

Etude du déplacement de jeunes truites

Evaluation d'un prototype d'enregistrement automatique autonome à deux antennes, pour la détection de transpondeurs implantés dans leur abdomen

Jacques Rives¹

Résumé : Afin d'enregistrer automatiquement les temps d'utilisation de différents faciès d'habitat par des truitelles d'un an, nous les équipons d'un transpondeur² (PIT tag) de 23 mm. Un radier³ et un profond⁴ sont reliés par un habitat de transition (chenal en pente), sur lequel deux antennes de détection doivent permettre de déterminer le sens du passage des poissons. L'utilisation de deux enregistreurs gérant chacun une antenne de détection s'étant avérée impossible (interférences, décalage des horloges), nous avons fait développer un prototype d'enregistrement autonome gérant deux antennes à la fois. Nous décrivons ici l'évaluation de la fiabilité de ce prototype.

Mots clés : transpondeur, truite, comportement, faciès, antenne, enregistreur autonome, PIT tag

Introduction

Lors d'études comportementales menées à l'UMR ECOBIOP du pôle d'hydrobiologie de St Pée/Nivelle, on s'intéresse à l'utilisation de l'habitat et notamment aux échanges radier-profond chez les jeunes truites communes (*Salmo trutta* L.). Les moyens d'identification sans contact RFID (Radio Frequency Identification) comme le système TIRIS développé par TEXAS INSTRUMENTS, permettent le marquage individuel des poissons à l'aide d'un transpondeur passif (PIT tag) et leur détection lors de leur passage près d'une antenne. La Société CIPAM a développé en 2002 pour le Conseil supérieur de la pêche (CSP), un prototype d'enregistreur autonome à une antenne qui a été utilisé avec succès pour la détection de passages de poissons marqués dans des passes à poissons ou des exutoires de dévalaison⁵ par exemple (Pautric et Larinier, 2003). Les essais effectués en 2004 avec cet outil pour enregistrer les déplacements de truitelles d'un an entre radier et profond, nous ont montré les limites du système en l'état. En effet



Photo 1 : Transpondeur 23 mm

¹ INRA/UPPA UMR ECOBIOP « Écologie Comportementale et Biologie des populations de poissons » Pôle d'Hydrobiologie -64310 Saint-Pée-sur-Nivelle, France. ☎ 05 59 51 59 84 ✉ rives@st-pee.inra.fr

² Transpondeur (TRANsmetteur/réPONDEUR) ou « PIT Tag » (Passive Integrated Transpondeur)= récepteur-émetteur sous forme de capsule de verre contenant un dispositif électronique qui renvoie un signal codé par l'intermédiaire du lecteur qui l'a activé.

³ radier = Faciès d'écoulement de faible profondeur avec une vitesse de courant relativement élevée.

⁴ profond =Faciès d'écoulement de profondeur importante avec une vitesse de courant relativement faible.

⁵ dévalaison =Déplacement des poissons avec le courant en direction de l'aval.

l'obligation d'avoir deux antennes pour connaître le sens du passage, nécessitant l'utilisation de deux coffrets d'enregistrement, a révélé deux problèmes majeurs : d'une part, la dérive et le décalage des horloges de chaque enregistreur ne permet pas un tri fiable des données (sens des passages) et, d'autre part, des interférences entre les deux antennes (très proches dans notre cas) peuvent entraîner des erreurs dans les enregistrements. Nous avons donc demandé à la société CIPAM de configurer un nouveau prototype capable de gérer deux antennes pour s'affranchir des problèmes de dérive d'horloge et d'interférences. Cet appareil a été testé en milieu contrôlé au printemps 2006.

1. Matériel et méthode

1.1.Principe de fonctionnement du système TIRIS

Le système TIRIS (Texas Instruments Registration and Identification System) est basé sur la détection par une station de lecture d'un transpondeur (TRANSMetteur/réPONDEUR) ou PIT tag (Passive Integrated Transpondeur) (**Photo 1**). L'unité de lecture émet un signal en impulsion de 134.2 kHz par l'intermédiaire d'une antenne. Lorsque le transpondeur passe à proximité de l'antenne il se charge par induction et émet un signal codé d'identification *via* l'antenne vers le système de lecture. Dans ce cas le mode de transmission employé est dit « half duplex », le lecteur et le transpondeur communiquent alternativement et non simultanément « full duplex ». Le transpondeur est passif, il ne dispose pas de source d'énergie et ne peut être lu que s'il est activé par le lecteur. L'avantage de ce système est sa durée de vie quasi illimitée, la contrainte est la distance de détection qui est au maximum d'environ 50 à 60 cm de part et d'autre de l'antenne.

