



**HAL**  
open science

## Recommandations pour la mise en œuvre de la boîte à outils pour estimer les flux de migrations des espèces diadromes.

Clarisse Boulenger, François Martignac, Marie Nevoux, Jean-Marc Roussel,  
Laurent Beaulaton

### ► To cite this version:

Clarisse Boulenger, François Martignac, Marie Nevoux, Jean-Marc Roussel, Laurent Beaulaton. Recommandations pour la mise en œuvre de la boîte à outils pour estimer les flux de migrations des espèces diadromes.. [Rapport Technique] OFB. 2018. hal-03612760

**HAL Id: hal-03612760**

**<https://hal.science/hal-03612760>**

Submitted on 18 Mar 2022

**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.



## **Recommandations pour la mise en œuvre de la boîte à outils pour estimer les flux de migrations des espèces diadromes.**

**Rapport technique**

**Clarisse BOULENGER (INRA UMR ESE, Pole Gest'Aqua  
AFB-INRA)**

**François MARTIGNAC (INRA UMR ESE, Pole Gest'Aqua  
AFB-INRA)**

**Marie NEVOUX (INRA UMR ESE, Pole Gest'Aqua AFB-  
INRA)**

**Jean-Marc Roussel (INRA UMR ESE, Pole Gest'Aqua  
AFB-INRA)**

**Laurent BEAULATON (AFB, Pole Gest'Aqua AFB-INRA)**

**Juin 2018**

---

- **AUTEURS**

**Clarisse BOULENGER**, Ingénieure de recherche (INRA UMR ESE, Pôle Gest'Aqua AFB-INRA), clarisse.boulenger@inra.fr

**François MARTIGNAC**, Ingénieur de recherche (INRA UMR ESE, Pôle Gest'Aqua AFB-INRA), francois.martignac@inra.fr

**Marie NEVOUX**, Chargé de recherche (INRA UMR ESE, Pôle Gest'Aqua AFB-INRA), marie.nevoux@inra.fr

**Jean-Marc Roussel**, Directeur de recherche (INRA UMR ESE, Pôle Gest'Aqua AFB-INRA), jean-marc.roussel@inra.fr

**Laurent BEAULATON**, Chef de pôle (AFB, Pôle Gest'Aqua AFB-INRA), laurent.beaulaton@afbiodiversite.fr

- **CORRESPONDANTS**

**Agence française pour la biodiversité :**

**Laurent BEAULATON**, Chef de pôle, laurent.beaulaton@afbiodiversite.fr

**Droits d'usage :** Accès restreint

**Niveau géographique :** National

**Couverture géographique :** France

**Niveau de lecture :** novices

- **RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DE LA BOITE A OUTILS, C. BOULENGER ET AL.**

- **RESUME**

A travers la France, une cinquantaine de stations de comptage des migrateurs (STACOMI) a été mise en place pour obtenir des informations sur l'état qualitatif et quantitatif des populations de poissons migrateurs et leurs flux migratoires. Ces stations, bien que très informatives, ne permettent souvent d'obtenir qu'une observation partielle des flux de poissons (couverture du dispositif d'observation inférieure à la largeur/hauteur du cours d'eau, présence d'un bras de contournement ou d'un bief, efficacité du dispositif dépendante du débit ou de la turbidité). Les effectifs dénombrés sont donc plus ou moins différents des flux réels de poissons, et en l'absence d'une estimation des abondances, l'interprétation et la comparaison spatio-temporelle des données issues de ces stations de comptage est délicate. C'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit. L'objectif de l'action AFB-INRA (projet Toolbox) est de proposer des outils pour estimer l'efficacité de détection des systèmes d'observation en place et l'abondance des poissons (stock en place ou de flux migrants). Pour cela, une approche combinant observations et modélisation a été développée. Dans un premier temps, une caméra acoustique ARIS est installée temporairement en complément de la station de comptage (à proximité immédiate). Après la période d'observation, les données issues des deux dispositifs de comptage (dispositif existant à la station de comptage et ARIS) seront couplées et utilisées dans un modèle hiérarchique bayésien pour estimer le flux de migration et la probabilité de détection du dispositif existant et de la caméra acoustique. Pour une utilisation optimale de la boîte à outils, des recommandations sur la mise en œuvre de l'approche sont décrites.

