

Conservation de la biodiversité et changement climatique, un nécessaire changement de paradigme Le cas des poissons migrateurs amphihalins

Les espèces les plus menacées font l'objet de plans de restauration visant à retrouver une situation antérieure jugée plus satisfaisante. Mais le changement climatique qui s'est opéré dans certaines régions nécessite de se poser la question de l'utilité de retrouver une situation antérieure devenue impossible à reproduire.

L concept de biodiversité est encore récent et la conservation de la biodiversité s'est progressivement construite en relais et en extension de la préservation des habitats, de la faune et de la flore, mise en place au travers de différentes conventions internationales (tableau 1). Toutes ces directives ou conventions, avec des spécificités et des angles d'approche différents mais beaucoup de similitudes dans les espèces, les habitats ou les écosystèmes concernés, agissent de façon synergique afin d'éviter leur dégradation, voire d'améliorer leur état. Les espèces les plus menacées ont fait l'objet de plans de restauration visant à retrouver une situation antérieure jugée plus satisfaisante. Compte tenu des délais nécessaires pour améliorer significativement la situation d'une espèce (ou d'un habitat) menacé, la plupart des plans de restauration sont encore en cours. Les parcs nationaux, les réserves naturelles, les arrêtés de biotope, les sites Natura 2000 ou plus récemment les aires marines protégées (cf. Pasquaud et Lobry, p. 122-125, dans ce même numéro), constituent des outils de choix pour la préservation de la biodiversité. Ces espaces comprennent des biotopes rares ou des habitats essentiels pour des espèces de faune et de flore menacées. L'ensemble de ces textes comme leurs déclinaisons opérationnelles ou réglementaires s'inscrivent implicitement dans un univers considéré comme à l'équilibre et sans dynamique propre.

Les poissons migrateurs amphihalins, des espèces menacées

On recense vingt-huit espèces de poissons migrateurs amphihalins en Europe dont onze en France métropolitaine. Pour accomplir leur cycle de vie, ces espèces effectuent des migrations de grande ampleur entre des habitats marins et des habitats fluviaux. Certaines, dites catadromes ou thalassotoques, se reproduisent en

rivière : c'est le cas de l'anguille européenne (photo 1), du mulot porc et du flet. Les autres espèces, dites anadromes ou potamotoques, se reproduisent en rivière et accomplissent l'essentiel de leur croissance en mer : ce sont la lamproie marine, la lamproie de rivière, l'esturgeon européen, la grande alose, l'alose feinte, l'éperlan, la truite fario et le saumon atlantique. Parmi les espèces présentes en France métropolitaine, huit font l'objet de mesures de gestion au titre de différentes directives ou conventions (tableau 2).

Des liens forts entre le climat et la distribution de ces espèces

Pour une espèce donnée, il est possible, à partir de l'observation de sa distribution historique (en théorie, sa distribution en absence de toute pression anthropique ou distribution « pristine »), d'en établir un modèle explicatif. Le « grain » de ces approches à large échelle est en général assez grossier ; par exemple, dans nos travaux sur les poissons migrateurs, l'unité de base choisie était le bassin versant. Les facteurs explicatifs retenus dans ces modèles statistiques (différents types de modèles statistiques peuvent être utilisés : modèle additif généralisé, réseau de neurones, régression logistique ordinaire, *boosted regression tree*...) peuvent être de différents types, mais il s'agit le plus souvent de facteurs abiotiques (biogéographiques, climatiques, édaphiques, hydrologiques...). Ainsi, les facteurs retenus pour expliquer, à l'aide d'un modèle additif généralisé, la distribution observée (présence/absence) du saumon atlantique vers 1900 (Lassalle *et al.*, 2008) sont la température moyenne annuelle de l'air à l'embouchure du bassin (°C ; TempAnn), la longitude à l'embouchure du bassin (° ; Long) et la surface du bassin versant (km² ; Surf) :

Formule =

$$\text{Salmo_salar} \sim s(\text{Long}, 2) + s(\text{Surf}, 2) + \text{TempAnn}$$



❶ L'anguille européenne, une espèce menacée d'extinction.

