

la présence de proies et de prédateurs dans les mêmes régions.

D'autres systèmes envoient plusieurs ondes simultanément pour augmenter la résolution spatiale – les systèmes multifaisceaux. Les chercheurs localisent mieux le poisson et déterminent la direction des déplacements. Le développement dans les années 1990 des techniques multifaisceaux a ouvert des perspectives intéressantes pour étudier le comportement des bancs de poissons. Dans de tels appareils, 60 dispositifs émettent des ondes, chacun ayant une largeur angulaire de 1,5 degré. Le dispositif sonde en continu une coupe perpendiculaire au bateau et sur un angle égal à 90 degrés (voir la figure 2). À mesure que le bateau avance, on obtient une succession de coupes qu'il est possible d'assembler pour reconstruire un volume, par exemple

un banc de poissons. Cet outil est très utile pour étudier le comportement grégaire de certaines espèces.

La structure des bancs de poissons

La forme des bancs varie selon les espèces ou les différentes phases du cycle de vie ; pour une espèce, elle peut aussi varier selon les saisons et les aires géographiques. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer la formation de tels bancs. Ces derniers auraient un rôle protecteur : la vigilance est accrue et le risque est réparti entre tous les poissons. La présence du groupe augmenterait aussi les chances de détecter des ressources alimentaires et de disposer d'un partenaire pour se reproduire. Enfin, le banc diminuerait l'effort à four-

nir pour nager, de même que les cyclistes dans un peloton sont protégés du vent et économisent de l'énergie.

Les espèces de poissons qui se constituent en bancs sont parmi les plus pêchées dans les océans. Par conséquent, la connaissance de la structure et de la dynamique de ces bancs est essentielle pour la gestion de la pêche, et serait même une des clefs de la conservation des stocks halieutiques. En effet, ce sont les interactions des bancs et des individus qui permettent le brassage des populations. Elles influent sur les processus évolutifs, la transmission des informations, mais aussi des maladies. Depuis quelques années, l'étude de la dynamique de formation et de désagrégation des bancs de poissons est devenue l'une des principales composantes de l'écologie halieutique.

CAMÉRA ACOUSTIQUE ET SUIVI DES POISSONS

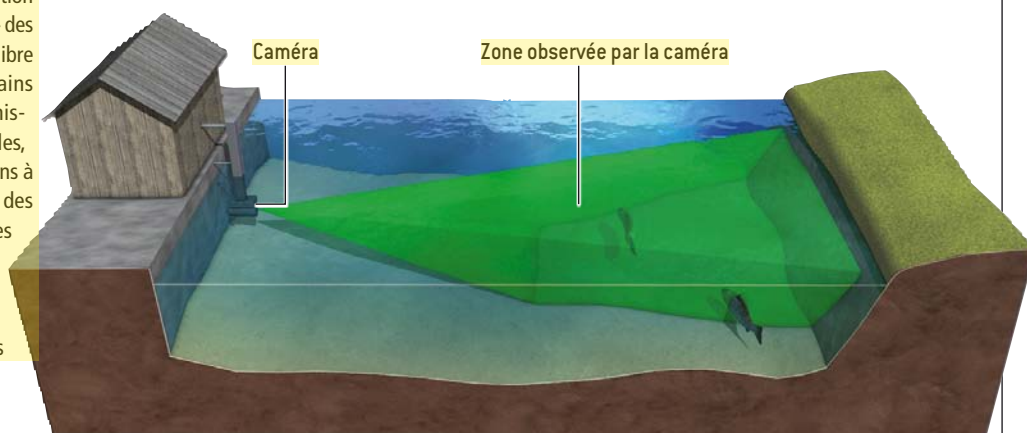
Comment les poissons s'adaptent-ils aux perturbations de l'homme et aux altérations de leur environnement ? C'est une question qui se pose par exemple lorsqu'une rivière est aménagée. Des systèmes d'imagerie acoustique, offrant un résultat proche de celui de vidéos, assurent un suivi des poissons.

