaux critères de priorité dans la liste générale, en raison du niveau élevé conféré à ce groupe. La restauration écologique a souvent été associée à la récupération des écosystèmes vierges, laissant de côté les zones fortement affectées par l'activité humaine, comme les champs agricoles et les plantations forestières, où les utilisations actuelles empêchent ce type de restauration. Pourtant, les zones anthropisées couvrent de vastes étendues de terres en Méditerranée et ont de grands impacts environnementaux. La récupération des écosystèmes de référence histo-

rique peut s'avérer difficile voire impossible dans ces zones fortement altérées, mais elles offrent encore de nombreuses opportunités de protection de la biodiversité et d'accroissement de la production de services écosystémiques (CASTRO, *et al.*, 2011). De plus, les champs agricoles restaurés peuvent offrir une attraction culturelle et naturaliste supplémentaire pour compléter les bénéfices touristiques actuels.

Les feux de forêt sont l'un des principaux problèmes environnementaux qui affectent actuellement le bassin méditerranéen (PAUSAS, LLOVET, RODRIGO & VALLEJO, 2009), en raison de leur impact écologique et social élevé, y compris leur coût en vies humaines et le montant des ressources investies dans la prévention et la lutte. Les forêts dans la zone sub-humide sèche dans CFD sont particulièrement sensibles aux incendies de forêt. Les parties prenantes étaient conscientes de ce problème environnemental et ont perçu que cela pourrait être résolu en utilisant la restauration écologique. Les techniques de restauration pour réduire la vulnérabilité et accroître la résilience des écosystèmes aux incendies de forêt incluent la création de discontinuités dans l'accumulation de carburant, la réduction de la densité des arbres et l'accumulation de bois mort, ainsi que la plantation d'espèces rejetant de souche (ALLOZA *et al.*, 2014).

La disponibilité et la qualité de l'eau sont de grandes préoccupations pour la population du sud-est de l'Espagne. Les demandes d'eau douce sont largement couvertes par les transferts d'eau interbassins et l'épuisement des aquifères, ce qui peut entraîner une salinisation et un affaissement des sols (PULIDO-BOSCH, MORELL & ANDREU, 1995) (TOMÁS, *et al.*, 2005) (GRINDLAY, 2011). En outre, le bassin de la rivière Segura est fortement affecté par l'eutrophisation et la pollution (GARCÍA-ALONSO, GÓMEZ & BARBOZA, 2015) ; (MICÓ, PERIS, SÁNCHEZ, & RECATALA, 2006). Les deux aspects ont été considérés comme hautement prioritaires par la plate-forme d'acteurs.

Les sites de grande valeur culturelle ont été le seul critère de la liste socio-économique et culturelle des critères inclus dans la liste finale des priorités pour la restauration. Il existe de nombreuses zones naturelles qui sont aussi des références culturelles en CFD, y compris le Fondo NP, les zones humides Santa Pola et La Mata-Torrevieja, le récif fossile de Santa Pola, les dunes de sable de Guardamar, etc. Bien que

Jordi CORTINA
A. BONET
J. GIRÓN
G. LÓPEZ-IBORRA
E. SILVA

Département
d'écologie et IMEM,
Université d'Alicante
Ap. 99 03080
Alicante (Espagne)
Jordi@ua.es
andreu@ua.es
agromiguel45@
hotmail.com
german.lopez@ua.es
elysilvam@au.es

A. ALEDO
G. ORTIZ
Département
de sociologie I
Université d'Alicante
Ap. 99 03080
Alicante (Espagne)
Antonio.aledo@ua.es

M. DERAK
Direction Régionale
des Eaux et Forêts et
de la Lutte contre la
Désertification du Rif
Avenue Mohamed V
BP 722
93000 Tétouan
(Maroc)
Mchich78@gmail.com

beaucoup de ces zones naturelles aient été protégées, leur statut de conservation varie, et ils sont fréquemment en conflit avec d'autres usages des sols. Ainsi, les dunes de sable de Guardamar, un exemple de restauration de dunes de sable du début du XX^e siècle, sont maintenant menacées par une diversité de vecteurs en interaction, comprenant la modification et la régression des traits de côte, la fréquentation, l'urbanisation, la sénescence du pin et le changement climatique, ce qui entraîne une mortalité massive du pin, le manque de régénération du pin et des communautés de dunes de sable appauvries (ALDEGUER, 2008).