❶ Principales directives et conventions visant à la préservation de la diversité biologique sur le territoire métropolitain. Lieu et date d'ouverture de la convention, abréviation.

Conventions et directives	Lieu	Date d'ouverture	Abréviation
Convention relative aux zones humides d'importance internationale	Ramsar	1971	Ramsar
Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction	Washington	1975	CITES
Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe	Berne	1979	Berne
Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage	Bonn	1979	CMS
Directive européenne concernant la conservation des oiseaux sauvages	Luxembourg	1979	Oiseaux
Convention sur la diversité biologique	Rio	1992	CDB
Directive européenne pour la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore sauvage	Bruxelles	1992	HFF
Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du nord-est	Paris	1992	OSPAR

❷ Niveau de prise en compte (prise en compte [listée], strictement protégées [listée +]) des différentes espèces de poissons migrateurs présentes en France métropolitaine dans les conventions internationales, les listes rouges française et mondiale de l'Union internationale de conservation de la nature (UICN France, UICN Monde) ainsi que dans les instances de gestion française dédiées aux poissons migrateurs (Comités de gestion des poissons migrateurs, Cogepomi, 1994).

	HFF	CITES (mai 2009)	Berne	Bonn	OSPAR (2004)	UICN France (décembre 2009)	UICN Monde (février 2009)	Cogepomi (1994)
Lamproie marine	Listée		Listée		Listée	Presque menacée	Préoccupation mineure	Listée
Lamproie de rivière	Listée		Listée			Vulnérable	Préoccupation mineure	Listée
Esturgeon européen	Listée	Annexe 1	Listée +	Listée +	Listée	En danger critique d'extinction	En danger critique d'extinction	
Anguille européenne	Listée	Annexe 2				En danger critique d'extinction	En danger critique d'extinction	Listée
Grande alose	Listée		Listée		Listée	Vulnérable	Préoccupation mineure	Listée
Alose feinte	Listée		Listée			Vulnérable	Préoccupation mineure	Listée
Éperlan							Préoccupation mineure	
Truite fario						Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	Listée
Saumon atlantique	Listée		Listée	Listée	Listée	Vulnérable	Presque menacée	Listée
Flet						Données insuffisantes	Préoccupation mineure	
Mulot porc						Préoccupation mineure	Préoccupation mineure	

► À la même échelle spatiale et temporelle, nous avons cherché à affiner la relation, en construisant un modèle prenant en compte l'abondance de l'espèce (quatre classes : absente, rare, commune et abondante) – (Lassalle et Rochard, 2009). Pour cela, nous avons retenu un modèle de régression logistique ordinaire (*Proportional Odds Model*). Les facteurs retenus sont cette fois, la surface du bassin versant (km² ; Surf), l'altitude de la source (m ; Elv) et la température moyenne estivale de l'air (°C ; TempSum) :

$$\text{Formule} = \text{pol}(\text{Surf}, 2) + \text{Elv} + \text{pol}(\text{TempSum}, 2)$$

Dans les deux cas, une expression de la température a été retenue dans les modèles.

Nous savons, par ailleurs, que la température influence la plupart des phénomènes biologiques et les traits d'histoires de vie des espèces. C'est particulièrement vrai pour les espèces ectothermes comme les poissons (Ficke *et al.*, 2007) ou les amphibiens. On peut ainsi fortement supposer que pour une espèce intégrant une expression de la température dans son modèle de distribution, tout changement climatique important induira à terme une modification de son aire de distribution potentielle. C'est par exemple ce qu'illustre l'évolution de la distribution des espèces depuis la dernière glaciation.

Une évidence peu contestable

Les espèces animales et végétales sont capables de s'adapter aux changements climatiques. Cela peut se faire sur place par modification des traits d'histoire de vie (si le changement reste modéré ou que l'espèce n'est pas en limite de son aire de distribution) ou en se déplaçant. En Europe, une température plus fraîche peut généralement être trouvée à une altitude plus élevée ou plus au nord de la situation de départ.