- **MOTS CLES : FLUX DE MIGRATION, MODELES, TOOLBOX**

## ***Table des matières***

1. Contexte .....	1
2. Le choix du dispositif de comptage temporaire .....	1
3. Diagnostic pour la mise en œuvre de l'approche boîte à outils sur un site d'étude .....	4
4. Installation du dispositif de comptage temporaire .....	4
(1) Le choix du lieu d'installation .....	4
(2) Le choix de la période de couplage .....	5
(3) Le dispositif d'accueil du système de comptage temporaire .....	6
5. Utilisation des données de la station de comptage et du dispositif de comptage dans le modèle d'estimation des flux de migrations. ....	7

## **1. Contexte**

A travers la France, une cinquantaine de stations de comptage des migrateurs (STACOMI) a été mise en place pour obtenir des informations sur l'état qualitatif et quantitatif des populations de poissons migrateurs et leurs flux migratoires. Ces stations, bien que très informatives, ne permettent souvent d'obtenir qu'une observation partielle des flux de poissons (couverture du dispositif d'observation inférieure à la largeur/hauteur du cours d'eau, présence d'un bras de contournement ou d'un bief, efficacité du dispositif dépendante du débit ou de la turbidité). Les effectifs dénombrés sont donc plus ou moins différents des flux réels de poissons, et en l'absence d'une estimation des abondances, l'interprétation et la comparaison spatio-temporelle des données issues de ces stations de comptage est délicate.

C'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit. L'objectif de l'action AFB-INRA (projet Toolbox) est de proposer des outils pour estimer l'efficacité de détection des systèmes d'observation en place et l'abondance des poissons migrants.

Pour cela, une approche combinant observations et modélisation a été développée. Dans un premier temps, un dispositif de comptage temporaire est installé temporairement en complément de la station de comptage (à proximité immédiate). Après la période d'observation, les données issues des deux dispositifs de comptage seront couplées et utilisées dans un modèle hiérarchique bayésien pour estimer le flux de migration et la probabilité de détection des deux dispositifs de comptage. Compte tenu de la diversité des études de cas, un modèle avec une structure générale facilement transposable a été construit. La structure générale du modèle s'appuie sur les 4 différents cas qui peuvent être rencontrés quel que soit l'espèce ou le dispositif de comptage déjà en place: (1) L'individu est vu par les deux dispositifs de comptage lors de son passage ; (2) L'individu est vu par le dispositif de comptage existant mais pas par le temporaire ; (3) L'individu n'est pas vu par le dispositif de comptage existant mais il est vu par le temporaire et (4) L'individu n'est vu par aucun dispositif de comptage.

Pour une utilisation optimale de la boîte à outils, des recommandations sur la mise en œuvre de l'approche sont décrites.

## **2. Le choix du dispositif de comptage temporaire**

La première étape consiste dans le choix du dispositif de comptage temporaire qui va être installé quelques mois en parallèle de la station de comptage choisie. Il faut que ce dispositif :

- **Soit facilement transposable.** En effet l'objectif est de placer ce dispositif quelques mois seulement et potentiellement sur différents sites d'étude, il est donc essentiel qu'il puisse être installé facilement sans structure en dur spécifique.
- **Ne nécessite pas la manipulation des poissons** pour éviter un changement du comportement de migration des espèces cibles.
- **Permette d'identifier les espèces**
- **Ne soit pas ou peu sensible aux conditions de l'environnement** (turbidité, vitesse de courant, ...) pour garantir une efficacité constante du dispositif de comptage temporaire sur la période de couplage.

