



Services écosystémiques et poissons migrateurs amphihalins face au changement climatique

Résumé exécutive

Titre du livrable : Liste des services écosystémiques associés aux poissons migrateurs amphihalins

Référence du livrable: WP 4 – Action nr.1

Contributeurs et affiliations :

Arantza Murillas (AZTI); Matthew Ashley (Plymouth university); Cristina Marta-Pedroso (MARETEC/IST-UL); Angela Muench (Cefas); Lynda Rodwell (Plymouth university); Sian Rees (Plymouth university); Tea Basic (Cefas); Estibaliz Díaz (AZTI); Patrick Lambert (INRAE); Géraldine Lassalle (INRAE); Catarina Mateus (MARE-UE), Pedro R. Almeida (MARE-UE), David J. Nachon (EHEC-USC), Fernando G. Cobo (EHEC-USC), Rufino Vieira (EHEC-USC), Aitor Lecuona (Diputación Foral de Gipuzkoa), Gordon H. Copp. (CEFAS), James King (Inland Fisheries Ireland), William Roche (Inland Fisheries Ireland), Carlos Antunes (CMVNC), Thomas Trancart (MNHN) et Eric Feunteun (MNHN)

All information in this document is provided "as is" and no guarantee or warranty is given that the information is fit for any particular purpose. The user thereof uses the information at its sole risk and liability. The Programme Managing Authority, has no liability in respect of this document, which is merely representing the authors' view.



Résumé

Les rivières de l'Espace Atlantique européen (EA) abritent des populations de poissons migrateurs amphihalins (PMAs) fournissant de nombreux bénéfices à la Société, aussi nommés services écosystémiques (ESs). Ces bénéfices incluent les services d'approvisionnement (e.g. alimentation, nourriture), mais aussi la valeur intrinsèque (e.g. maintenir des ressources pour les générations futures) et culturelle (e.g. héritage). Dans cette étude développée dans le cadre du projet INTERREG EA DiadES, les ESs associés aux PMAs ont été identifiés sur la base d'une revue systématique de littérature et de la consultation de porteurs d'enjeux locaux pour les différents cas d'étude le long de la façade atlantique (e.g. les rivières du pays basque espagnol, la Loire en France, le Mondego au Portugal, ou encore les rivières Tamar, Frome et Taff au Royaume-Uni). Les ESs identifiés comme pertinents pour les populations de PMAs incluent la provision de nourriture (services d'approvisionnement), l'échange de nutriments entre les zones côtières et les habitats continentaux (services de régulation), et le tourisme et la pêche récréative en lien avec l'intérêt sociétal existant autour des PMAs (services culturels). La contribution des PMAs en termes de festivals gastronomiques ou de support de connaissances sont aussi en lien avec les services culturels. Des compromis potentiels ont été identifiés entre services fournis par les populations de PMAs et d'autres services fournis par les rivières et fleuves de l'EA qui supportent des bénéfices alternatifs (e.g. contrôle des inondations, production hydroélectrique, production agricole, extraction de granulats).

Introduction

Les connaissances et la sensibilisation sur le sujet des services écosystémiques (ESs) fournis par l'environnement se développent rapidement avec un nombre croissant de publications aux niveaux européen et national. Néanmoins, bien que le concept de services écosystémiques, le système de classification et le cadre de la quantification économique aient été couverts par un nombre croissant de papiers scientifiques basés sur des cas d'étude, un cadre opérationnel pour évaluer les services écosystémiques fournis par les PMAs dans les rivières de l'EA n'a pas été encore employé. Quelques rares papiers se focalisent sur les ESs associés aux PMAs dans l'EA, avec la majorité d'entre eux qui listent des ESs mais qui n'évaluent pas leur niveau de provision. Cette étude fait la synthèse des preuves de la contribution des PMAs à la fourniture de services écosystémiques dans l'EA européen et évalue les manques de connaissances à partir d'une revue systématique de littérature de papiers révisés par les pairs et de littérature « grise ». Nous collectons aussi la connaissance experte dans les cas d'études continentaux et estuariens dans l'ensemble de l'EA, venant de scientifiques et de professionnels de la conservation et de la gestion des pêches de chaque région, au sujet des bénéfices qui sembleraient être fournis par les PMAs dans chaque cas d'étude. Les porteurs d'enjeux des différents cas d'étude ont eu à répondre à une jeu bien défini de questions : (i) Quelles espèces de PMAs fournissent des ESs dans l'EA ? (ii) Quels sont les services fournis par les PMAs dans l'EA ? (iii) Quels ESs sont identifiés dans la littérature *versus* ceux listés par la connaissance experte ? (iv) Quels sont les manques de connaissances (identifiés à la suite de la revue systématique de littérature et de l'élicitation des experts) ? (v) Pourquoi une meilleure connaissance des ESs est nécessaire pour gérer cette ressource ? La combinaison d'une revue systématique de littérature et de recherches menées pour évaluer de manière critique les preuves actuelles dans la littérature existante, en relation avec les connaissances écologiques des porteurs d'enjeux locaux (LEK), fournit la première revue et évaluation détaillées de la contribution des PMAs à la fourniture d'ESs dans l'EA européen.