1.2 Description du coffret autonome d'enregistrement CIPAM

Basé sur le même principe général que le coffret à une antenne conçu pour le CSP en 2002 (Pautric et Larinier 2003), le système comprend tous les éléments permettant l'acquisition, l'enregistrement et la transmission des données (**Photo 2**). Une batterie peut prendre le relais de l'alimentation 230 V en cas de coupure de courant. La dimension et la forme des antennes sont adaptables au système étudié. Elles sont constituées d'un enroulement inductif de 2 à 4 spires créant un champ magnétique qui active le transpondeur et qui donne lecture du signal. Il faudra « accorder » les antennes *via* les boîtiers d'accord, grâce à des « Jumps » ou cavaliers, permettant de faire varier inductances et capacités du circuit, de façon à ce qu'elles entrent en résonance avec le système (134.2 kHz). Un tableau fourni par le constructeur indique l'emplacement optimal des « Jumps » selon l'impédance de l'antenne calculée selon le nombre de spires et la section du câble utilisé (<http://www.emclab.umr.edu/new-induct/>). On affine la mise en résonance des antennes, grâce à un noyau d'accord (noyau plongeur) accessible avec un tournevis on visualise la meilleure position avec une led rouge.

L'originalité de ce nouveau prototype vient de la lecture alternative des antennes qui nous affranchit totalement des problèmes d'interférences entre antennes proches qui persistaient avec le premier système, même en cas d'utilisation de deux coffrets en



Photo 2 : Coffret CIPAM

configuration « maître-esclave ». D'autre part n'avoir qu'un terminal d'acquisition n supprime le problème des horloges décalées qui provoquait des erreurs dans le tri des données (sens de passage). Le terminal d'acquisition du coffret (PSION WORKABOUT MX) gère grâce à l'application « Fish App » développée par CIPAM, à la fois la lecture, l'enregistrement et le transfert des données vers un PC. Les fichiers de données obtenus sont des fichiers texte à séparateurs « ; » de type : 02(code antenne); 01(code lieu); 0000001111111107(N° de marque); 280606(date); 15:15:57(heure), aisément traitables sur tableur.

1.3 Paramètres de travail

Chaque antenne est activée alternativement toutes les 200 ms (150 ms de pause et 50ms de charge). Outre la date et l'heure, il est possible de paramétrer:

- Le code des antennes (01 à 99), qui donnera un N° de code à chaque antenne ;
- Le code Lieu (01 à 99) ;
- Le nombre de demandes de lecture sans réponse entre chaque commutation, ce qui augmentera le temps de lecture sur chaque antenne : 200ms au minimum ou x fois 200ms avant de basculer sur l'autre antenne.
- La période x pendant laquelle une même marque n'est pas enregistrée plusieurs fois (réglable de 5 à 99 s) : pour ne pas encombrer les fichiers en cas de stagnation d'un poisson sur l'antenne mais cette option est facultative.

1.4 Description du système radier-profond



Photo 3 : *Système radier-profond*



Photo 4 : *Chenal reliant radier et profond*

Dans un bief du chenal de frai du Lapitxuri (installation expérimentale de l'UMR ECOBIOP) comportant une chambre d'observation vitrée, on a aménagé un radier avec des abris ombragés et un profond d'environ 2 m² chacun (**Photo 3**). Le dénivelé entre les deux faciès assure un écoulement du radier vers le profond à travers un chenal étroit de 1.40 m de long (**Photo 4**). La vitesse de courant importante et l'absence d'abris hydrauliques évitent tout problème d'arrêt des poissons dans cet habitat de transition. Les vitesses de courant varient de 7 à 15 cm/s dans le radier, alors qu'elles atteignent à 90 à 100 cm/s dans le chenal et 0 à 30 cm/s (sortie chenal) dans le profond.

Les antennes sont réalisées avec des cercles de 3 spires de fil, de section 2,5 mm² d'un diamètre de 25 cm placées en amont et en aval du chenal, séparées de 135 cm. Les zones de réception obtenues sont d'environ 30 cm de part et d'autre des antennes (avec les marques perpendiculaires au champ de l'antenne) et ne se chevauchent pas.

Le radier et le chenal sont observables par la vitre de la chambre d'observation et ont été filmés de jour pendant les essais, afin de vérifier la validité des enregistrements et de détecter d'éventuels passages non enregistrés par le coffret (**Figure 1**).