Aucun des critères liés à la fixation du carbone ni à la biodiversité n'a été inclus dans la liste des critères de priorité élevée. D'autres études dans la région ont montré que les critères liés à la biodiversité étaient très appréciés en tant qu'indicateurs du succès de la restauration forestière, au même niveau que la matière organique du sol et le stockage souterrain de l'eau (DERAK & CORTINA, 2014). La faible importance accordée par les parties prenantes à la fixation du carbone peut refléter leur distinction entre les problèmes environnementaux locaux et mondiaux et leur perception que la restauration dans ce type d'environnement peut ne pas contribuer de manière substantielle à atténuer les changements climatiques.

Grâce à une approche participative, nous avons pu identifier et pondérer les critères de hiérarchisation des actions de restauration à l'échelle du paysage. En agrégeant les indicateurs cartographiques de l'ensemble ou d'un sous-ensemble de critères, nous fournirons une valeur intégrée de priorité pour les différents secteurs de la zone d'étude. Cependant, il n'y a pas de correspondance entre le niveau de priorité, tel que défini dans cette étude, et l'état d'un emplacement particulier, car certains critères (par exemple, les bords des rivières ou les zones à forte valeur culturelle) peuvent ne pas nécessiter de restauration. Cette carte devrait être combinée avec des estimations cartographiques du degré d'intégrité (ex. en termes d'état de la biodiversité et de production de services écosystémiques) et le coût potentiel de la restauration pour identifier les domaines prioritaires avec le ratio coût / efficacité le plus élevé. Enfin, l'étude présentée ici est basée sur l'agrégation de 88 visions qui peuvent ne pas être coïncidentes (DERAK, TAIQUI, ALEDO & CORTINA, 2016). Une exploration plus poussée peut révéler des opi-

nions divergentes dans différents groupes d'intervenants et accroître le pouvoir de notre protocole participatif dans le processus décisionnel.

Remerciements

Nous remercions le financement accordé par le Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de la Compétitivité et le Fonds européen de développement régional (FEDER), projet «Tools for planning ecological restoration in the Region of Valencia» (TERECOVA; CGL2014-52714-C2-1-R). L'aide de Pietro Salvaneschi et de Guadalupe Ortiz aux différentes étapes de ce projet a été grandement appréciée. Nous remercions les parties prenantes pour leurs contributions volontaires et enthousiasmantes et pour partager leurs connaissances.

Bibliographie

- Aldeguer, M. (2008). Indicadores ecológicos como elementos de soporte del acto administrativo de deslinde de la zona marítimo terrestre. Alicante: PhD. Thesis. University of Alicante. Available at: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/23519>.
- Alloza, J., Garcia, S., Gimeno, T., Baeza, J., Vallejo, V., Rojo, L., y otros. (2014). Guía técnica para la gestión de montes quemados. Protocolos de actuación para la restauración de zonas quemadas con riesgo de desertificación. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- ARGOS. (2017 21-07). Portal de Información. Generalitat Valenciana. From http://www.argos.gva.es/bdmun/pls/argos_mun/D MEDB_COMUDATOSESPNATURALES.Dibuja Pagina?aNComuId=17&aVLengua=c
- Budiharta, S., Meijaard, E., Wells, J., Abram, N., & Wilson, K. (2016). Enhancing feasibility: Incorporating a socio-ecological systems framework into restoration planning. *Environmental Science & Policy*, 64, 83-92.
- Castro, A. J., Martín-López, B., García-Llorente, M., Aguilera, P. A., López, E., & Cabello, J. (2011). Social preferences regarding the delivery of ecosystem services in a semiarid Mediterranean region. *Journal of Arid Environments*, 75, 1201-1208.
- Chakraborty, S., & Yeh, C. (2007). A simulation based comparative study of normalization procedures in multiattribute decision making. Proceedings of the 6th WSEAS International Conference on Artificial Intelligence, Knowledge Engineering and Data Bases, (pp. 102-109). Corfu Island, Greece.