Quels sont les services fournis par les PMAs dans l'EA ?

Les « preuves » de la provision de services culturels, en particulier, la pêche récréative, en lien avec la classe CICES (Classification Internationale Commune des Services Ecosystémiques) « Interactions physiques et expériences sensibles avec l'environnement naturel - Utilisation physique des paysages terrestres et marins dans



différents milieux environnementaux » sont nombreuses dans la littérature (50 sur les 92 publications de la revue). Les études portant sur les services culturels concernent principalement le saumon et la truite de mer. Les services d'approvisionnement (pêche commerciale en lien avec la classe CICES « Biomasse – animaux sauvages et leurs produits ») font partie des services ayant reçu le plus d'attention (31 sur les 92 publications). Les « preuves » relatives aux services de régulation offerts par les PMAs, en particulier le transfert de nutriments des systèmes marins vers les systèmes terrestres et fluviaux, en lien avec la classe CICES « Maintien de conditions physiques, chimiques ou biologiques », sont aussi relativement bien représentées (23 sur les 92 publications). Les services de support en lien avec la diversité biologique, la production primaire, la production de larves et de gamètes ont été identifiés comme fournis par toutes les PMAs, bien que ces services n'aient été que peu traités dans la littérature. Dans la majorité des publications, une réduction de l'abondance des PMAs a été associée à une réduction dans le niveau de provision du service en question et, inversement, la présence ou l'augmentation de l'abondance des PMAs a été associée à une fourniture plus importante du service étudié. Pour les lamproies, un patron plus complexe semble se dessiner. Bien que les deux espèces de lamproies soient associées à une meilleure provision du service dit de « contrôle biologique » (services de régulation) (Potts et al., 2014), des effets négatifs sur certaines populations hôtes doivent être soulignés. Cline et al. (2014) ont démontré une augmentation dans le taux d'alimentation et la taille des lamproies marines en lien avec une température de l'eau plus élevée induisant une mortalité accrue des hôtes.

