



HAL
open science

Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices. Rapport final 2010

Jérôme Belliard, Sarah Beslagic, Vanessa Demougin, Olivier Delaigue, Didier Pont

► **To cite this version:**

Jérôme Belliard, Sarah Beslagic, Vanessa Demougin, Olivier Delaigue, Didier Pont. Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices. Rapport final 2010. [Rapport de recherche] irstea. 2011, pp.19. hal-02599672

HAL Id: hal-02599672

<https://hal.inrae.fr/hal-02599672v1>

Submitted on 16 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Partenariat 2010 – Domaine "Espèces aquatiques continentales". - Action "Poissons migrateurs" 5.2



Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices

Rapport Final 2010

*J. Belliard
S. Beslagic
V. Demougin
O. Delaigue
D. Pont*

Mars 2011

CONTEXTE

L'indice poisson rivière fait actuellement l'objet d'un travail de développement d'une nouvelle version (projet IPR+) mené pour l'essentiel dans le cadre de l'action n° 14 de la convention ONEMA / Cemagref. Dans la version actuellement utilisée, le calcul de l'IPR se base sur un nombre limité d'espèces parmi lesquelles seules 2 espèces amphihalines, l'anguille et le saumon, sont prises en compte. Ainsi une part importante de la communauté des espèces de grands migrateurs est largement négligée alors mêmes qu'elle représente des enjeux forts en terme de conservation de la biodiversité et de la gestion des milieux aquatiques (problématique de la continuité). L'objectif de la tâche 2 de l'action 5 est de mettre au point une métrique basée exclusivement sur les espèces migratrices et qui pourra être intégrée à terme à la future version de l'indice poisson rivière.

Les auteurs

Jérôme Belliard (HBAN)
jerome.belliard@cemagref.fr

Sarah Beslagic
Vanessa Demougin
Olivier Deliaque
Didier Pont

Les correspondants

Onema : Direction de l'action scientifique et technique
Laurent Beaulaton, laurent.beaulaton@onema.fr

Cemagref : Unité de recherche Ecosystèmes estuariens et poissons migrateurs amphihalins
Paul Gonthier, paul.gonthier@cemagref.fr
Patrick Lambert, patrick.lambert@cemagref.fr

Droits d'usage :	<i>Diffusion restreinte</i>
Couverture géographique :	<i>national</i>
Niveau géographique :	<i>national</i>
Niveau de lecture :	<i>experts</i>
Nature de la ressource :	<i>Document</i>

Développement d'une métrique basée sur les espèces migratrices

Introduction

Le développement d'une nouvelle version de l'IPR (IPR+) fait l'objet d'une sous-action spécifique dans le cadre de la convention ONEMA/Cemagref (cf. action 14 "Développement et optimisation des méthodes de bioindication pour les cours d'eau"). En lien avec le développement de l'IPR+, la mise au point d'une métrique spécifiquement ciblée sur les espèces migratrices amphihalines fait appel à une démarche particulière et a été regroupée avec les autres projets menés sur les migrateurs dans le cadre de l'action 5.

L'importance de développer une métrique "migrateurs" s'est imposée dès la phase de réflexion concernant l'évolution de l'IPR en considérant notamment les deux éléments suivants :

- l'IPR, dans sa version actuelle (Norme AFNOR NF T90-344), prend peu en compte les espèces amphihalines (seules 2 espèces, le saumon et l'anguille, sont intégrées dans le calcul), il apparaît donc souhaitable, compte tenu des enjeux qui leurs sont associés, de mieux les intégrer dans les outils qui seront utilisés pour évaluer l'état écologique préconisé par la DCE
- une métrique spécifique basée sur les espèces migratrices constitue a priori un moyen efficace d'évaluer les problèmes de continuité à l'intérieur du réseau hydrographique; cet aspect, explicitement cité dans le texte de la DCE, étant à l'heure actuelle mal pris en compte par les outils de bio-indication existants.

Le présent document constitue le rapport final consacré à la mise au point de la métrique migrateurs qui a vocation à intégrer le futur indice poisson français (aucun financement n'ayant été demandé sur ce sujet dans le cadre de la convention ONEMA / Cemagref 2011). Cependant, si les principes de construction et de fonctionnement de cette métrique sont maintenant définis et validés, un certain nombre d'évolutions et de compléments des jeux de données de référence sont d'ores et déjà envisagés avant l'intégration définitive de la métrique dans l'indice poisson français. Ils seront évoqués à fin de ce rapport. Ces éventuelles modifications feront l'objet, le cas échéant, d'une présentation détaillée dans les prochains rapports qui évoqueront le développement de l'Indice poisson français.

Ce rapport reprend pour partie des éléments déjà présentés dans les rapports d'étape des années précédentes. Il s'articule autour des parties suivantes :

- l'évocation des principes de mise au point de la métrique migrateurs
- la présentation des données qualifiant la présence ancienne des espèces migratrices dans le réseau hydrographique français et qui constituent une source essentielle pour définir la répartition des espèces en situation de référence.
- le détail de construction de la métrique et les données utilisées pour le calcul de métrique
- le test de la réponse de la métrique aux critères de pressions liés à la continuité du réseau hydrographique
- en conclusion les pistes d'évolution à court et moyen terme et les points qui devront être traités avant l'intégration définitive de la métrique dans l'indice global.

Principes généraux de mise au point de la métrique migrateur

La démarche retenue pour développer les différentes métriques composant l'IPR se base sur deux principes fondamentaux :

- une définition des caractéristiques des peuplements en conditions de référence reposant sur des échantillonnages récents effectués par pêches électriques sur des sites pas ou peu impactés par l'homme (jeu de données de calibration) ; ces données servent ensuite à bâtir des modèles permettant de prédire les caractéristiques supposées du peuplement en situation de référence en tout point du réseau hydrographique.
- une mesure de l'écart entre les caractéristiques du peuplement observé sur un site donné, appréciée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique, et la composition du peuplement prédite par les modèles en situation de référence.

Cette démarche n'est en revanche pas directement transposable aux espèces de grands migrateurs en raison notamment des deux limites suivantes :

- au cours des deux derniers siècles, la plupart des espèces amphihalines ont subi une régression parfois considérable de leur aire de répartition continentale. Baser la définition de la situation de référence "migrateurs" sur des échantillonnages effectués récemment reviendrait donc à entériner la disparition de certaines espèces sur une grande partie de leur aire de distribution d'origine.
- la pêche à l'électricité donne une image très imparfaite de la situation de certaines espèces amphihalines en raison soit de difficultés de capture, soit de leur présence saisonnière dans le réseau hydrographique ne correspondant pas aux périodes classiques d'échantillonnage. Limiter la connaissance de la situation actuelle des populations de migrateurs aux seuls échantillonnages par pêche électrique apparaît donc insuffisant.

A partir de ce constat, il a été décidé de développer une démarche originale pour la mise au point d'une métrique "migrateurs" qui, tout en conservant le principe de comparaison entre situation observée et situation de référence, ne se limite pas à l'utilisation des seules données de pêches électriques.