Un comparatif des différents avantages et inconvénients des dispositifs de comptage existants a été effectué pour pouvoir faire le choix le plus adapté à notre approche (Tableau 1). Les caméras acoustiques (sonars multifaisceaux à haute fréquence) répondant à tous nos critères, **il été décidé d'utiliser une caméra acoustique ARIS en parallèle des stations de comptage pour le projet Toolbox.** La caméra acoustique est un dispositif de comptage qui émet des ondes se propageant dans l'eau. Quand les ondes émises rencontrent un objet (poisson, feuilles, fond, ...), ces ondes sont réfléchies et leur écho est réceptionné par l'appareil. L'utilisation de plusieurs faisceaux à haute fréquence permet d'obtenir des images d'une résolution proche de vidéos sous-marines et ainsi de visualiser la morphologie et les comportements de nage des poissons. La turbidité a peu d'influence sur la qualité des images enregistrées. L'absence de source lumineuse et le caractère non intrusif des ondes acoustiques font que le comportement naturel des poissons observés n'est pas altéré, ni leur intégrité physique. Pour suivre les migrations en rivière, ces caméras acoustiques sont souvent utilisées horizontalement avec le faisceau orienté perpendiculaire à la berge. Cette mise en œuvre permet d'estimer la distance entre le poisson et le sonar, ainsi que le sens de déplacement de celui-ci, mais pas sa position dans la colonne d'eau. C'est un système qui ne nécessite pas que les poissons passent dans une structure particulière et il permet d'échantillonner une section mouillée d'une douzaine de mètres de largeur.

**Cependant, l'approche ayant été construite pour être utilisée dans différents cas de figures, d'autres dispositifs de comptage répondant aux critères cités précédemment pourront être utilisés comme dispositif de comptage temporaire.**

**Tableau 1: Avantages et Inconvénients des systèmes de comptage (modifié à partir Seinormag' Numéro 2 Avril 2016)**

Système de comptage	Avantages	Inconvénients
Passer à piège	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détermination des espèces</li> <li>• Biométrie possible</li> <li>• Possibilité de marquer les individus</li> <li>• Prélèvements d'échantillons biologiques possible (écailles, ADN)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement financier et en main d'œuvre important (gestion et maintenance)</li> <li>• Besoin d'une structure en dur</li> <li>• Données ponctuelles</li> <li>• Manipulation des individus (stress, blessures, ...)</li> <li>• Sélectivité importante</li> <li>• Le débit peut compromettre l'efficacité du piège</li> </ul>
Vidéo-comptage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données continues</li> <li>• Détermination des espèces</li> <li>• Peu de personnel nécessaire au quotidien</li> <li>• Pas de manipulation des poissons</li> <li>• Mesure de taille</li> <li>• Etude du comportement dans une passe possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite du personnel entraîné pour le traitement des données</li> <li>• Besoin d'une structure en dur</li> <li>• Coûts de mise en place relativement élevés</li> <li>• Traitement des données lourd en temps de visionnage</li> <li>• La turbidité peut compromettre les visionnages</li> <li>• Pas de prélèvements d'échantillons biologiques possible (écailles, ADN)</li> </ul>
Compteur à résistivité	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données continues</li> <li>• Coût des installations relativement peu élevé si structure en dur existante</li> <li>• Pas de manipulation des poissons</li> <li>• Peu de personnel nécessaire au quotidien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite du personnel entraîné pour le traitement des données</li> <li>• Besoin d'une structure en dur</li> <li>• Détermination des espèces pouvant être complexe</li> <li>• Certaines espèces peuvent obstruer les capteurs rendant inefficace le comptage</li> <li>• Pas de prélèvements d'échantillons biologiques possible (écailles, ADN)</li> </ul>
Scanner à Infra-rouge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données continues</li> <li>• Pas de manipulation des poissons</li> <li>• Mobilité du système</li> <li>• Peu de personnel nécessaire au quotidien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite du personnel entraîné pour le traitement des données</li> <li>• Pas de détermination des espèces</li> <li>• Problèmes de turbidité pouvant perturber le système</li> <li>• Pas de prélèvements d'échantillons biologiques possible (écailles, ADN)</li> </ul>
Caméra acoustique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Données continues</li> <li>• Pas de manipulation des poissons</li> <li>• Matériel transposable</li> <li>• Peu de personnel nécessaire au quotidien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessite du personnel qualifié pour le traitement des données</li> <li>• Traitement des données lourd en temps de visionnage</li> <li>• Volume de données important</li> <li>• Détermination des espèces parfois complexe</li> <li>• Coût du matériel</li> <li>• Pas de prélèvements d'échantillons biologiques possible (écailles, ADN)</li> </ul>