Les études réalisées dans l'Espace Atlantique identifient un déclin en abondance des populations de PMAs, conduisant à un déclin des pêcheries commerciales associées aux PMAs. Globalement, un focus notable est fait dans la littérature sur les salmonidés, les PMAs autres que les salmonidés n'étant considérés que dans un petit nombre de papiers. La réduction de la diversité spécifique du macrobenthos a conduit à une diminution de 8,88% du nombre de saumons royal adultes, réduisant par conséquent les captures de cette espèce de 8,18 kt à 8,14 kt par an (Daniels et al., 2018). S'ajoutant à la demande, le changement climatique a été identifié comme une menace supplémentaire quant au maintien des services d'approvisionnement associés aux PMAs et ce depuis au moins une décennie dans l'EA européen (Graham and Harrod, 2009 ; Cheung et al., 2012). Un changement positif dans l'abondance des PMAs a été associé à une plus grande contribution de ces espèces fortement mobiles aux services de régulation et de maintenance, et de la même manière, une diminution de l'abondance limiterait la provision de ces mêmes services dans les bassins versants. Le transport de nutriments d'origine marine dans les rivières et les fleuves (ainsi que pour la végétation rivulaire associée) en lien avec la classe CICES « Maintien de conditions physiques, chimiques ou biologiques - Processus de décomposition et de fixation et leur effet sur la qualité des sols » a reçu le plus d'attention. Le carbone et, les nutriments en général d'origine marine, sont délivrés dans les rivières de par l'excrétion des poissons, la production des gamètes et la décomposition des carcasses après reproduction (Bottom et al., 2009 ; Dudgeon, 2010 ; Field and Reynolds, 2011 ; Gende et al., 2002 ; Graham and Harrod, 2009 ; Hammerschlag et al., 2019 ; Holmlund and Hammer, 1999 ; Kappel, 2005 ; Limburg and Waldman, 2009 ; Morton et al., 2017). En relation avec la classe CICES « Interactions physiques et expériences sensibles avec l'environnement naturel - Utilisation physique des paysages terrestres et marins dans différents milieux environnementaux », la pêche récréative est l'activité culturelle dominante. La contribution historique importante des PMAs aux services d'approvisionnement est reportée comme ayant changé au profit d'une plus grande contribution de ces espèces aux services culturels sur les dernières années (Drouineau et al., 2018). Par exemple, Haro et al. (2009) soulignent le shift en termes de contribution économique de la pêche commerciale vers la pêche récréative dans la région baltique de la Suède, du fait des abondances décroissantes des PMAs. Les résultats de la revue systématique de littérature indiquent que la plus grande contribution des populations de PMAs aux classes CICES est très probablement la classe relative aux services culturels.



Classification des ESs intégrant la connaissance empirique experte (LEK) et les valeurs communautaires

Une des premières conclusions en suivant l'approche « bottom-up » est l'existence d'un décalage entre les ESs que les PMAs pourraient potentiellement fournir aux communautés humaines et les ESs identifiés empiriquement et qui ne semblent pas couvrir toutes les classes d'ESs ni toutes les espèces. La LEK était en accord avec la revue systématique de littérature, au regard des services d'approvisionnement (biomasse), comme le saumon et la truite de mer étaient les exemples dominants dans la LEK et la revue systématique pour ce service. Néanmoins, les réponses des porteurs d'enjeux locaux mentionnent aussi la pêche commerciale du flet, de l'éperlan et de l'esturgeon européen pour certains des cas d'étude le long de l'EA comme contribuant de façon importante aux services d'approvisionnement. Cependant, comme on peut le constater, dans toutes les études de cas, il n'y a pas nécessairement de pêche commerciale et l'approvisionnement en biomasse/nutriments dans ces zones a donc été réduit à zéro de manière drastique. Ainsi, il convient de mentionner l'étude de cas qui porte sur les rivières du pays basque espagnol, où il n'y a pas de pêche commerciale liée à ces espèces. De plus, les pêcheries ne devraient pas se rétablir dans le futur, poussant la valeur d'option sur la biomasse vers zéro. Néanmoins, d'autres valeurs d'option pourraient inclure la production de molécules d'intérêt ou de cuir de poissons comme identifié par les porteurs d'enjeux, mais ces services n'apparaissent pas dans la revue systématique de littérature, ayant été potentiellement négligés en tant qu'ESs associés aux PMAs.

Bien qu'en théorie, tous les PMAs puissent être des sources de protéines/biomasse pour l'alimentation humaine, approximativement seulement 30% des pêcheries commerciales potentielles (sachant que neuf espèces de PMAs sont présentes dans les 9 cas d'étude) fourniraient ce service d'après la connaissance experte. Par conséquent, se référer uniquement à la revue systématique de littérature focalisée sur la provision de services par les PMAs dans l'hémisphère nord tempéré pourrait être « trompeur » comme cela conduit à des généralisations et donne aux services d'approvisionnement une importance plus forte que celle réellement établie dans les rivières et les estuaires. Pourtant, il doit être noté que certaines de ces pêcheries n'existent pas à l'heure actuelle du fait, par exemple, de la législation qui bannit l'exploitation commerciale suite à une surexploitation probable des stocks par le passé ayant conduit à des effectifs très bas. Au contraire, dans l'approche LEK, les porteurs d'enjeux locaux ont pointé la pertinence croissante de la provision de molécules d'intérêt et de cuir de poissons comme biens dérivés des PMAs, particulièrement pour la lamproie marine pour laquelle aucune évidence n'avait été trouvée dans la revue de littérature à ce sujet. Cependant, il semble y avoir une connaissance ou une documentation empirique limitée de la fourniture de ces ESs malgré leur identification dans les réponses des LEK.