Pour qualifier la répartition des espèces en situation de référence, nous avons eu recours principalement à des données historiques, concernant essentiellement la période 19^e et 20^e siècle, permettant de mieux cerner la distribution potentielle des différentes espèces dans le réseau hydrographique. Pour qualifier la situation actuelle des espèces, nous avons choisi d'élargir la nature des données utilisées en intégrant non seulement les données de pêches électriques, mais également, plus largement, toutes les informations pertinentes complémentaires (observations, captures ...) permettant de préciser au mieux la distribution actuelle des espèces.

La construction de la métrique consiste à comparer, pour un site ou un tronçon de cours d'eau donné, la liste des espèces migratrices actuellement présentes à celle des espèces présentes en situation de référence établie en particulier à partir des données historiques.

Données disponibles pour qualifier la répartition des espèces en situation de référence

Comme évoqué précédemment, apprécier la répartition des espèces migratrices en situation de référence constitue une étape clé de la mise au point d'une métrique migrateurs. En l'état actuel de l'avancement du projet deux sources d'informations complémentaires sont disponibles :

- une base de données regroupant des informations sur la répartition historique des espèces migratrices dans le réseau hydrographique français (complétées le cas échéant par des informations actuelles pour certaines espèces ou régions déficitaires en données anciennes) régulièrement alimentée et complétée.
- des informations sur la présence historique des migrateurs renseignées à l'échelle de chacun des sites de pêche électrique inclus dans le jeu de données servant à la mise au point de la nouvelle version de l'indice poisson. Ces informations ont été renseignées par les agents des DIR de l'ONEMA à partir de leurs connaissances et expertise.

Base de données concernant la répartition historique des espèces

Pour caractériser la répartition des espèces migratrices en situation de référence, nous avons constitué une base de données regroupant des informations concernant la présence historique des différentes espèces migratrices dans le réseau hydrographique. Ces données sont issues de différentes sources : publications récentes reprenant des informations sur la répartition ancienne des espèces, littérature scientifique ancienne, inventaires naturalistes (réalisés en général à l'échelon départemental), cartes piscicoles éditées au cours du 20^e siècle, archives administratives (notamment sur la situation des stocks de différentes espèces)... Dans la mesure où ces données historiques sont utilisées pour reconstituer des aires de répartition potentielle des espèces, nous avons fait le choix de compléter les données anciennes par des données plus actuelles lorsque celles-ci permettaient de préciser les connaissances pour certaines espèces et/ou certains bassins déficitaires en informations.

Cette base de données est organisée de manière simple autour des deux tables suivantes:

- la table principale qui regroupe l'ensemble des observations (OBSERVATION), chaque enregistrement correspondant à l'observation d'une espèce (ou d'un taxon) pour un lieu donné (plus ou moins précisément établi) et une date donnée (plus ou moins strictement établie)
- une seconde table liée à la première correspond au référentiel taxonomique utilisé (TAXON); un niveau taxonomique générique a été prévu lorsque l'identification de l'espèce n'est pas établie (ex genre *Alosa*).

Chaque observation est resituée dans l'espace (coordonnées géographiques en Lambert II étendu) et dans le temps (champ date). Plusieurs champs ont été définis pour qualifier la qualité de l'observation. Ils concernent notamment :

- la précision associée à la localisation de l'observation (pouvant aller d'une localisation très précise à une information concernant la présence sur un cours d'eau sans plus de précision)
- la précision associée à la date de l'observation (une observation pouvant être reliée à une date précise au jour près ou à l'inverse correspondre à une période de temps plus ou moins clairement délimitée)
- la qualité globale de l'observation attribuée en fonction du niveau d'identification du taxon et de la précision de la localisation et de la datation de l'observation.
-

Par ailleurs il existe des liens entre cette base de données et une base bibliographique développée sous EndNote permettant d'associer chaque observation à la source documentaire dont elle est issue.

Cette base de données, constituée à l'origine en lien avec le programme européen EFI+ est régulièrement alimentée à mesure que de nouvelles données sont identifiées, elle a donc jusqu'à présent été en constante évolution. Elle concerne actuellement 11 espèces (ou taxons) mentionnées dans le tableau I. A signaler qu'aucune donnée historique concernant l'Anguille n'a été intégrée dans cette base, les données récentes ou actuelles concernant cette espèce étant jugées a priori plus nombreuses et pertinentes pour reconstituer sa répartition potentielle et donc définir la répartition en condition de référence. A l'heure actuelle cette base de données regroupe 1803 observations.

Tableau I : Liste des espèces ou taxons pris en compte dans la base de données historiques et nombre d'observations bancarisées.

Espèces		Nombre d'observations
Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>	231
Lamproie fluviatile	<i>Lampetra fluviatilis</i>	62
Esturgeon européen	<i>Acipenser sturio</i>	191
Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>	650
Truite de mer	<i>Salmo trutta fario</i>	82
Houting	<i>Coregonus oxyrhynchus</i>	1
Eperlan	<i>Osmerus eperlanus</i>	14
Grande alose	<i>Alosa alosa</i>	189
Alose finte	<i>Alosa fallax</i>	116
Alose(s)	<i>Alosa sp.</i>	86
Mulet(s)	<i>Mugilidae sp.</i>	47
Flet	<i>Platichthys flesus</i>	134

Le saumon constitue, de loin, l'espèce donnant lieu au plus grand nombre d'observations (plus de 36% du total). Logiquement, l'espèce était historiquement signalée sur la plupart des cours d'eau se jetant dans la Mer du Nord, la Manche et l'Atlantique, des bassins du Rhin (et ses affluents) de la Meuse et de l'Aa au nord, à la Bidassoa à la frontière franco-espagnole. A signaler également la mention accidentelle de l'espèce sur le bassin du Rhône (mention erronée ou individus égarés en provenance du bassin du Rhin via les canaux ?).

Les aloses fournissent également un nombre d'observations conséquent (22 % pour les 2 espèces confondues) mais le statut spécifique (distinction alose finte : grande alose) n'est pas toujours établi clairement dans les ouvrages anciens, rendant souvent difficile l'identification des limites de répartition de l'aloise finte (espèce qui pénètre le moins loin dans le réseau hydrographique) quand les deux espèces cohabitent. La présence de la grande alose sur les bassins méditerranéens est une question qui reste ouverte. Si de nombreuses sources anciennes mentionnent l'espèce sur les grands bassins méditerranéens, des travaux récents tendent à prouver que la grande alose était naturellement absente notamment sur le Rhône, les seuls individus identifiés avec certitude étant le résultat d'introductions (les mentions anciennes étant dans ce contexte des erreurs d'identification concernant des aloses fintes de grande taille).

La lamproie marine regroupe près de 13 % des observations qui concernent de nombreux bassins de grande taille ou de taille moyenne aussi bien sur le versant atlantique que sur le versant méditerranéen.

L'esturgeon regroupe plus de 10 % des observations. Historiquement, il était observé sur tous les grands fleuves français ainsi que sur leurs affluents principaux. Il était également présent sur des bassins plus modestes (Adour, Charente, Orne, Somme par exemple). Il convient de signaler que dès le 19^e siècle, l'observation de cette espèce apparaît déjà exceptionnelle sur de nombreux bassins (Seine et Loire en particulier) (Fig.1).