Ces dernières décennies, de nombreuses espèces animales ou végétales ont décalé vers le nord leurs aires de distribution avec en moyenne un décalage de 6,1 km/

décade. Chez les poissons migrateurs, l'éperlan (espèce affectionnant des eaux fraîches) a disparu du bassin de la Garonne, décalant ainsi vers le nord sa limite sud de distribution. Au contraire, la grande alose et le mulot porc (espèces affectionnant des eaux plus chaudes) colonisent maintenant de façon régulière les bassins normands, décalant ainsi vers le nord leur limite nord de distribution. On observe le même phénomène pour les oiseaux migrateurs dont les ajustements aux conditions environnementales sont encore plus rapides. La remontée des isothermes a conduit ces espèces à hiverner plus au nord. À l'inverse, on assiste à une colonisation progressive d'espèces méridionales, notamment pour l'hivernage et la nidification.

Le réchauffement en cours, une pression supplémentaire ?

La température de l'air a augmenté en France, en moyenne, de 0,7 à 1,1 °C, au cours du vingtième siècle et la dernière décennie du siècle précédent est la plus chaude enregistrée depuis cent cinquante ans. Concernant les précipitations, on a observé ces quinze dernières années un assèchement du pourtour méditerranéen et une humidification de l'ouest et du nord de l'Europe.

En fonction des différentes trajectoires socio-économiques mondiales possibles, on aboutit à autant d'évolutions possibles du climat. Quatre grandes hypothèses d'évolution socio-économique à l'échelle mondiale ont été retenues par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC, 2000) – figure 1.

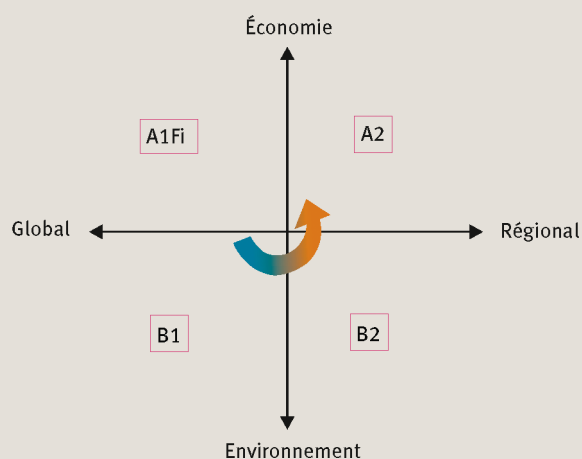
Selon les scénarios, on pourrait assister à une augmentation de 1,5 à 3 °C d'ici 2050 et de 1,5 à 6 °C d'ici 2100. Dans le même temps, on attend une accélération du cycle de l'eau et une accentuation des différences régionales, par exemple, les zones équatoriales et pôles plus humides, les zones méditerranéennes et tropicales plus sèches.

Les modifications climatiques correspondant à ces scénarios pour le siècle à venir sont d'une très grande ampleur et très rapides comparativement à ce qui s'est passé depuis le dernier épisode glaciaire (Würm 18000 bp). On peut ainsi s'attendre à ce que la faune, la flore et les habitats soient fortement affectés par ce changement. Le changement climatique constitue donc bien une pression supplémentaire qui pour certaines espèces (notamment les espèces affectionnant les températures fraîches) augmente considérablement le niveau des menaces qui pèsent sur elles.