Les « preuves » fournies par la revue systématique de littérature au sujet des services de régulation sont plus abondantes que dans l'approche sur dires d'experts. Les porteurs d'enjeux ont fait remarquer qu'il y a un manque de « preuves » sur la question, bien que reconnaissant son existence et le rôle clé pour d'autres ESs. Les résultats de la revue et les réponses fournies par les porteurs d'enjeux locaux suggéraient que tous les PMAs fournissaient des services culturels au regard de la pêche récréative. Les éléments fournis par la revue de littérature suggéraient que cette pêche récréative était principalement ciblée sur le saumon et la truite de mer. Au contraire, dans l'approche LEK, un plus large spectre d'espèces cibles a été mis en évidence pour la pêche récréative dans les divers cas d'étude, incluant d'autres espèces de PMAs. De plus, en relation avec d'autres services culturels, la revue systématique de littérature a fourni plus d'éléments que l'approche LEK relativement aux classes CICES portant sur la connaissance éducative et scientifique. Néanmoins, dans l'approche LEK, plus d'emphase a été donnée à la classe CICES « Interactions intellectuelles et représentatives avec l'environnement naturel » autour de la gastronomie, des confréries, de l'art, et du folklore. Cette dernière catégorie a été principalement citée pour la grande alose, la lamproie marine, l'anguille européenne, et le saumon atlantique. Le saumon atlantique est aussi l'espèce la plus souvent identifiée dans la provision de services culturels.



De la preuve de la fourniture d'ESs à l'amélioration et à l'intégration des connaissances pour aider à la gestion des ressources naturelles

Comprendre la valeur des PMA et les bénéfices plus larges qu'ils fournissent nous permet d'identifier les coûts et bénéfices des ressources naturelles qui sous-tendent la présence de ces espèces (autres espèces, rivières, zones côtières etc.), et les coûts et bénéfices des stratégies de gestion. Les services identifiés en relation avec les PMA pourraient avoir des interactions complexes avec les systèmes naturels ainsi que des interactions complexes entre l'exploitation des bénéfices liés à ces services et la santé de la ressource naturelle fournissant ces services. Par exemple, Butler (2011) s'appuie sur l'exemple des populations de saumon et de phoque dans lequel il y a un décalage entre les bénéficiaires de services écosystémiques fournis par deux espèces distinctes. Les porteurs d'enjeux en lien avec la pêche de saumons voient la population de phoques comme une menace en termes de disponibilité du saumon pour la pêche, alors que les groupes de conservation des mammifères marins et les observateurs de la vie sauvage s'opposent au contrôle de la population de phoques pour le bien de la pêche, en raison de la valeur d'existence, de l'observation de la vie sauvage et des avantages touristiques qu'offre la population de phoques dans le nord-est de l'Écosse. Par conséquent, la provision de certains services culturels et les bénéficiaires associés (i.e. culturels: touristes d'aventure/observation de la vie sauvage) pourraient augmenter au détriment d'autres bénéfices apportés par le saumon aux porteurs d'enjeux en lien avec la pêche commerciale et récréative de l'espèce (i.e. culturels: pêcheurs, « Ghillies » ou guides sur les lieux de pêche, propriétaires des lieux de pêche, public; approvisionnement: fileyeurs, consommateurs). Auerbach et al. (2014) agrémentent l'exemple précédent en considérant non seulement l'interaction entre espèces mais aussi un niveau supérieur d'interaction pouvant intervenir dans les systèmes naturels. Par exemple, les bénéfices sociaux dérivés des rivières pourraient inclure les bénéfices des ESs associés aux PMA mais, dans les contextes de gestion actuels, d'autres bénéfices d'ESs sont souvent considérés en priorité (e.g. agriculture de plaines inondables et la signification culturelle de la biodiversité fluviale et rivulaire). Développer, par conséquent, des infrastructures liées à l'eau (barrages, digues, canaux) et les stratégies de gestion associées implique de considérer toutes les activités se tenant dans l'écosystème (e.g. production d'énergie hydroélectrique, refroidissement thermoélectrique, transport de personne et de matériel, récréation). Néanmoins, des compromis apparaissent souvent, avec certains bénéfices priorités (production d'énergie, prévention des inondations, agriculture) ou d'autres pas évalués par rapport aux bénéfices des ESs fournis par les rivières, et particulièrement, dans le cas de cette revue, avec les PMA. Les décideurs doivent au moins comprendre la nature et le volume de ces compromis (i.e. les barrages altèrent la circulation des sédiments, perturbent les signaux déclenchant la reproduction et la migration des PMA). La gestion actuelle n'est pas complètement étrangère au concept d'ESs associés aux PMA, mais comme souligné par Morton et al. (2017), pour la rivière Columbia (USA), la gestion pourrait parfois considérer la re-priorisation de la production hydroélectrique qui entraîne une perte des avantages économiques nets des ESs associés aux PMA (e.g. pêche, pêche à la ligne, cycle des nutriments). Plus généralement, Pope et al. (2016) soulignent que la perte complète de certains ESs pourrait arriver si aucune gestion intégrée des écosystèmes n'est adoptée. Ces auteurs citent la décision de construire des passes à poissons sur le barrage Landsburg à Rock Creek (USA) pour la recolonisation du saumon dans la zone et, par conséquent, la provision de services d'approvisionnement et culturels additionnels (par la pêche). Le travail de Semmens et al. (2011) est crucial dans la démonstration de la pertinence d'établir des liens écologiques entre des zones multiples dans lesquelles les PMA trouvent leurs habitats essentiels. La quantification des ESs associés aux PMA dans des zones différentes devrait permettre le développement d'une gestion spatialisée intégrée. Ainsi, des bénéfices locaux dépendraient de services issus d'autres régions quand la provision et l'utilisation des ESs ne se localisent pas dans la même région. La nature « transfrontalière » des flux de bénéfices de services écosystémiques (listés et quantifiés) associés aux PMA devrait être aussi reconnue et les politiques et réglementations pertinentes adoptées par les décideurs politiques.