Le flet regroupe plus de 7 % des observations tant pour les cours d'eau de la façade atlantique que pour ceux du versant méditerranéen (mais dans une moindre mesure pour ces derniers). Si l'espèce est actuellement confinée aux parties les plus aval des cours d'eau, les données historiques montrent qu'elle pouvait remonter parfois très en amont dans certains bassins versants et notamment celui de la Loire encore très peu aménagé au 19^e siècle (mentionnée par exemple sur la Moselle, la Dore, la Sioule, la Creuse ou le Doubs) (Fig. 1).

Bien que faisant l'objet d'un nombre très réduit d'observations (moins de 1 % du total), la répartition historique de l'éperlan est bien délimitée, la présence de l'espèce étant limitée à la partie estuarienne de quelques fleuves français situés pour l'essentiel au nord du pays.

Les autres espèces présentent un nombre d'observations souvent trop limité pour espérer reconstituer suffisamment précisément leur aire de répartition potentielle. C'est notamment le cas de la lamproie fluviatile qui, bien que signalée en de nombreux points du territoire, correspond à un nombre très restreint d'observations (3 % des observations). De même, l'aire de distribution historique de la truite de mer est extrêmement mal connue, les observations déjà peu nombreuses dans la base (4,5 % des données) correspondant presque exclusivement à des données récentes postérieures à 1950. Enfin les données concernant les mulets donnent une vision probablement sous évaluée de leur distribution continentale potentielle. A signaler enfin la présence d'une donnée relative au houting (*Coregonus oxyrhynchus*) même si la présence historique naturelle de l'espèce en France semble actuellement remise en cause.

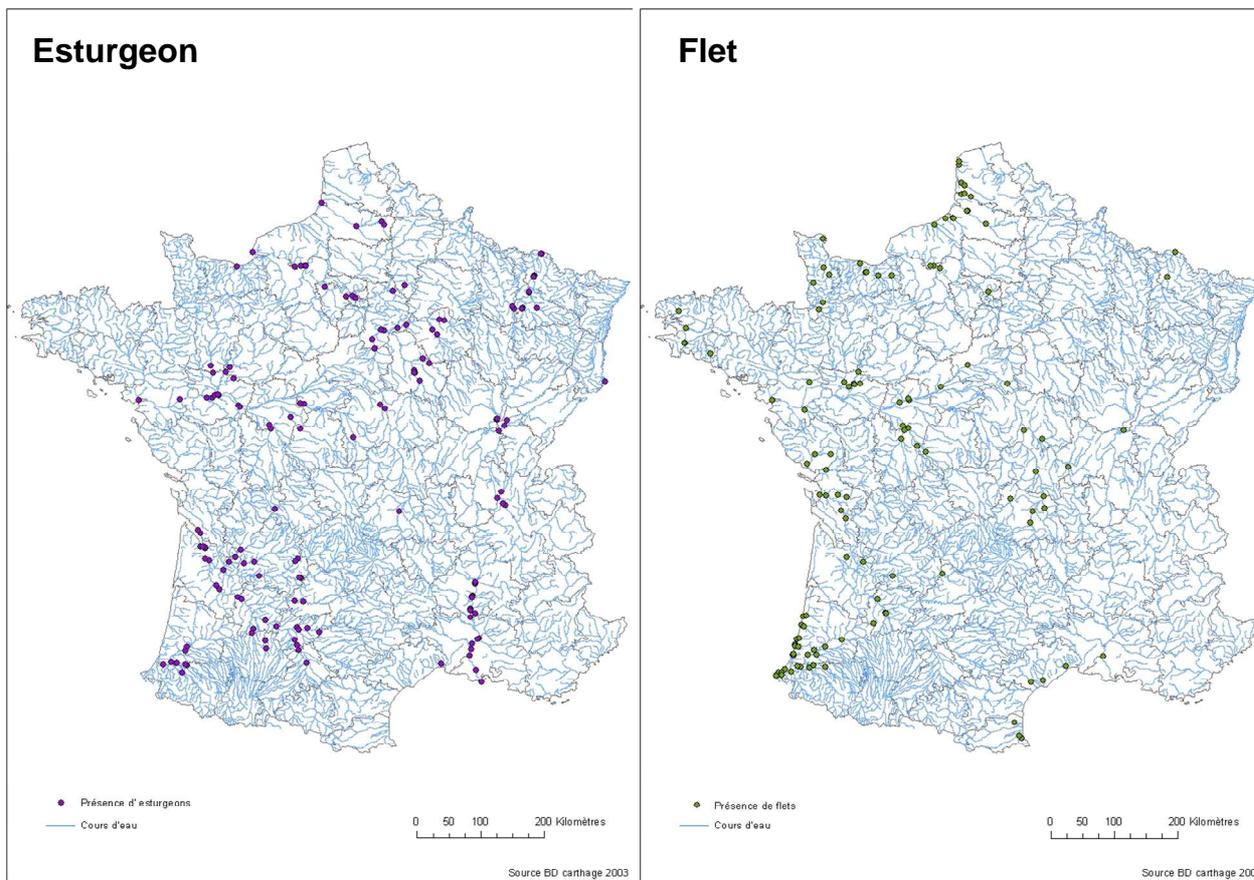


Figure 1 : Localisation des données historiques dans le réseau hydrographique français pour deux espèces : l'esturgeon et le flet ; seules les données postérieures au milieu du 18^e siècle sont figurées ici.

La majorité des données (61 % des observations) concerne la période allant du début du 19^e siècle au milieu du 20^e siècle (Fig. 2). Les données plus actuelles, postérieures à 1970, utilisées pour préciser les connaissances pour certaines espèces et/ou certains bassins représentent une part significative (environ 18 % des observations) dans notre base de données.

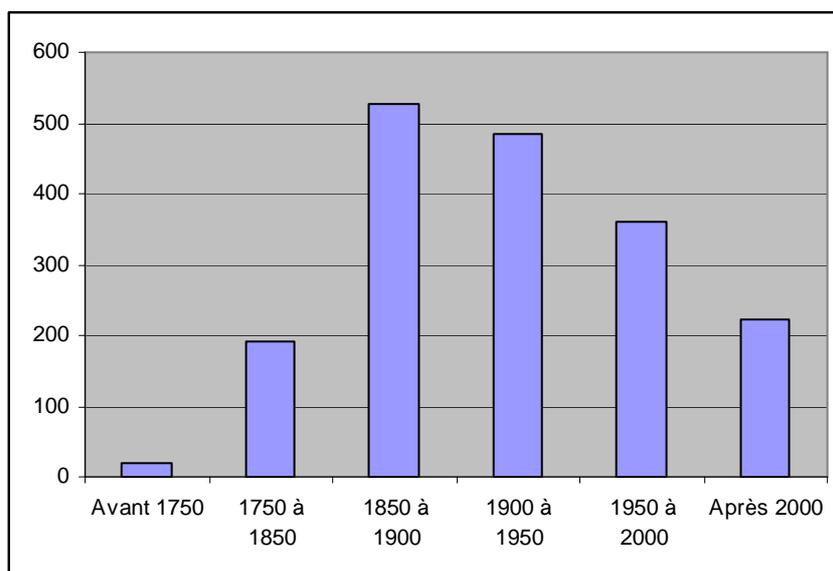


Figure 2 : Nombre d'observations en fonction de la période considérée.