La nécessité de changer de paradigme

La conservation des espèces a jusqu'à lors été implicitement basée sur le mythe d'un environnement stable (la liste des espèces considérées comme natives d'un pays et sur la base de laquelle des mesures d'éradication peuvent être mises en œuvre est une illustration de cet état d'esprit selon lequel les aires de distribution sont figées). La restauration d'une espèce menacée visait à retrouver une situation passée, jugée plus satisfaisante. Pour cela il « suffirait » de corriger les atteintes aux habitats de l'espèce, de limiter les pressions qui s'exercent sur elle, voire de l'aider en soutenant ces effectifs ou en affaiblissant ses prédateurs. Pour certaines espèces emblématiques,

1 Les quatre familles de scénarios socio économiques d'émissions de gaz à effet de serre.



Les émissions de gaz à effet de serre augmentent de B1 à A1Fi suivant le sens de la flèche.

comme le saumon atlantique par exemple, des engagements politiques forts et des montants financiers très conséquents ont été consacrés à leur restauration depuis la seconde moitié du vingtième siècle. Les mesures prises ont empêché sa disparition même si pour autant, à ce jour, les résultats sont encore globalement médiocres, faute d'avoir pris en compte correctement l'ensemble des contraintes pesant sur l'espèce.

Malheureusement, le climat quasiment stable depuis plusieurs milliers d'années a recommencé à changer. Il influence directement (température, pluie, vent) ou indirectement (débit des cours d'eau, niveau de la mer) la distribution des espèces, et en Europe, la tendance actuelle est à un déplacement vers le nord des aires de distributions des espèces. Ainsi, un habitat favorable pour une espèce vers 1900 pourrait, tout à fait, pour des raisons strictement climatiques et indépendamment de toutes pressions anthropiques régionales, ne plus l'être en 2100. Selon le même processus, un habitat préalablement défavorable pourrait devenir favorable.

Si on accepte ce nouveau contexte, il apparaît désormais impossible, pour un lieu donné, de retrouver dans un avenir proche les conditions climatiques y prévalant il y a un siècle. Par conséquent, la conservation des différentes espèces ne pourra être envisagée raisonnablement que dans des bassins qui présentent actuellement et présenteront encore d'ici un siècle des conditions favorables à l'espèce. Ce qui, compte tenu de ce que nous venons de voir peut, dans de nombreux cas, ne pas correspondre à la distribution historique de l'espèce.

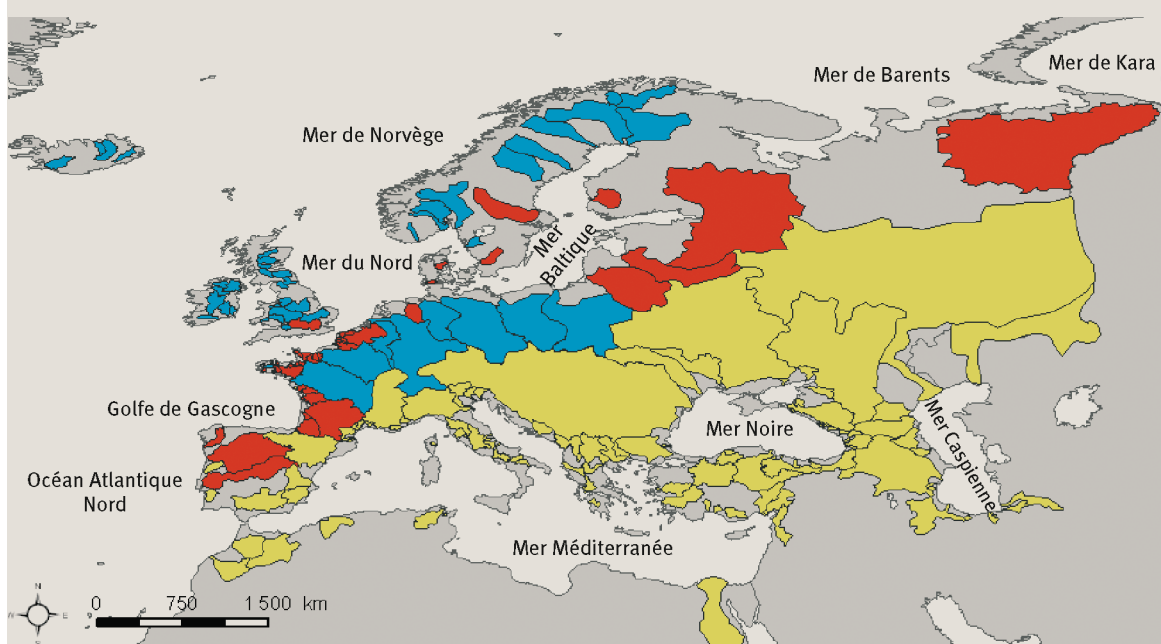
Simulation des aires de distribution potentielles

À partir des modèles que nous avons vus précédemment, il est possible de projeter par simulation la distribution potentielle d'une espèce selon différents scénarios.