Finalement, plus encore que le manque d'évaluation monétaire, l'intégration des données empiriques dans les processus de prise de décision est complexe. Presque aucune des 92 publications impliquent des porteurs d'enjeux dans l'identification et l'évaluation monétaire des ESs. Hattan et al. (2015) notent que tous les experts ne sont pas familiers avec la terminologie des ESs. Cela implique un effort supplémentaire pour les impliquer dans le processus. En combinant une synthèse des "preuves" existant dans la littérature sur les ESs associés aux PMAs avec la connaissance experte, ainsi qu'une revue critique et guidée de cette liste par les porteurs d'enjeux, une plus grande sensibilisation aux bénéfices associés aux PMAs et aux méthodes appliquées par les scientifiques en termes d'évaluation des ESs a été partagée.



Table 1. Level of contribution of diadromous species to provision of ES (within categories)

Section	CICES 5.1 Division/group/class	Anadromous (see Table 1)							Catadromous (see Table 1)			
		Salmon	Brown / sea trout	Sturgeon	Smelt	Allis Shad	Twaite Shad	Sea Lamprey	River Lamprey	Eel	Flounder	Mullet
Provisioning	Biomass (wild animals and their outputs)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Regulation and Maintenance	Transformation of biochemical or physical inputs to ecosystems – Bioremediation by micro-organisms, algae, plants, and animals	3	1									
	Regulation of physical, chemical, biological conditions – regulation of the chemical composition of freshwaters by living processes	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
	Regulation of physical, chemical, biological conditions – nutrient cycling (marine to terrestrial)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Decomposition and fixing processes and their effect on soil quality	3	3	3	3	3	3			1		
	Maintaining nursery populations and habitats (including gene pool protection)	3	3	3	3	3	3	3	3			
Cultural	Physical and experiential interactions with natural environment - Physical use of land/seascapes in different environmental settings	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics of living systems that enable education and training	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics of living systems that are resonant in terms of culture or heritage	3	3	3		3	3	3	3	3		
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics of living systems that enable aesthetic experiences	3	3							3		
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Elements of living systems that have symbolic meaning	3										