### **3. Diagnostic pour la mise en œuvre de l'approche boîte à outils sur un site d'étude**

La seconde étape consiste à réaliser un diagnostic en **xx** points pour savoir s'il est possible d'utiliser l'approche boîte à outils sur un site particulier. En effet, cette approche a été construite pour être utilisée au sein de stations de comptage déjà existantes. Cependant tous les critères suivants doivent être pris en compte pour que l'approche puisse être mise en œuvre de façon pertinente:

- **Une station de comptage toujours en fonctionnement** pour permettre le couplage avec un dispositif de comptage temporaire sur une période commune
- **Un échappement possible pour l'espèce cible** (salmonidés, anguilles, lamproies, aloses...) pour que l'on puisse considérer que le nombre d'individus comptés est inférieur au flux de migration.
- **Un nombre suffisant d'individus de l'espèce cible détectés par le système de comptage en place** pour que les données soient suffisamment riches en information pour alimenter le modèle. Les tests ont montré qu'il faut un **minimum de 150 poissons vus à la station de comptage sur un an** pour que des estimations puissent être faites par le modèle, quelle que soit l'espèce et sa dynamique migratoire.
- **Possibilité d'échantillonner avec le dispositif de comptage temporaire une section de rivière suffisante** pour que le comptage soit représentatif du flux de migration.
- **Un lieu sécurisé et avec accès à l'électricité** pour pouvoir installer et utiliser le dispositif de comptage temporaire.

### **4. Installation du dispositif de comptage temporaire**

Pour permettre une installation optimale du dispositif de comptage temporaire dans le cadre de l'approche Boîte à outils, il est important de considérer un certain nombre de points.

#### **(1) Le choix du lieu d'installation**

Dans le cadre de notre approche de suivi des flux de migration, il est nécessaire de pouvoir échantillonner un maximum de volume de la rivière, de minimiser les zones aveugles et de s'assurer qu'une proportion satisfaisante de la population de l'espèce étudiée puisse être détectée tout en étant à proximité immédiate de la station de comptage étudiée.

Quel que soit le dispositif de comptage temporaire choisi

Il est recommandé d'installer le dispositif au niveau de **goulots d'étranglement** au niveau desquels les flux de poissons sont concentrés. La largeur mouillée étant restreinte, l'efficacité du suivi sera favorisée. Il devra également être installé sur **une zone de passage actif** des poissons en migration pour éviter de biaiser les comptages par la présence d'individus en stabulation ou en phase de repos ou d'autres espèces inféodées à ces milieux. Il est également essentiel, pour que les données issues des deux dispositifs de comptage puissent être exploitées, que l'on **puisse déterminer si un individu n'a été observé que par un seul des dispositifs ou si cet individu a été observé par les deux dispositifs de comptage**. Exemple : dans le cas de l'utilisation d'une caméra comme dispositif de comptage temporaire, **il est nécessaire d'installer la caméra de telle façon que l'on puisse voir les poissons entrer dans la station de comptage**.