Les législations européennes et nationales imposent la restauration de la « connectivité écologique » des cours d'eau afin de rétablir la libre circulation des espèces. Certains barrages et seuils non franchissables constituent des obstacles, qui réduisent l'accès des poissons à des zones vitales. Dans le cas des poissons migrateurs quittant les océans salés pour se reproduire dans des rivières d'eau douce, tel le saumon atlantique, de telles discontinuités écologiques

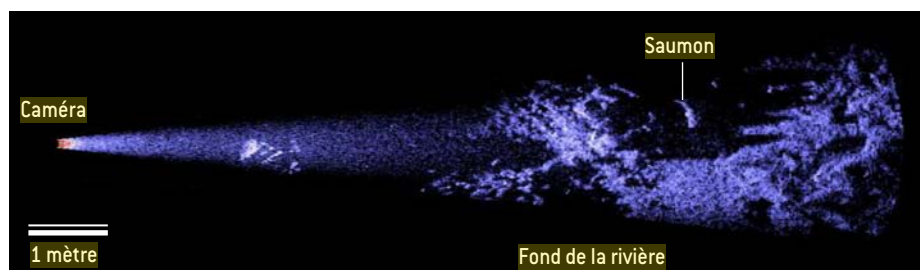
se traduisent par une limitation de l'aire de répartition et donc des effectifs de poissons. Sur la Sélune, cours d'eau qui se jette dans la baie du Mont-Saint-Michel, deux barrages infranchissables doivent être supprimés d'ici 2018 afin de rétablir cette continuité. Une caméra acoustique a été mise en place dans le cours d'eau en juillet 2013 afin

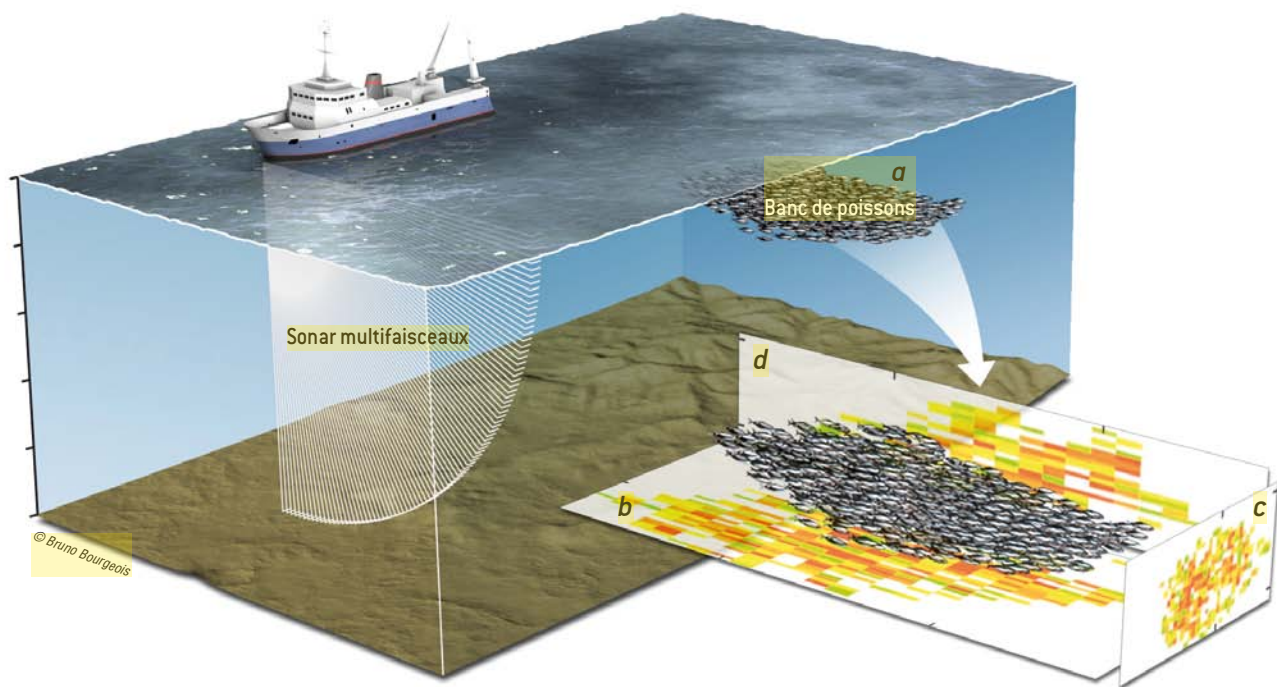
d'analyser les dynamiques migratoires des poissons sur les parties aval et estuarienne de ce fleuve. Cette caméra acoustique DIDSON (*Dual-frequency identification sonar*) est un sonar de nouvelle génération, émettant à haute fréquence (1,1 ou 1,8 mégahertz) et enregistrant huit images par seconde. La morphologie et le compor-

tement de nage du poisson sont visualisables sur les enregistrements, ce qui favorise l'identification de l'espèce. Dans le cadre de cette étude, les saumons atlantiques seront différenciés des autres poissons sur divers critères : taille, sens et vitesse de déplacement, rythme de battement des nageoires et comportement général.