Par exemple, la figure 2 présente, pour un des scénarios socio-économiques les plus pessimistes (A2) (figure 1), la distribution des bassins versants potentiellement favorables pour le saumon atlantique. Les données climatiques sont issues de la base TYN SC 2.03 et proviennent de l'exploitation du modèle couplé océan-atmosphère HadCM3, sur la période 2070-2099. Cet exemple met en évidence une diminution drastique du nombre de bassins versants climatiquement favorables pour le saumon atlantique (figure 2). Selon ce scénario, l'espèce conserverait une zone centrale climatiquement favorable mais perdrait ses implantations les plus méridionales ainsi qu'une partie des affluents au sud de la Baltique. Aucun bassin versant ne deviendrait favorable pour cette espèce.

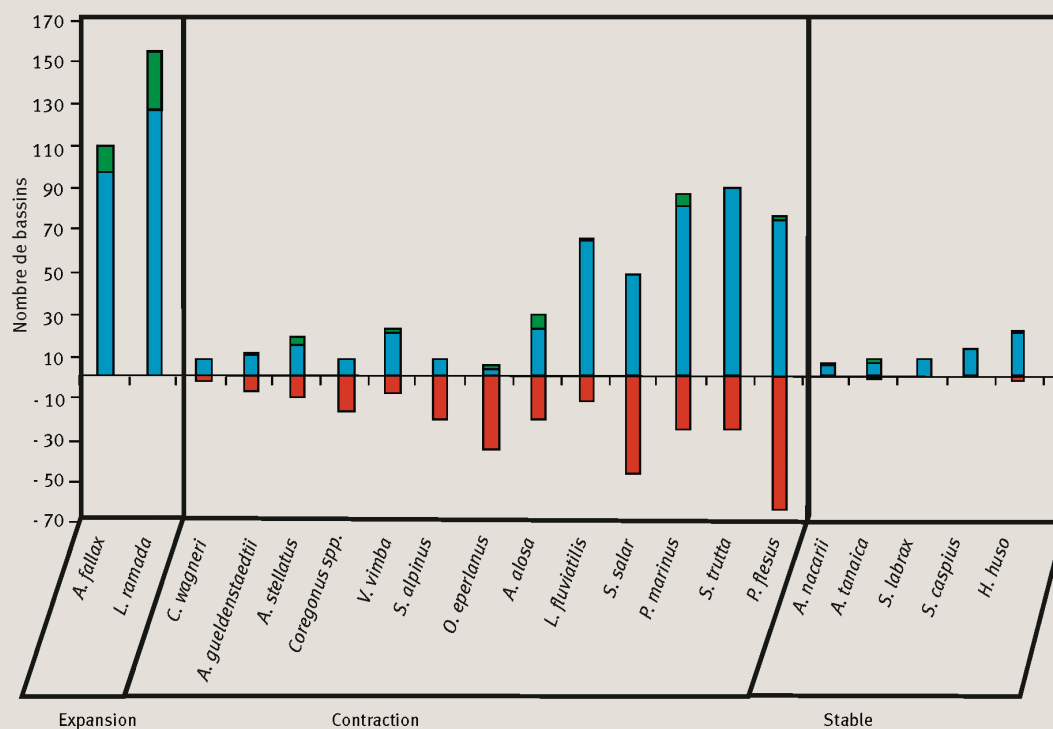
Pour ce même scénario, la plupart des espèces de poissons migrateurs européens verraient, comme le saumon atlantique, leur aire de distribution potentielle se contracter (figure 3). Seuls le mulot porc *Liza ramada* et l'aloise feinte *Alosa fallax* pourraient voir leur aire de distribution potentielle s'agrandir ; les espèces de la Mer Caspienne conservant quant à elle une distribution quasiment inchangée. Selon les scénarios, les aires de distribution potentielles projetées sont graduellement (figure 1) plus ou moins éloignées de la situation historique.