Sans entrer dans une analyse détaillée de l'ensemble des données historiques recueillies, il est important de souligner que dans la grande majorité des cas, les limites amont de la répartition signalées pour de nombreuses espèces correspondent de fait à des obstacles artificiels (barrages, seuils de moulins ...). L'utilisation de ces données fournit donc une vision a minima de la distribution continentale potentielle des espèces migratrices.

Données d'expertises recueillies auprès des agents de l'ONEMA

Ces données ont été collectées dans un premier temps dans le cadre du programme européen EFI+ puis complétées et vérifiées dans le cadre du projet de révision de l'indice poisson français. Il s'agit de données recueillies à l'échelle des stations de pêches utilisées dans le cadre de la mise au point de l'indice poisson français (1682 stations considérées) à partir de la connaissance et de l'expertise des agents des DIR concernant la répartition historique des espèces amphihalines. Les espèces considérées ici sont les mêmes que celles évoquées précédemment à deux exceptions près : (1) l'anguille prise en compte dans ce recensement et (2) les mulots qui à l'inverse n'ont pas été considérés dans ce recensement. Pour chaque site, les agents de l'ONEMA ont qualifié la présence de chaque espèce sur la base de 3 modalités :

- Pres : l'espèce était présente historiquement
- Abs : l'espèce n'était pas présente historiquement
- NA : pas de connaissance sur la présence historique.

Jeux de données utilisés pour tester la métrique migrateurs

Les développements et tests concernant la métrique migrateurs ont été effectués pour 1682 stations de pêche électrique utilisées dans le cadre du développement de la nouvelle version de l'IPR et qui ont fait l'objet d'une évaluation concernant (1) la situation actuelle et passée des espèces migratrices et (2) l'importance des pressions touchant à la continuité.

Le principe de fonctionnement de la métrique migrateurs consiste à comparer, pour un site donné, la liste des espèces observées actuellement à celle attendue en situation de référence. Avant de calculer l'indice, il est donc nécessaire de bâtir pour l'ensemble des 1682 stations le jeu de données de référence et celui portant sur la situation actuelle des espèces

Jeux de données de référence utilisés pour tester la métrique migrateurs

La première étape du travail consiste à établir, sur chacune des 1682 stations considérées, le référentiel concernant la présence potentielle (ou l'absence) des espèces migratrices. Ce référentiel a été construit en utilisant les deux sources de données évoquées précédemment. Il a été établi à partir des données d'expertise fournies par les DIR de l'ONEMA, qui ont été complétées ensuite en intégrant les éléments issus de la base de données historiques. Il convient de souligner que le référentiel ainsi constitué a été établi à partir d'une version antérieure de la base de données historiques à celle présentée ci dessus. Ceci ne change pas notablement les résultats obtenus dans la mesure où les données historiques récemment intégrées ne modifient pas l'établissement du référentiel pour la grande majorité des 1682 stations.

Nous avons choisi d'écartier un certain nombre d'espèces a priori, les données les concernant étant jugées insuffisantes pour fournir une information cohérente quant à leur répartition potentielle. Les taxons écartés sont les suivants : le(s) mullet(s) (non pris en compte dans l'expertise ONEMA et informations jugées parcellaires dans la base de données historiques), la lamproie fluviatile (très peu d'informations historiques précisément localisées pour une espèce dont on sait par ailleurs qu'elle présentait une vaste aire de répartition au 19^e siècle ; nombreuses lacunes dans les données ONEMA) la truite de mer (déficit très important de données historiques pour cette espèce) et le houting (une observation hors de son aire de répartition "normale").

Pour l'anguille, compte tenu de l'absence d'information dans la base de données historiques, seules les données fournies par les DIR de l'ONEMA ont été utilisées pour établir le référentiel.

Le jeu de données de référence a ensuite fait l'objet d'un ensemble d'étapes de validations et de mise en cohérence dont le détail a été fourni dans le rapport 2009.

Au final le référentiel, établi à partir des différentes étapes évoquées ci-dessus, fournit, sur les 1682 sites utilisés dans le cadre de la mise au point de la nouvelle version de l'IPR, une information concernant la présence (ou l'absence) potentielle de 8 espèces amphihalines. Dans quelques cas (essentiellement pour l'anguille) ces données n'ont pu être complétées de manière fiable et sont laissées manquantes.

Jeux de données concernant la présence actuelle des espèces

Le calcul d'une métrique "migrateurs" passe au préalable par la connaissance de la répartition actuelle des espèces prise en compte dans le calcul. Comme nous l'avons indiqué précédemment, la qualification de la présence actuelle des espèces intègre toutes les données disponibles et exploitables en ce sens et ne se limite donc pas aux seules informations recueillies lors des pêches électriques. Les données concernant la présence actuelle des espèces migratrices sur les 1682 stations étudiées ont été fournies par les agents des DIR de l'ONEMA (rappelons que les mullets n'ont pas été pris en compte dans cette évaluation). Cette information a été recueillie initialement dans le cadre du programme européen EFI+, vérifiée et complétée pour le travail de mise au point de la nouvelle version de l'IPR. Cinq modalités différentes ont été utilisées pour qualifier la présence/absence actuelle des espèces :

- presnat : présence naturelle de l'espèce
- presrep : présence de l'espèce essentiellement liée à des opérations de repeuplement
- pres : présence de l'espèce sans précision quant à son caractère naturel ou non
- Abs : espèce absente
- NA : absence de connaissance sur la présence actuelle

Par la suite, nous avons finalement fait le choix de ne pas distinguer les 3 modalités concernant la présence dans la mesure où il est souvent difficile d'évaluer précisément la part des repeuplements dans la présence actuelle des espèces (par ailleurs cette question des repeuplements touche essentiellement 2 espèces : le saumon et l'anguille).

Comme pour les données de répartition historique fournies par l'ONEMA, les données concernant la présence actuelle ont fait l'objet d'une série de validation et de correction qui sont présentées de manière détaillée dans le rapport 2009:

Au final la procédure ainsi mise en œuvre, fournit, sur les 1682 sites utilisés dans le cadre de la mise au point de la nouvelle version de l'IPR, une information concernant la présence (ou l'absence) potentielle de 8 espèces amphihalines considérées également dans le référentiel historique.

Construction et calcul de la métrique "migrateurs"

La démarche de développement d'une métrique migrateurs engagée dans le cadre du programme européen EFI+ avait conduit à tester différents modes de construction possible pour cette métrique sur la base d'indices mesurant la similarité ou la distance entre le peuplement observé actuellement (sur la base de la présence/absence des espèces) et le peuplement potentiel. Au final la forme de la métrique qui s'est révélée la plus pertinente est basée sur un calcul simple correspondant au ratio entre nombre d'espèces actuelles et nombre d'espèces potentielles :

$$Met_{Mig} = \frac{RS_{act}}{RS_{ref}}$$

où RS_{act} correspond au nombre d'espèces observées actuellement et RS_{ref} correspond au nombre d'espèces potentielles.