La caméra immergée près d'une berge de la Sélune surveille un volume fixe dans le lit du fleuve (en vert, en haut). Les chercheurs peuvent ainsi voir le nombre, la taille et le type de poissons qui y circulent (en bas, un saumon remonte le cours d'eau pour se reproduire).





2. LE SONAR MULTIFAISCEAUX émet simultanément 60 ondes acoustiques, chaque faisceau couvrant un angle égal à 1,5 degré. La méthode permet notamment de visualiser les bancs de poissons. Les ondes acoustiques cartographient le banc, tranche par tranche, et en assemblant les différents enregistrements, on reconstruit le

banc en trois dimensions (a). On obtient également les distributions de densité horizontale (b), verticale parallèle à l'axe du bateau (c), ou dans un plan perpendiculaire (d). L'échelle de couleur permet de visualiser les variations de la densité, des zones les plus denses (en rouge) aux moins denses (en blanc).

Ce type d'étude avec les sonars multifaisceaux a mis en évidence, par exemple, que les bancs n'ont pas une structure homogène, mais qu'ils présentent des zones de densités variables. Certaines parties, nommées vacuoles, ont une densité faible. Des études hydroacoustiques en milieu lacustre ont établi les caractéristiques, tant morphologiques que spatiales et énergétiques, des bancs de deux espèces de poissons, le gardon et la perche. Nous avons constaté que plus un banc est important, plus il contient de vacuoles. Mais cette relation entre le volume du banc et le nombre de vacuoles diffère d'une espèce à l'autre et une telle observation par sonar pourrait devenir un critère pour identifier la composition des bancs.

Quel est le rôle de ces vacuoles ? Il pourrait s'agir de zones nécessaires à la flexibilité du banc lors des changements de direction. Elles représentent peut-être aussi des « réserves » d'oxygène dissous pour le banc, s'il venait à traverser une zone pauvre en oxygène.

Ainsi, les sonars multifaisceaux ont permis d'étudier de nombreux aspects du comportement des poissons. Par exemple,

quand on n'utilisait que des sonars verticaux ou les techniques classiques par chalutage, les biologistes ignoraient dans quelle mesure les poissons étaient ou non effrayés par les bateaux qui effectuaient des relevés et quelle proportion de la population de poissons les évitait. Les études sur la fuite des poissons ont mis en évidence des comportements variés qui dépendent de nombreux facteurs : les espèces sont plus ou moins farouches, plus ou moins habituées à la présence de bateaux dont le bruit varie, la fuite du poisson dépend de sa profondeur, etc. Pourtant, on veut une estimation précise des stocks de poissons et de leur évolution.

Estimation des stocks

Dans ces conditions, comme les sonars multifaisceaux ne perturbent pas les poissons, l'hydroacoustique s'est révélée être un outil idéal pour étudier le comportement des poissons et pour améliorer l'évaluation des stocks. Les biologistes réalisent des relevés systématiques, à intervalles de temps réguliers, avec une méthode bien établie sur des régions étendues et sans

avoir à prélever de grandes quantités de poissons. L'hydroacoustique est utilisée pour étudier l'évolution des populations piscicoles dans les milieux marins, mais aussi dans les grands lacs et depuis plusieurs années dans les aires marines protégées, ainsi que les milieux moins profonds, tels que les rivières, les estuaires, etc.

Lors des estimations des stocks par hydroacoustique, on cherche à établir des cartes d'abondance des principales espèces, telles que les sardinelles sur les côtes d'Afrique de l'Ouest, ou les chinchards, les maquereaux et les anchois dans l'océan Atlantique. On peut ainsi suivre les évolutions saisonnières et annuelles de ces biomasses, prévoir les schémas migratoires et évaluer les quantités exploitables par les différents pays, dans le cadre des accords de pêche.

Gérer les stocks consiste aussi à suivre à long terme les espèces les plus menacées, ainsi que l'effet des mesures adoptées pour les protéger. Mais cet aspect de la gestion est compliqué par le fait que s'y mêlent des enjeux économiques et politiques (voir l'encadré page 44). L'hydroacoustique complète les différentes techniques disponibles