- Couix, N., & Gonzalo-Turpin, H. (2015). Towards a land management approach to ecological restoration to encourage stakeholder participation. *Land Use Policy*, 46, 155-162.
- Dawson, L., Elbakidze, M., Angelstam, P., & Gordon, J. (2017). Governance and management dynamics of landscape restoration at multiple scales: Learning from successful environmental managers in Sweden. *Journal of Environmental Management*, 197, 24-40.
- Derak, M., & Cortina, J. (2014). Multi-criteria participative evaluation of *Pinus halepensis* plantations in a semiarid area of southeast Spain. *Ecological Indicators*, 43, 56-68.
- Derak, M., Cortina, J., & Taiqui, L. (2017). Integration of stakeholder choices and multi-criteria analysis to support land use planning in semiarid areas. *Land Use Policy*, 64, 414-418.
- Derak, M., Taiqui, L., Aledo, A., & Cortina, J. (2016). Similarities in stakeholder identification of restoration targets in a semiarid area. *Journal of Arid Environments*, 128, 30-39.
- Felipe-Lucia, M., Comín, F., & Bennett, E. (2014). Interactions among ecosystem services across land uses in a floodplain agroecosystem. *Ecology and society*, 19, 20.
- García-Alonso, J., Gómez, J., & Barboza, F. R. (2015). Pollution-toxicity relationships in sediments of the Segura River Basin. *Limnetica*, 34, 135-146.
- García-Ayllón, S. (2013). Retrospective analysis of urban development in the Spanish Mediterranean coast. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 179, 291-302.
- Grindlay, A. L. (2011). Implementation of the European Water Framework Directive: Integration of hydrological and regional planning at the Segura River Basin, southeast Spain. *Land Use Policy*, 28, 242-256.
- Homeadvisor. (2017 13-07). From <http://www.homeadvisor.com/cost/cleaning-services/remove-waste/>
- Knight, A. T., Sarkar, S., Smith, R., Strange, N., & Wilson, K. A. (2011). Engage the hodgepodge: management factors are essential when prioritizing areas for restoration and conservation action. *Diversity and Distributions*, 17, 1234-1238.
- Kubásek, M., & H e b í ek, J. (2014). Involving Citizens into Mapping of Illegal Landfills and other civic issues in the Czech Republic. 7th International Congress on Environmental Modelling and Software. Paper 40., (pp. 318-325). San Diego, California.
- Maestre, F. T., & Cortina, J. (2004). Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas? *Forest Ecology and Management*, 198, 303-317.
- Menz, M. H., Dixon, K. W., & Hobbs, R. J. (2013). Hurdles and opportunities for landscape-scale restoration. *Science*, 339, 526-527.
- Micó, C., Peris, M., Sánchez, J., & Recatala, L. (2006). Heavy metal content of agricultural soils in a Mediterranean semiarid area: the Segura River Valley (Alicante, Spain). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4, 363-372.
- Murdoch, J. (2001). Ecologising sociology: Actor-network theory, co-construction and the problem of human exemptionalism. *Sociology*, 35, 111-133.
- Navarro, F., & Cortina, J. (2011). Restauración forestal en el mediterráneo ibérico: la búsqueda de un nuevo paradigma. En P. Á.-U. (coord.), *Sostenibilidad en España. Los Bosques en España* (pp. 359-372). Madrid: Ed. Mundiprensa.
- Orsi, F., Geneletti, D., & Newton, A. C. (2011). Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach. *Ecological indicators*, 11, 337-347.
- PATFOR. (2017 21-07). From Plan de Acción Teritorial Forestal de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana: <http://www.agroambient.gva.es/web/medio-natural/patfor>
- Pausas, J. G., Llovet, J., Rodrigo, A., & Vallejo, R. (2009). Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? A review. *International Journal of Wildland Fire*, 17, 713-723.
- Pulido-Bosch, A., Morell, I., & Andreu, J. M. (1995). Hydrogeochemical effects of groundwater mining of the Sierra de Crevillente Aquifer (Alicante, Spain). *Environmental Geology*, 26, 232-239.
- SIOSE. (2017 21-07). From Ministerio de Fomento. Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo en España: <http://www.siose.es/>
- Snow, J., & Mann, M. (13 de 07 de 2017). Qualtrics survey software: handbook for research professionals. Obtenido de <http://www.qualtrics.com>
- TERRASIT. (2017 21-07). From IDE de la Comunidad Valenciana. Generalitat Valenciana: <http://terrasit.gva.es/>
- Tomás, R., Márquez, Y., Lopez-Sanchez, J. M., Delgado, J., Blanco, P., Mallorquí, J. J., y otros. (2005). Mapping ground subsidence induced by aquifer overexploitation using advanced Differential SAR Interferometry: Vega Media of the Segura River (SE Spain) case study. *Remote Sensing of Environment*, 269-283.
- Vettorazzi, C., & Valente, R. (2016). Vettorazzi, C.A.; Valente, R.A. 2016. Priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. *Ecological Engineering*, 94, 255-267.