C'est ce mode de calcul de la métrique que nous avons choisi de retenir et de tester par la suite.

La métrique a été calculée sur la base des 8 espèces retenues précédemment dans les étapes de constitution et validation des données (notée *MetMigr 8 Esp* par la suite). Dans ce cas la métrique peut être calculée sur 1296 stations (élimination des sites où la présence/absence des 8 espèces n'est pas entièrement qualifiée et des sites pour lesquels $RS_{ref} = 0$).

Nous avons vu que pour un nombre de sites relativement important, la présence potentielle de l'anguille n'avait pu être correctement renseignée alors que, dans le même temps, l'ensemble des autres espèces avaient été qualifiées. Ces sites n'ont donc pas pu faire l'objet d'un calcul de la métrique. Pour pallier à cette limitation, nous avons également calculé la valeur de la métrique après élimination de l'anguille sur la base des 7 espèces restantes (notée *MetMigr (-ANG)* par la suite). Dans ce cas, le calcul n'est possible que pour 520 sites (la différence importante avec l'évaluation basée sur 8 espèces provient du fait que dans de nombreux cas, le peuplement de migrateurs se limite à la seule présence de l'anguille).

Enfin, compte tenu du fait que dans les données anciennes, la distinction entre la grande alose et l'alose finte est souvent délicate, nous avons également testé la possibilité de calculer la métrique en regroupant ces deux espèces sous un même taxon (notée *MetMigr cumul Aloses* par la suite). Dans ce cas la métrique migrateur est calculée sur la base de 7 taxons.

La distribution des valeurs atteintes par la métrique pour les différents modes de calcul est représentée figure 3. La forte représentation des valeurs 0 et 1 est liée au fait qu'un grand nombre de stations n'abrite qu'une espèce en situation de référence et, que dans un tel cas, la métrique ne peut prendre qu'une valeur de 1 (maintien de l'espèce) ou 0 (disparition de l'espèce). A noter que la distribution des valeurs est très voisine entre *MetMigr 8 Esp* et *MetMigr cumul Aloses* ce qui tend à indiquer que, globalement, le cumul des deux espèces d'aloses n'influe pas de manière notable sur les valeurs de la métrique.

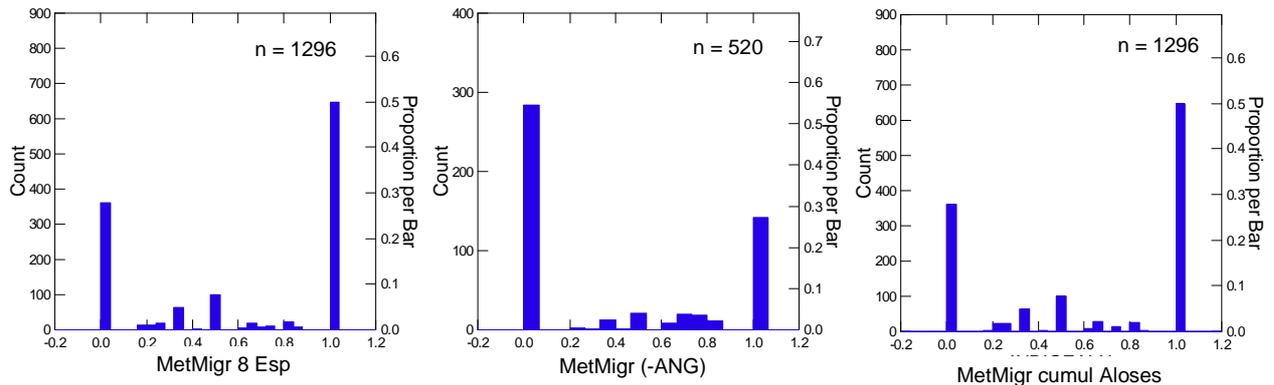


Figure 3 : Distribution des valeurs de la métrique "migrateurs" ; calculs sur la base de 7 ou 8 taxons (exclusion ou non de l'anguille, regroupement ou non des aloses).

Réponse de la métrique aux altérations de la continuité

Evaluation de critères des pressions liées à la "continuité"

L'une des raisons ayant motivé le développement d'une métrique "migrateurs" est de répondre à la problématique "continuité" par ailleurs peu intégrée dans les réponses des autres métriques plus classiquement développées.

Pour tester la réponse à ce type de pression, nous avons utilisé en priorité un critère d'évaluation de la continuité apprécié à l'échelle du bassin aval. Ce critère évalue l'existence d'obstacles (artificiels) potentiels à la migration entre la station et la mer. 3 modalités sont disponibles :

- Non : pas d'obstacle (où obstacles a priori franchissables au moins une partie de l'année)
- Partiel : présence d'au moins 1 obstacle considéré a priori franchissable par certaines espèces
- Oui : présence d'au moins une barrière jugée infranchissable pour la plupart des espèces la plupart du temps

Cette variable a été renseignée pour chacune des 1682 stations par les agents de l'ONEMA sur la base de leurs connaissances et expertises.

Deux autres descripteurs de la continuité liée à l'échelle du tronçon de cours d'eau ont également été évalués en parallèle : présence d'obstacle sur le tronçon en amont de la station et présence d'obstacle sur le tronçon en aval de la station. Nous avons également testé le second descripteur de continuité évalué à l'échelle stationnelle (présence ou absence de barrage en aval de la station sur le tronçon). Cette information n'est disponible que sur 1629 stations.

Liens pression continuité à l'échelle du bassin aval et métrique "migrateurs"

Pour déterminer si la métrique "migrateurs" était susceptible de réagir à une altération de la continuité longitudinale, évaluée à l'échelle de l'ensemble du bassin aval, nous avons examiné ses variations en fonction du critère de pression évoqué ci-dessus.

Ces variations ont été examinées de manière globale en fonction des différents modes de calcul (prise en compte ou non de l'anguille, cumul éventuel des deux espèces d'aloise) (Fig. 4).

Globalement, on constate que, quel que soit le mode de calcul, la métrique répond de manière forte à la pression continuité notamment lorsqu'on compare les situations extrêmes (modalités non vs. oui) (test non paramétrique de Mann et Whitney, $p < 0,0001$ pour les trois modes de calcul de la métrique). Les différences de valeur des métriques entre modalités "non" et "partiel" sont en revanche moins marquées : elles restent très significatives pour le mode de calcul excluant l'anguille ($p < 0,0001$, $n = 168$) mais proche de la limite de significativité dans les autres cas ($p = 0,061$ et $0,057$ respectivement pour *MetMigr 8 esp* et *MetMigr culmul aloses*, $n = 296$). La réponse apparemment plus claire obtenue pour la métrique *MetMigr (-ANG)* n'est pas liée au mode de calcul proprement dit, mais au fait de travailler sur un nombre plus restreint de sites (exclusion des sites présentant uniquement de l'anguille en situation de référence). En effet, en se limitant aux 168 sites pour lesquels il est possible de calculer les 3 métriques, les différences entre modalités "non" et "partiel" deviennent hautement significatives également pour les valeurs de *MetMigr 8 esp* et *MetMigr culmul aloses*. En d'autres termes, ce résultat illustre le fait que, les fortes capacités de franchissement de l'anguille lui permettent d'occuper la quasi-totalité des milieux potentiels tant que la continuité des cours d'eau n'est altérée que de manière partielle.