Section	CICES 5.1 Division/group/class	Anadromous (see Table 1)							Catadromous (see Table 1)			
		Salmon	Brown / sea trout	Sturgeon	Smelt	Allis Shad	Twaite Shad	Sea Lamprey	River Lamprey	Eel	Flounder	Mullet
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Elements of living systems that have sacred or religious meaning	3										
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics or features of living systems that have an existence value	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics or features of living systems that have an option or bequest value	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Other Supporting services Other Regulating services	Primary production	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Biological diversity	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Biological control							3	3			
	Larval /Gamete supply	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Scale of ecosystem service supplied relative to other features		Confidence in evidence	
#	Significant contribution	3	AA's relevant - Peer reviewed literature
#	Moderate contribution	2	Grey literature or evidence from outside AA's sites
#	Low contribution	1	Expert opinion
#	No or negligible ecosystem service provision		Not assessed
	Not assessed		

Table 2. ES provided by diadromous fish according to the expert knowledge (following MEA classification)



ES identification			Species		Case Studies Atlantic Area											
MEA classification	CICES 5.1 Division/group/class	ES (expert knowledge)	Nb.	Diadromous fish	Nb.	Ulla catchment	Gipuzcoan rivers	Minho catchment	Mondego catchment	Gironde/Garonne/Dordogne system	Loire catchment	Normand-Breton Bay/Gulf	Tamar (T), Frome (F) and Taff (Ta) rivers	Waterford harbour and the three sisters' rivers		
Provisioning services	Biomass (wild animals and their outputs)	Food provision	1	Allis shad	1a	8	1	2	3	4	5	6	7	9		
				Twaite shad	1b			X	X		X					
				Sea lamprey	2a	X		X	X	X	X					
				River lamprey	2b							X				
				European eel	3	X		X	X	X	X				X (T, F, Ta)	X
				Atlantic salmon	4			X							X (T, F)*	X
				Sea trout	5										X (T, F)*	
				European sturgeon	6											
				Thin lipped grey mullet	7			X	X			X			X (F)	
				European smelt	8											
				European flounder	9	X		X			X					
				Thin lipped grey mullet	7								X	X		
					Option value (Leather provision)	3										
	Option value (molecules provision)	4	Sea lamprey	2a	X**											
	Physical and experiential interactions with natural environment	Recreation sport fishing	5	Allis shad	1a			X	X			X				
				Twaite shad	1b	X		X	X	X					X	
				Sea lamprey	2a				X							
				River lamprey	2b				X							
				European eel	3		X									
				Atlantic salmon	4	X		X							X (T, F, Ta)	X
				Sea trout	5	X	X	X							X (T, F, Ta)	X
				European sturgeon	6											
				Thin lipped grey mullet	7	X	X	X							X (T, F, Ta)	
				European flounder	9		X	X							X (T, F, Ta)	X
	Other species	---											X			
	Sport fishing competitions	6	Atlantic salmon	4	X							X(Ta)				



ES identification			Species		Case Studies Atlantic Area												
MEA classification	CICES 5.1 Division/group/class	ES (expert knowledge)	Nb.	Diadromous fish	Nb.	Ulla catchment	Gipuzcoan rivers	Minho catchment	Mondego catchment	Gironde/Garonne/Dordogne system	Loire catchment	Normand-Breton Bay/Gulf	Tamar (T), Frome (F) and Taff (Ta) rivers	Waterford harbour and the three sisters' rivers			
Cultural services		Option value (fishing competitions)	7	Sea trout	5				X				X(Ta)				
				European flounder	9									X(T, F)	X		
				Twaite shad	1b											X	
		Spiritual, symbolic, and other interactions with natural environment	Spiritual experience (including emotional benefits)	8	European eel	3		X									
	Intellectual and representative interactions with natural environment – Characteristics of living systems that are resonant in terms of culture or heritage	Gastronomy around species and emotional brotherhood		9	Allis shad	1a			X	X							
					Twaite shad	1b	X		X								
					Sea lamprey	2a	X		X	X	X						
					River lamprey	2b											
					European eel	3	X	X	X	X							
					Atlantic salmon	4	X										
		Gastronomic festival or events			10	Allis shad	1a			X	X	X					
						Twaite shad	1b			X		X					
						Sea lamprey	2a	X		X	X	X					
						European eel	3	X		X	X						
						European flounder	9	X		X							
		Art and folklore			11	Allis shad	1a								X(T)		
						Sea lamprey	2a	X									
						Atlantic salmon	4	X									X
						European Smelt	8									X(T)	
		Local identity art benefits (songs, literature, painting, city emblems...)			12	Allis shad	1a										
					Twaite shad	1b											
	Atlantic salmon				4						X						
	Sea lamprey				2a	X				X							
	European sturgeon				6						X						
Traditional know-how,			13	Sea lamprey	2a	X			X		X						
				European eel	3	X	X		X	X							