Résumé

Outils pour la hiérarchisation participative de la restauration écologique dans la Région de Valence (sud-est de l'Espagne)

L'intégration effective de la restauration écologique dans la gestion des espaces naturels nécessite la définition de zones et d'actions prioritaires. À grande échelle spatiale, les priorités sont généralement définies par les experts en termes de facteurs écologiques, en particulier en fonction de la distribution d'espèces ou de quelques services écosystémiques. Cependant, les décisions de gestion doivent faire face à différents habitats naturels et répondre aux multiples exigences et aspirations de la société. L'émergence de nouveaux outils pour mieux identifier et analyser les critères de priorité et déterminer les meilleures alternatives de gestion, en intégrant les perspectives écologiques et socio-économiques sont nécessaires. Nous avons développé une approche participative pour identifier les sites prioritaires de restauration dans une région de 224 472 ha dans la Démarcation de la forêt de Crevillent, dans le sud-est semi-aride de l'Espagne. Le défi était de développer une méthodologie rigoureuse mais accessible qui pourrait être extrapolée à d'autres régions. Une plate-forme de 88 parties prenantes a été invitée à identifier et à pondérer les critères prioritaires pour la restauration. Les parties prenantes ont identifié cinq groupes de critères correspondant aux environnements naturels et semi-naturels, aux environnements hautement anthropisés, aux fonctions de l'écosystème, aux processus à l'échelle du paysage et aux aspects socio-économiques et culturels. Le poids intégré des critères étudiés a montré que ceux liés aux environnements hautement anthropisés (décharges, bords des rivières, carrières abandonnées, cultures pluviales et cultures irriguées) et aux fonctions de l'écosystème (facteurs clés pour réduire le risque et la vulnérabilité aux feux de forêt, l'érosion, la pollution de l'eau) ont reçu la plus haute priorité, ainsi que pour les zones à forte valeur culturelle et ethnologique. En revanche, la priorité pour les environnements naturels et semi-naturels et les caractéristiques à l'échelle du paysage était plus faible. Nous discutons de ces résultats et de la possibilité d'utiliser ce protocole pour soutenir la prise de décision concernant les actions de restauration écologique dans ce paysage méditerranéen.

Summary

Tools for participative prioritization of ecological restoration in the Region of Valencia (south-eastern Spain)

The effective integration of ecological restoration (ER) into land management requires the definition of priority areas and actions. At large spatial scales, priorities are commonly defined by experts in terms of ecological factors, particularly species distribution or a small set of ecosystem services. However, management decisions must deal with different habitats, and respond to society multiple demands and aspirations. New tools for identifying and analyzing priority criteria and determining best management alternatives, integrating ecological and socio-economic perspectives are needed. We developed a participatory approach to identify priority areas for restoration in a 224,472 Ha area in Crevillent Forest Demarcation, southeast semi-arid Spain. The challenge was to develop a rigorous yet accessible methodology that could be extrapolated to other regions. An 88-stakeholder platform was asked to identify and weight priority criteria for ER. Stakeholders identified five groups of criteria corresponding to natural and semi-natural environments, highly-humanized environments, criteria related to ecosystem functions, criteria related to landscape-scale processes, and socio-economic and cultural criteria. The integrated weight of the studied criteria showed that highly-humanized environments (landfills and waste dumps, river margins, unused quarries, rainfed crops, and irrigated crops) and criteria related to ecosystem function (key areas to reduce wildfire risk and vulnerability, key areas to reduce erosion, key areas to reduce water pollution) received the highest priority, together with areas with high cultural and ethnologic value. In contrast, the priority for natural and semi-natural environments and landscape-scale features was lower. We discuss these results and the feasibility of using this protocol to support decision making concerning ecological restoration actions in this Mediterranean landscape