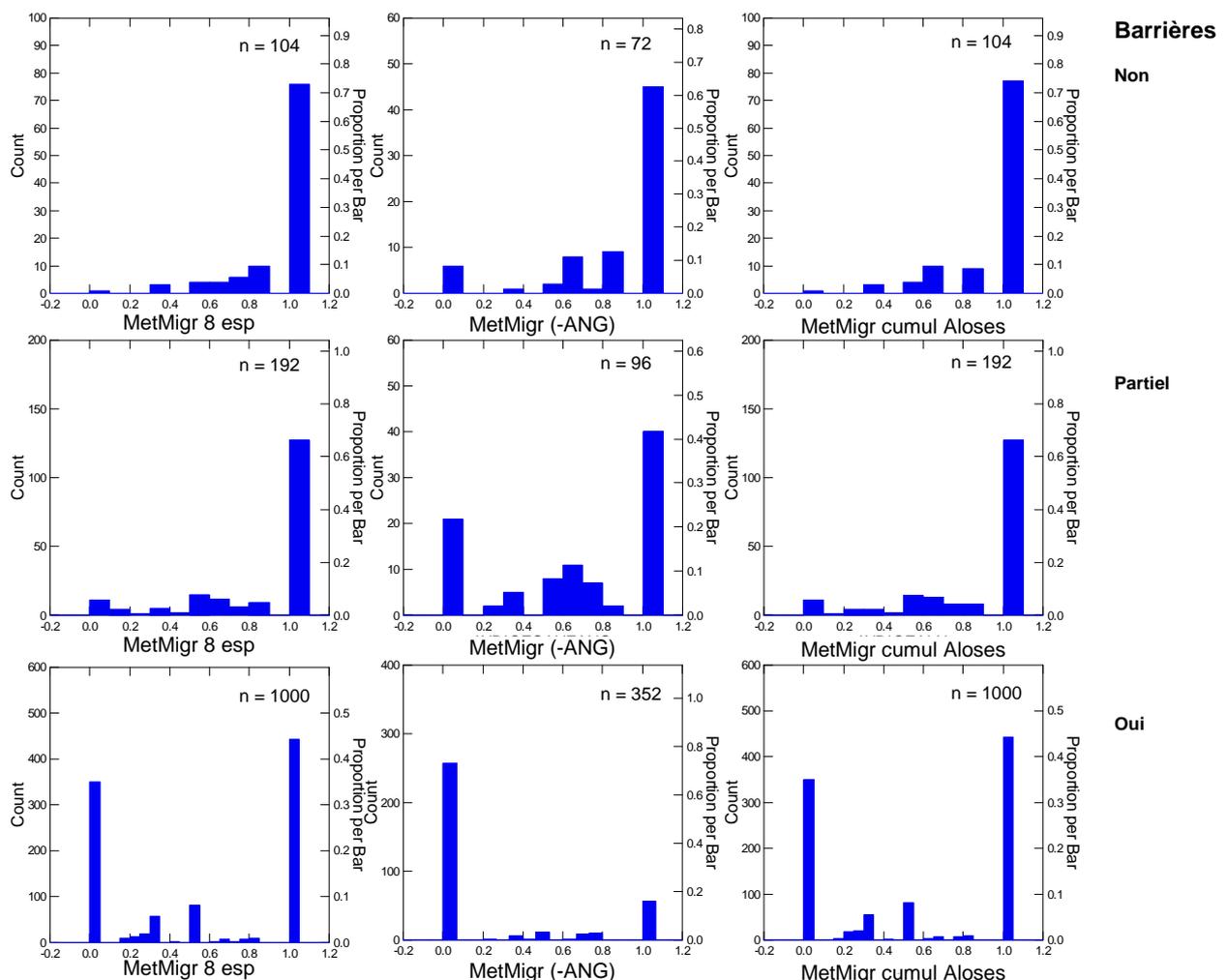


Figure 4 : Distribution des valeurs de la métrique "migrateurs" en fonction de la pression "continuité" ; la métrique a été calculée sur la base de 8 ou 7 taxons (exclusion ou non de l'anguille, regroupement ou non des aloses).

On peut constater qu'en l'absence de barrière à l'aval du bassin, le peuplement "migrateurs" peut néanmoins présenter un déficit important en espèces (y compris une perte de la totalité des espèces) soulignant le fait que d'autres facteurs que ceux pris en compte ici (dégradation d'habitat, obstacles amont empêchant l'accès aux frayères ...) peuvent impacter fortement les espèces migratrices.

Liens pression continuité à l'échelle du tronçon et métrique "migrateurs"

Pour aller plus loin dans l'interprétation des sources de variations de la métrique "migrateurs", nous avons tenté de vérifier si elle était susceptible de répondre à des modifications plus locales de la continuité. Pour ce faire nous avons comparé les valeurs de métriques entre des sites concernés par la présence d'obstacle en aval du tronçon et ceux ne présentant pas d'obstacle sur le tronçon, pour les situations présentant des barrières (modalités oui ou partiel) sur le bassin aval.

En cas de présence de barrières sur le bassin aval, les sites concernés par un obstacle sur le tronçon présentent des valeurs de *MetMigr (-ANG)* plus faibles que ceux non concernés par un obstacle sur le tronçon, cette différence étant proche du niveau de significativité statistique (test de Mann et Whitney, $p < 0,059$, $n = 347$).

En revanche, dans tous les autres cas, les métriques ne présentent pas de valeurs significativement différentes entre les sites soumis à obstacle sur le tronçon et ceux qui ne le sont pas.

Analyse par espèce

Pour mieux comprendre la réponse de la métrique et l'intervention potentielle des différentes espèces au sein de cette métrique, nous avons examiné la réponse de chaque espèce à l'intensité de la pression continuité. Sur une station donnée, une espèce est considérée en situation de disparition lorsque sa présence n'est plus notée actuellement (mais notée en revanche en situation de référence) et en situation de maintien lorsque qu'elle reste présente aujourd'hui.

Les résultats sont présentés graphiquement à la figure 5. Ils permettent de confirmer certains faits connus :

- la disparition quasi généralisée des migrateurs y compris sur des sites ne présentant pas de problème de continuité
- les fortes capacités de colonisation de l'anguille (ANG), qui se maintient sur plus de 60 % des stations présentant des problèmes importants de continuité (modalité oui). Cette situation est cependant susceptible d'être biaisée par les opérations de repeuplements qui semblent finalement relativement fréquentes et l'impossibilité de qualifier la présence historique de l'espèce sur de nombreux secteurs de tête de bassin, a priori les plus sensibles aux phénomènes de disparitions.