2 Distribution des bassins versants potentiellement favorables pour le saumon atlantique (scénario A2, 2100).



En jaune, les bassins versants sans saumon en 1900 et pour lesquels le modèle présence-absence ne prévoit pas de changement avec notre scénario 2100. En rouge, les bassins où l'espèce était présente en 1900 et que notre scénario 2100 prédit comme non favorables à l'espèce. En bleu, les bassins où l'espèce était présente en 1900 et que notre scénario 2100 prédit comme favorables à l'espèce.

③ Évolution du nombre de bassins potentiellement favorables pour les différentes espèces de poissons migrateurs européens.



En bleu, les bassins qui resteraient favorables en 2100, en rouge les bassins qui ne seraient plus favorables en 2100 et en vert les bassins qui deviendraient favorables en 2100. Simulation modèle GAM, GCM HadCM3, scénario A2, période 2070-2099 (Lassalle *et al.*, 2008).

De la même façon, ce type de projections permet d'identifier les régions les plus fortement impactées (perte ou gain de favorabilité pour un grand nombre d'espèces) et celles qui le sont moins. Pour les poissons migrateurs, les projections annoncent une raréfaction de la diversité spécifique dans le sud de l'Europe (péninsule ibérique, sud de la France) et une augmentation sur le centre (Allemagne, Pologne) ; la région ponto-caspienne pourrait être proportionnellement moins affectée.

Pour d'autres groupes taxonomiques, l'évolution de la diversité spécifique pourrait être différente selon leur distribution historique et les éventuelles possibilités d'émigration à partir de zones situées plus au sud. C'est le cas, par exemple, pour les espèces marines avec l'arrivée sur la côte méditerranéenne d'espèces originaires de la Mer Rouge via le canal de Suez.

Ce que ça change

Pour les espèces affectionnant des températures fraîches, le contexte va être plus compliqué alors qu'au contraire, il va faciliter les choses pour les espèces affectionnant des températures plus élevées.

Au vu des résultats des projections d'aires de distribution, il apparaît de façon générale que la conservation et la restauration de la biodiversité doit être repensée dans sa dimension géographique. Les zones qui sont ou seront les plus intéressantes pour la conservation de la biodiversité ou la restauration d'espèces menacées ne sont pas

nécessairement les zones sur lesquelles ont été mises en place les mesures de protection ou de restauration. Des travaux récents ont ainsi montré, pour plusieurs groupes d'espèces de la faune africaine, que les réserves actuelles pourraient ne plus être favorables à l'avenir aux espèces pour lesquelles elles avaient été mises en place.

Il apparaît également que certains plans de restauration ne sont plus réalistes là où ils ont été implémentés et que les efforts devraient être redéployés.

La fragmentation des paysages européens est susceptible d'empêcher de nombreuses espèces d'émigrer vers de nouvelles régions au climat plus favorable. L'adaptation d'une espèce au changement climatique dépendra, dans une large mesure, de sa capacité à se disperser et à trouver des habitats adaptés (Branch, 2007). Dans ce contexte, les Trames vertes et bleues issues du Grenelle de l'Environnement (*cf.* dans ce même numéro : Bergès *et al.*, p. 34-39 ; Amsallem *et al.*, p. 40-45 ; François *et al.*, p. 110-115 ; Piel et Van peene, p. 116-121) apparaissent comme des outils en théorie particulièrement pertinents pour la préservation des espèces, en permettant leur déplacement et leur éventuel repositionnement.