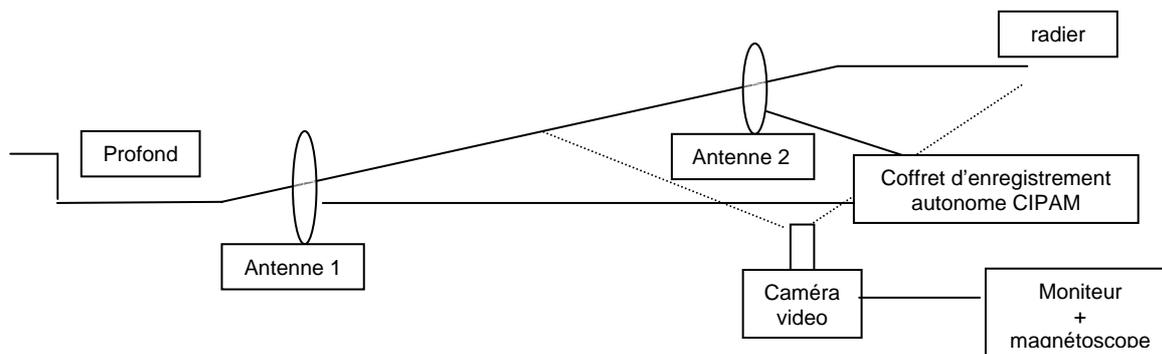


Figure 1 : Représentation schématique de l'installation

1.5 Marquage (Photo 5).

Les 10 truites marquées mesuraient entre 100 et 117 mm pour un poids de 13 à 18g. Le transpondeur de 23 mm et de diamètre 3.8 mm est introduit dans la cavité abdominale après anesthésie à l'eugénol. L'incision d'environ 5 mm n'est pas suturée. On peut raisonnablement supposer qu'en raison de la taille des poissons et surtout de leur « épaisseur », les marques restent dans le sens longitudinal du poisson et sont ainsi dans la position de réception optimale lorsque le poisson passe à travers une antenne (marque perpendiculaire au plan formé par l'antenne).



Photo 5 : Insertion d'une marque dans la cavité abdominale d'une truitelle

2. Résultats

Les essais se sont déroulés pendant 15 jours au cours du printemps 2006. Les données enregistrées (**figure 2**) permettent d'établir un bilan individuel d'utilisation de l'habitat pour chacune des truites composant le groupe (**figure 3**).

Néanmoins, les enregistrements vidéo ont fait apparaître des problèmes dans le logiciel « Fish App » installé sur le PSION, qui commande l'acquisition et le transfert des données et qui ne se sont révélés que lors de ce test en milieu contrôlé. En effet lors des essais préliminaires en labo tous les cas de figure possibles n'ont pas été testés. A ce jour, des contraintes incontournables limitent l'utilisation du système :

- L'absence de système anticollision : dans l'état actuel de la technologie, la présence d'une marque dans le champ d'une antenne empêche toute lecture d'une autre marque. Pour ne pas

alourdir les fichiers en cas d'arrêt du poisson dans le champ de détection, une option permet de régler la fréquence des enregistrements de 5 à 99 s (on n'enregistre qu'une lecture toutes les x secondes). Les enregistrements vidéo montrent qu'il peut se produire des allers et retours en moins de 5 secondes, nous n'avons donc pas choisi cette option. Seul un emplacement des antennes dans une zone peu favorable à un arrêt des poissons (sans abri hydraulique, courant rapide), évite à un poisson de rester dans le champ des antennes et de bloquer le système, sans pour autant empêcher les passages.

- La durée optimale de lecture sur chaque antenne est un paramètre essentiel : le temps de scrutation de chaque antenne est de 0.2s. On peut augmenter ce temps de lecture grâce à une option qui multiplie le nombre de lectures sans réponse (réglable de 01 à 99). Ceci se traduit par une durée de scrutation plus longue (x fois 0.2s) sur chaque antenne. Si l'avantage de cette option paraît utile pour augmenter l'efficacité de lecture en augmentant le temps de scrutation, il ne faut pas oublier que le système est basé sur une détection successive. Ainsi, le temps de lecture sur une antenne correspond au temps de non lecture sur l'autre. C'est pourquoi, si comme dans notre cas les deux antennes sont très rapprochées (135 cm), il vaut mieux travailler avec le temps de lecture minimum, soit 0,2 s.

Pour être certain d'enregistrer un poisson, il faut que son temps de passage dans le chenal au voisinage des antennes soit suffisant. Le champ d'une antenne étant d'environ 60 cm, une vitesse de passage des poissons supérieure à 1m/s entraînerait obligatoirement des risques de manque dans les enregistrements. Dans notre cas la vitesse du courant dans le chenal est d'environ 1m/s, les enregistrements vidéo nous ont permis de calculer que les truites montaient en moyenne à 0.3 m/s et redescendaient la tête vers l'amont à peu près à la même vitesse. Donc tout passage doit pouvoir être enregistré puisque le temps de présence dans le champ d'une antenne est alors de deux secondes.