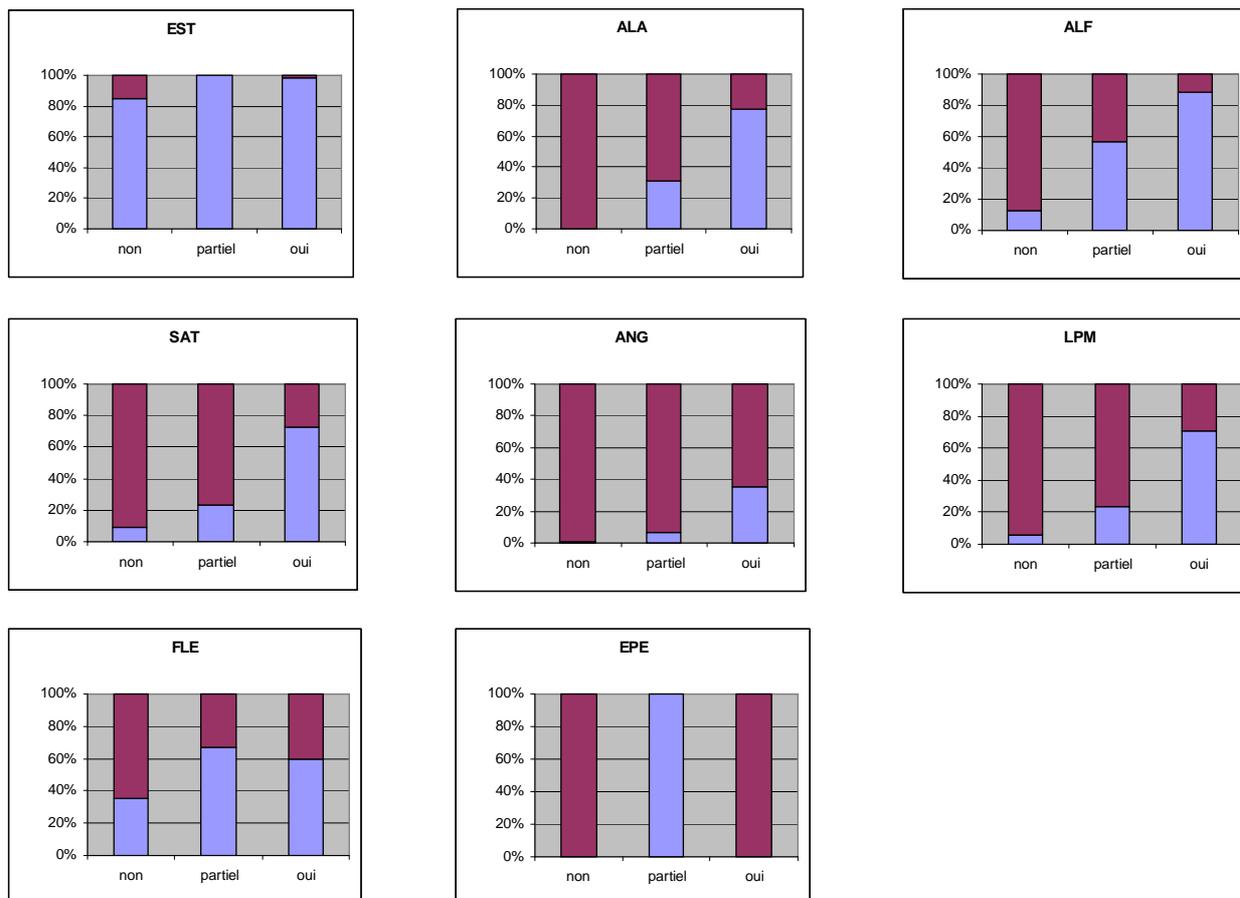


Figure 5 : Disparition (bleu) ou maintien (violet) des espèces migratrices en fonction de l'importance des barrières en aval de la station.

Les résultats concernant le flet (FLE) et surtout l'éperlan (EPE) doivent être considérés avec prudence dans la mesure où les figures les concernant reposent sur un très faible nombre d'observations.

Parmi les autres espèces, l'aloise finte (ALF) semble être celle qui réagit le plus fortement à la perturbation de la continuité puisque la présence de barrières jugées partiellement franchissables s'accompagne d'une fréquence de disparition qui semble nettement plus marquée que chez les autres espèces.

Conclusions et perspectives

Le travail réalisé au cours des dernières années, à la suite des premiers développements initiés dans le cadre du programme européen EF1+, a permis de définir les principes généraux de construction de la métrique migrateurs qui a vocation à intégrer la future version de l'IPR et de vérifier que cette métrique répond aux critères de pressions anthropiques affectant la continuité du cours d'eau. A ce stade, un certain nombre de questions restent par ailleurs à régler avant d'intégrer définitivement la métrique dans l'indice global (à l'horizon 2012). Enfin, à plus long terme certaines améliorations et évolutions possibles sont d'ores et déjà identifiées.

Les points déjà validés

1 **Le calcul de la métrique "migrateurs"** ne se limite pas à l'utilisation des données de pêches électriques réalisées dans le cadre des réseaux de suivis classiques mais **intègre potentiellement toutes les sources de données fiables concernant la répartition continentale des espèces migratrices** (captures, enquêtes, observations, suivis de passe à poissons...).

2 Nous avons opté pour **un principe de calcul simple qui correspond en fait au ratio entre le nombre d'espèces (ou de taxons) observées actuellement** sur le tronçon de cours d'eau faisant l'objet d'une évaluation **et le nombre d'espèces supposées présentes** sur ce tronçon **en situation de référence**.

3 **La liste des espèces présentes en situation de référence est établie à partir de données historiques** concernant la répartition des espèces à partir du milieu du 18^e siècle (complétées le cas échéant par des données plus actuelles). Sachant que dès cette époque, la répartition de certaines espèces pouvait déjà être largement contrainte par certaines activités humaines ou aménagements (surexploitation par la pêche, établissement de barrages et seuil...) cette procédure fournit une vision "a minima" de la répartition potentielle des espèces.

4 Jusqu'à présent, les calculs de métriques que nous avons réalisés prennent en compte un maximum de 8 espèces (sur les 12 identifiées pour l'ensemble du territoire et qui pénètrent de manière significative dans les cours d'eau). Il est important de souligner que **le calcul de la métrique n'est pas possible sur tous les cours d'eau** en particulier lorsque le peuplement de référence ne présentait aucune espèce migratrice.

5 Quel que soit le mode de calcul retenu (regroupement éventuel de taxons, non prise en compte de l'anguille lors du calcul), **la métrique répond de manière très forte à l'altération de la continuité évaluée à l'échelle du bassin aval**. La réponse de la métrique est en revanche beaucoup plus ténue, voire absente, si l'on s'intéresse à l'altération de la continuité appréhendée à l'échelle plus locale du tronçon de cours d'eau. Du point de vue de la mise en œuvre de la métrique dans le cadre de la DCE, ces résultats appellent deux remarques : (1) l'intégration de la métrique "migrateurs" permettra de rendre compte d'altérations touchant la continuité des cours d'eau, type d'altérations en général mal pris en compte par les métriques développées sur les espèces sédentaires, (2) améliorer la valeur de la métrique "migrateurs" évaluée à l'échelle d'une masse d'eau passera en général d'avantage par des mesures de restauration menées sur le bassin dans son ensemble (et notamment en aval) plutôt que par des actions localisées sur la masse d'eau elle-même.