ES identification			Species		Case Studies Atlantic Area											
MEA classification	CICES 5.1 Division/group/class	ES (expert knowledge)	Nb.	Diadromous fish	Nb.	Ulla catchment	Gipuzcoan rivers	Minho catchment	Mondego catchment	Gironde/Garonne/Dordogne system	Loire catchment	Normand-Breton Bay/Gulf	Tamar (T), Frome (F) and Taff (Ta) rivers	Waterford harbour and the three sisters' rivers		
Cultural services				Atlantic salmon	4								X(T, F)			
				Sea trout	5									X(F)		
				Diadromous fish	--							X				
	Characteristics or features of living systems that have an existence value	Natural heritage and natural diversity – the existence value	14	Allis shad	1a					X						
				Twaite shad	1b					X					X	
				Sea lamprey	2a					X						
				European eel	33					X						X
				Thin lipped grey mullet	7					X						
				All species (full assemblage of fishes)	---							X				X (T,F,Ta)
	Characteristics of living systems that enable scientific investigation or the creation of traditional ecological knowledge Characteristics of living systems that enable education and training	The potential for environmental education and research	15	Allis shad	1a					X				X (T)		
				Twaite shad	1b	X				X					X	
				Sea lamprey	2a					X						
				European eel	3	X	X			X			X		X (T,F,Ta)	X
Atlantic salmon				4	X	X	X							X (T,F,Ta)	X	
Sea trout				5										X (T,F)		
Regulating and Supporting services	Food web control	16	European eel	3									X (T,F,Ta)			
			Atlantic salmon	4										X (T,F,Ta)		
	Redistribution of fluxes, nutrient regulation (i.e. energy and matter, upstream, downstream inputs.)	17	Allis shad	1a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X (T)		
			Twaite shad	1b					X	X					X	
			Sea lamprey	2a					X					X (T,F,Ta)	X	
			European eel	3					X					X (T,F,Ta)	X	
			Atlantic salmon	4										X (T,F,Ta)	X	
			Sea trout	5										X (T,F,Ta)	X	
	Thin lipped Grey mullet	7						X					X			
	European smelt	8											X(T)	X		



ES identification			Species		Case Studies Atlantic Area														
MEA classification	CICES 5.1 Division/group/class	ES (expert knowledge)	Nb.	Diadromous fish	Nb.	Ulla catchment	Gipuzcoan rivers	Minho catchment	Mondego catchment	Gironde/Garonne/Dordogne system	Loire catchment	Normand-Breton Bay/Gulf	Tamar (T), Frome (F) and Taff (Ta) rivers	Waterford harbour and the three sisters' rivers					
	Biological cycle (i.e. other species biological cycle participation)		18	Allis shad	1a								X(T)						
				Twaite shad	1b														
				Sea Lamprey	2a										X (T,F,Ta)	X			
				European eel	3										X (T,F,Ta)	X			
				Atlantic salmon	4										X (T,F,Ta)	X			
				Sea trout	5										X (T,F,Ta)				
				Thin lipped grey mullet	7						X								
				European Smelt	8											X(T)			
			Sediment turnover and formation			19	Sea lamprey	2a								X (T,F,Ta)	X		
							River lamprey	2b										X (T,F,Ta)	X
							Atlantic salmon	4										X (T,F,Ta)	X
							Sea trout	5										X (T,F,Ta)	X

(*) Salmon or sea trout catches from commercial fisheries allowed until 2018, so no more provisional services from 2019.

(**) To potentially explore this unknown current value in some Atlantic case studies.