#### *Dans le cas de l'utilisation d'une caméra acoustique*

Le fond de la rivière devra être le plus plat possible (sans obstacles ni blocs trop gros) pour minimiser les zones aveugles derrière les substrats durs (zones où les ondes seront renvoyées par un obstacle et où une visualisation ne sera pas possible derrière cet obstacle). Les tronçons richement colonisés par les hydrophytes seront également à proscrire pour éviter une gêne dans le comptage des poissons. Il faut également que **la caméra soit positionnée de tel façon que lorsqu'elle enregistre elle ne soit jamais hors de l'eau**. Le réglage et le positionnement de la caméra permettront de jouer sur tous ces paramètres. En effet, l'inclinaison de la caméra modifie le volume de la rivière échantillonnée. Celle-ci doit être optimisée en fonction des obstacles éventuels sur le lit du cours d'eau et des pentes des berges pour maximiser le volume couvert par le faisceau de détection.

**Pour valider un site de suivi ou faire un choix** parmi des sites présélectionnés, **il est fortement recommandé de faire une cartographie du faisceau efficace de la caméra acoustique et de la section mouillée**. Cette expérimentation vise à réaliser des mesures de bathymétrie précises pour décrire la morphologie du cours d'eau au niveau du site, à **évaluer le volume efficacement couvert** par le faisceau de la caméra acoustique, et éventuellement à **optimiser le positionnement de la caméra**. Un protocole de cartographie est fourni avec la boîte à outils (Guide d'utilisation de la caméra acoustique ARIS).

## **(2) Le choix de la période de couplage**

Des tests ont permis d'identifier qu'il fallait installer le dispositif de comptage temporaire **pendant un minimum de 5 mois consécutifs**. Cependant, pour que les données issues de cette période de couplage soient suffisamment riches en informations pour le modèle (variabilité journalière du nombre de poissons, phénologie ou encore abondance), il est nécessaire de

sélectionner une période de couplage optimale. Cette **période optimale va fortement varier en fonction de l'espèce étudiée et de sa phénologie de migration dans la rivière étudiée**. Pour pouvoir identifier les périodes de couplage potentielles, **il est conseillé d'utiliser l'interface fournie dans la Boîte à outils**. Pour cela, il sera nécessaire de fournir à cette interface les comptages journaliers d'une année typique pour l'espèce cible observés à la station. L'interface fournira alors les périodes optimales pendant lesquelles il sera pertinent d'installer le dispositif de comptage temporaire.

### **(3) Le dispositif d'accueil du système de comptage temporaire**

Selon le dispositif de comptage temporaire sélectionné, plusieurs dispositifs d'accueil peuvent être envisagés. Ceux-ci doivent s'adapter aux caractéristiques du site de suivi et répondre aux exigences suivantes :

- **Structure d'accueil démontable et temporaire, mais solide et robuste.** Le dispositif de comptage temporaire ne devant être installé que quelques mois, il est essentiel que le dispositif d'accueil soit démontable. Cependant cette structure ne doit pas bouger ou vibrer en fonction des conditions environnementales. Même en cas de forte crue, le dispositif de comptage temporaire doit rester fixe et efficace.
- **Proximité d'un local ou d'un abri sécurisé, isolé et alimenté en électricité.** Le matériel informatique (PC, disque dur) permettant l'enregistrement des données y sera protégé de toute dégradation ou des aléas climatiques. Si un abri sécurisé n'est pas présent sur le site ou non accessible, une cabane de chantier adaptée pour recevoir le matériel nécessaire à l'approche Toolbox pourra être prêtée par le pôle AFB-INRA Gest'aqua.
- **Sécurisation du matériel.** Le dispositif de comptage temporaire ne doit pas pouvoir être relevé par n'importe quel promeneur ou usager du cours d'eau (pêcheur, kayakiste, baigneur...). Il doit également être protégé de tout impact ou dégradations avec des objets dérivant ou des rongeurs.
- **Possibilité de faire l'entretien et les inspections du dispositif de comptage temporaire facilement et sans danger.**

Dans le cas de l'utilisation d'une caméra acoustique, il faudra également pouvoir répondre aux exigences suivantes :

- **Positionnement et orientation réglable de la caméra acoustique,** de haut en bas comme de gauche à droite. La caméra doit pouvoir être orientée manuellement ou de façon électronique pour optimiser le volume couvert par son faisceau de détection.