Les points à résoudre rapidement

Dans la perspective d'intégrer prochainement la métrique migrateurs dans l'indice poisson national, plusieurs points demandent encore à être réglés, touchant à la fois au calcul lui-même et la manière dont la métrique sera intégrée dans l'indice final.

1 La question à aborder en priorité concerne **le choix des espèces ou taxons qui devront être pris en compte dans l'indice final**. Les calculs que nous avons réalisés jusqu'à présent prennent en compte un maximum de 8 espèces (ou taxons) sur un total de 12 espèces recensées pour l'ensemble du territoire. Les mulets (essentiellement *Liza ramada*) n'ont pas été intégrés dans les calculs initiaux, essentiellement du fait de l'absence d'information sur leur répartition actuelle, et on peut envisager, sans réserve, d'inclure ce taxon dans le calcul. Le cas du houting (*Coregonus oxyrhynchus*) est plus discutable. Dans la mesure où le statut autochtone de l'espèce en France est sujet à caution, nous préconisons de ne pas en tenir compte dans le calcul de la métrique. Enfin deux espèces (truite de mer et lamproie de rivière) posent plus particulièrement problème dans la mesure où nos connaissances concernant leur répartition passée sont très fragmentaires et ne permettent pas pour le moment de reconstituer de manière suffisamment fiable leur répartition potentielle. Pour ces deux espèces, une discussion devra être engagée avec l'ONEMA pour savoir s'il existe des solutions qui permettraient de mieux les prendre en compte.

2 En lien avec le point précédent, **la question du regroupement éventuel de certaines espèces** se pose également en particulier pour les espèces morphologiquement proches présentant des difficultés d'identification. Nous avons déjà testé cette possibilité pour les aloses, le regroupement des deux espèces préalablement au calcul n'ayant au final que peu d'influence sur les valeurs de la métrique. Dans la perspective d'intégration des mulets dans le calcul, nous préconisons également de regrouper les différentes espèces, leur distinction (notamment dans les sources historiques) étant souvent délicate. Des regroupements peuvent également être envisagés pour le saumon et la truite de mer (souvent confondus dans les données anciennes) d'une part et les deux lamproies migratrices d'autre part. Là encore, des discussions devront être engagées avec l'ONEMA avant de trancher définitivement cette question.

3 **L'intégration de l'anguille dans la métrique pose un problème spécifique** dans la mesure où bien qu'il s'agisse sans doute de l'espèce migratrice la plus largement représentée, nous sommes pour le moment dans l'incapacité de préciser de manière satisfaisante son aire potentielle de distribution continentale à partir des données historiques. Les tests que nous avons réalisés montrent que même lorsque l'espèce n'est pas prise en compte, la réponse de la métrique aux altérations de la continuité reste tout à fait satisfaisante. En revanche il est important de souligner que l'élimination de l'espèce du calcul impliquerait de fait l'impossibilité de mettre en œuvre la métrique sur un nombre sans doute importants de cours d'eau (ceux pour lesquels l'anguille est potentiellement la seule espèce migratrice présente). Par ailleurs la non prise en compte de l'espèce soulèverait à l'évidence des interrogations de la part des gestionnaires, au moment même où l'espèce fait l'objet d'une attention soutenue du point de vue de sa gestion à l'échelon européen. Il a été convenu de mener un travail spécifique sur la question de la répartition continentale potentielle de l'espèce à partir de 2012. En attendant les résultats de ce travail, il convient d'arrêter une décision sur ce qui sera fait à plus court terme concernant la prise en compte ou non de l'espèce dans le calcul de la métrique dans l'immédiat (et dans l'affirmative de définir les guides qui serviront à définir alors la répartition de référence).

4 Le calcul en routine de la métrique suppose de disposer d'un **référentiel définissant la composition spécifique de la communauté migratrice en situation de référence** pour les cours d'eau français. En dehors de l'anguille dont on a vu précédemment qu'elle posait des problèmes spécifiques, nous établissons actuellement des listes d'espèces par masses d'eau sur la base des données historiques, listes qui seront mises à disposition pour assoir la définition des communautés de migrateurs en situation de référence

5 Le calcul en routine de la métrique suppose également de disposer de **données régulièrement mises à jour sur la présence actuelle des espèces** dans le réseau hydrographique. L'ONEMA travaille actuellement à l'établissement d'un tel référentiel

6 Une fois précisées les modalités de calcul, il convient de **définir la manière dont la métrique "migrateurs" sera prise en compte dans l'indice global**. Deux solutions sont envisagées : (1) prise en compte de la métrique migrateurs au même titre que les autres métriques composant l'indice ou (2) métrique complémentaire modulant l'évaluation fournie par l'indice global. Le choix entre ces deux solutions sera arrêté au cours de l'année à venir dans le cadre de la finalisation de la nouvelle version de l'IPR.

Les perspectives à plus long terme

1 Pour définir la composition de la communauté migratrice potentielle, nous avons eu recours à l'utilisation de données sur la répartition historique des espèces. Cependant cette manière de procéder fournit à l'évidence une vision minimaliste de la répartition des espèces. Les données historiques que nous avons exploitées montrent en effet clairement que dès le 19^e siècle la répartition des espèces est déjà fortement contrainte par certaines activités humaines. Par ailleurs, l'absence de données historiques ne signifie pas nécessairement une absence de l'espèce mais souvent un défaut de prospection et/ou de remontée d'informations. Sur le plus long terme une solution **pour améliorer la pertinence de la définition des références consisterait à développer des approches de modélisation basées sur les données historiques** et qui permettraient de généraliser les résultats y compris sur des zones pour lesquelles aucune information historique n'est disponible. Des essais ont été menés en ce sens à partir des données acquises dans le cadre d'EFI + sur le saumon et l'esturgeon et se révèlent prometteurs avec des taux de bonne prédiction oscillant entre 96 et 98% (résultats de Pierre Bady non encore publiés). Cette solution aurait en outre l'avantage (selon les paramètres utilisés dans les modèles) de tenir compte dans une certaine mesure des évolutions climatiques qui peuvent modifier la répartition potentielle de certaines espèces. Néanmoins il faut être conscient que si une telle approche était mise en œuvre, elle aboutirait très certainement à proposer des références en terme de répartition des espèces beaucoup plus ambitieuses que celles utilisées pour le moment.

2 A ce stade, compte tenu des données dont nous pouvons disposer, nous avons volontairement choisi de développer la métrique "migrateurs" sur des bases simples en tenant compte uniquement de la présence / absence des espèces. Il convient néanmoins de souligner que, selon les cas, la donnée de présence d'une espèce peut recouvrir des réalités extrêmement diverses (observations anecdotiques vs. populations abondantes et fonctionnelles). Une perspective d'évolution de la métrique "migrateurs" pourrait être **d'intégrer des données sur l'abondance des espèces** ce qui permettrait sans doute d'être plus pertinent dans l'appréciation de l'altération de la communauté migratrice. Une telle évolution ne peut être envisagée que sur le long terme.

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Cemagref
Parc de Tourvoie
BP 44,
92163 Antony cedex
01 40 96 61 21
www.cemagref.fr