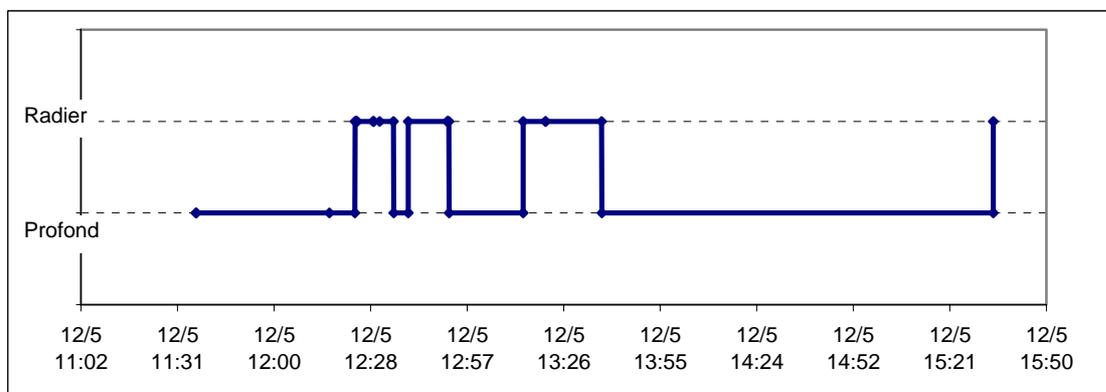


Figure 2 : Exemple d'enregistrement obtenu pour la truite 107, deux enregistrements qui se suivent sur chaque antenne représentent le passage d'un faciès à l'autre, validé par le contrôle vidéo.

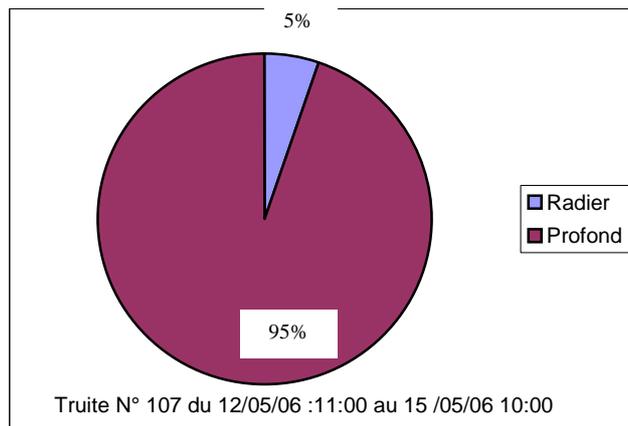


Figure 3: Exemple de bilan d'utilisation de l'habitat (temps de présence en %)

Conclusion et perspectives

Ce prototype d'enregistrement automatique autonome à double antennes, testé en milieu contrôlé, montre que des problèmes persistent. En effet, certains passages enregistrés par caméra vidéo ne l'ont pas été par les antennes. Des modifications du logiciel « Fish App », testées en laboratoire, doivent être validées en condition expérimentale avant de passer à la phase opérationnelle. Cependant, il reste difficile de garantir que 100% des passages soient enregistrés. Un compromis a été trouvé entre la pente du chenal reliant les deux faciès (et donc la vitesse de courant qui en découle), la distance entre les deux antennes et la fréquence de commutation des antennes.

Un enregistrement vidéo est donc indispensable pour valider les passages, même s'il faut utiliser un système de déclenchement automatique pour diminuer la durée des enregistrements vidéo et le temps de dépouillement. L'intérêt du système TIRIS est d'obtenir une identification individuelle des poissons. Enregistrement vidéo et système TIRIS sont complémentaires. Testé avec succès sur les « passe à poisson » (Verbiès et Geeraerts, 2005), ce système doit évoluer, et nous travaillons à adapter nos protocoles aux limites technologiques du système TIRIS pour les études comportementales telles que nous les menons.

Remerciements : Je remercie Agnès Bardonnnet de son aide lors de l'expérimentation et de ses conseils avisés lors de la rédaction de cet article.

Bibliographie

Pautric M, Larinier M (2003) Développement et test des capteurs et enregistreurs de transpondeurs TIRIS Rapport GHAAPPE RA 03 03 76 p + annexes

Verbiest H., Geeraerts C Design of a stationary PIT detection system to evaluate a fish pass Workshop on PIT Telemetry: Advances and applications for the study of animal behaviour and ecology Rennes (France), 8-9 November 2005

Références : sté CIPAM - 9 rue Valentin Haüy - BP 14 - 63000 Clermont Ferrand cedex 01
Consulter le site <http://www.cipam.com>