Dans le cas de la ARIS de l'INRA, un système de double rotule est fixé sur la caméra et permet un réglage manuel de son inclinaison.

- Lorsque qu'elle est installée sur un site pour l'enregistrement des flux de migration, il est important qu'après les procédures d'entretien **la caméra puisse être remise dans la même position qu'avant la sortie de l'eau** pour échantillonner toujours la même section de rivière.
- **Prévenir toute sortie de l'eau** (pour rappel, la caméra en fonctionnement doit toujours être immergée)

Dans le cadre de l'approche Toolbox, un dispositif d'accueil pour la caméra acoustique ARIS a été créé et pourra être prêt. Il prend la forme d'un support fixé en berge sur lequel coulisse une perche mobile dont l'extrémité accueille la caméra acoustique (Fig. 1a et b).

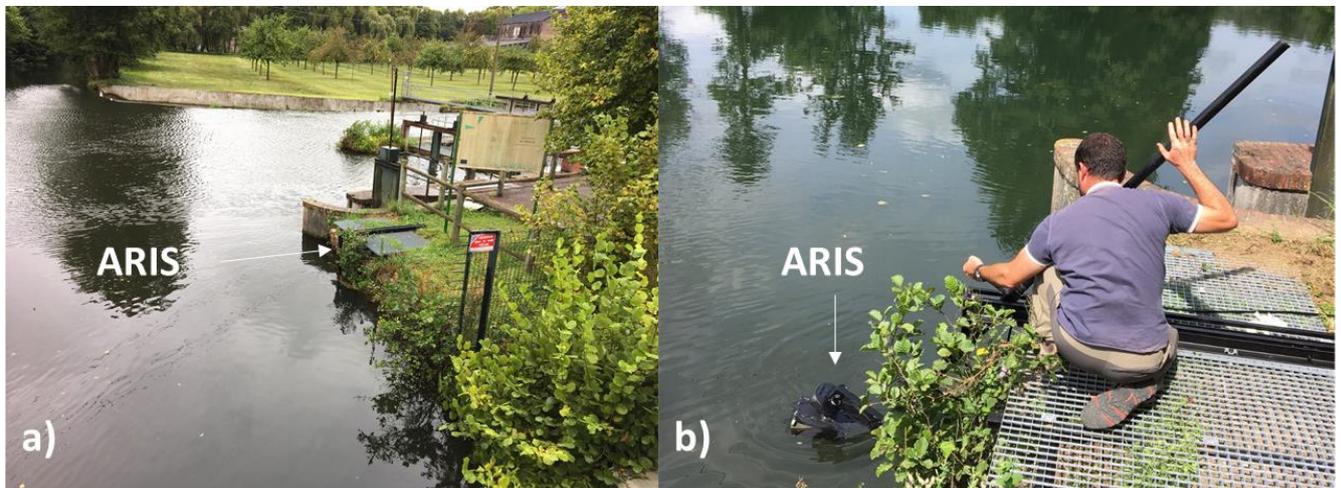


Figure 1a et b: Dispositif d'accueil de la caméra acoustique ARIS. a) la ARIS est en position pour l'enregistrement, b) relevage de la ARIS à l'aide du dispositif d'accueil

## **5. Utilisation des données de la station de comptage et du dispositif de comptage dans le modèle d'estimation des flux de migrations.**

Une interface pour pouvoir intégrer les données, lancer les modèles et obtenir des résultats graphiques et chiffrés a été créée. Cette interface ainsi que son mode d'emploi sont disponibles dans la boîte à outils. Cette interface a été créée dans le cas où une caméra acoustique était utilisée comme dispositif de comptage temporaire mais elle pourra être facilement adaptée à d'autres dispositifs.

Avec le soutien financier de

**AGENCE FRANÇAISE**  
**POUR LA BIODIVERSITÉ**  
ÉTABLISSEMENT PUBLIC DE L'ÉTAT

[www.agence-francaise-biodiversite.fr](http://www.agence-francaise-biodiversite.fr)



<http://www.inra.fr/>