Les réactions à ce type de résultats

Parmi les gestionnaires et les porteurs d'enjeux, les réactions varient selon qu'ils travaillent plutôt à large échelle (européenne, nationale, régionale) ou à l'échelle d'un bassin versant. Les premiers sont très intéressés par ces

travaux à une échelle qui leur convient (à la fois dans l'espace et dans le temps) et leur donnent des éléments prospectifs sur les tendances évolutives et les espèces dont les statuts pourraient évoluer. Les seconds sont également intéressés mais généralement dubitatifs sur une approche qui explicitement se situe à une échelle qui n'est pas la leur (ni dans l'espace, ni dans le temps). Selon que les résultats vont ou non dans le sens qu'ils souhaitent, ils les acceptent sans réticence ou au contraire, ils les nient en contestant l'approche statistique retenue ou les modèles climatiques utilisés comme variables d'entrée.

On observe nettement un gradient nord-sud dans ces réactions. Dans notre exemple des poissons migrateurs, les bassins situés au nord de l'Europe pourraient voir leur favorabilité augmenter pour plusieurs espèces et en sont plutôt satisfaits. Au contraire, les bassins situés au sud pourraient voir une diminution de leur favorabilité pour la plupart des espèces, ce qui est particulièrement difficile à admettre pour les gestionnaires qui estiment avoir fait des efforts pour améliorer la situation vis-à-vis des pressions anthropiques régionales.

Il apparaît que, dans certains cas, les gestionnaires sont même prêts à envisager une artificialisation non négligeable des conditions de vie d'une espèce qu'ils considèrent comme particulièrement importante pour eux, e.g. emblème d'une région.

Conclusion

De nombreuses incertitudes subsistent sur les causes et le rythme du changement climatique, mais on en observe déjà les premières conséquences sur la distribution des espèces et leurs traits d'histoire de vie.

Dans ce contexte, les situations historiques ne sont plus des références valables pour les plans d'action visant à la conservation de la biodiversité. Les projections des aires de distribution potentielles selon des scénarios constituent désormais des éléments incontournables pour juger et hiérarchiser, dans une approche prospective, les différentes options de restauration. À l'adaptation des espèces au changement climatique devra désormais faire écho l'adaptation des mesures et des pratiques de conservation de la biodiversité. Quel que soit le scénario, la restauration de la continuité géographique terrestre et aquatique est une mesure qui devrait faciliter la mise en place des nouvelles distributions en assurant un meilleur repositionnement des espèces. ■

Les auteurs

Éric Rochard

Cemagref, centre de Bordeaux, UR EPBX,
Écosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins,
50 avenue de Verdun 33612 Cestas
eric.rochard@cemagref.fr

Géraldine Lassalle

Cemagref, centre de Bordeaux, UR EPBX,
Écosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins,
50 avenue de Verdun 33612 Cestas
geraldine.lassalle@cemagref.fr

Remerciements

Ce travail a été réalisé grâce au soutien du ministère en charge de l'environnement (programme GICC2), de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques, de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, du programme Seine-aval (Expertise scientifique collective sur l'impact du changement climatique) et du Cemagref. Il a bénéficié de nombreux échanges et discussions avec des gestionnaires et avec des scientifiques affiliés au réseau Diadfish.

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- BRANCH, P., 2007, *Biodiversité et aménagement du territoire dans un climat en mutation*, Rapport final du projet BRANCH, Natural England, UK, 32 p.
- FICKE, A., MYRICK, C., HANSEN, L., 2007, Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries, *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, n° 17, p. 581-613.
- IPCC, 2000, *Emissions scenarios*, Cambridge University Press.
- LASSALLE, G., BÉGUER, M., BEAULATON, L., ROCHARD, E., 2008, Diadromous fish conservation plans need to consider global warming issues: An approach using biogeographical models, *Biological Conservation*, n° 141, p. 1105-1118.
- LASSALLE, G., ROCHARD, E., 2009, Impact of twenty-first century climate change on diadromous fish spread over Europe, North Africa and the Middle East, *Global Change Biology*, n° 15, p. 1072-1089.