

- RAPPORT D'ETUDE -

Mono, 44100Hz

32 bits flottant

Muet Solo

- +

G D

6k
5k
4k
3k
2k
0k

2017_05_2

2022 N° 4/16

Élaboration d'un système automatique acoustique de suivi de la reproduction des aloses

ALIX F., RIVOALLAN D., • Avril 2023



Photo de couverture
(© MRM / F.Gardin 2007)

Référence à citer

ALIX F., RIVOALLAN D., 2023. Élaboration d'un système automatique acoustique de suivi de la reproduction des aloses. Campagne d'Études 2022. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 13p

1 Contexte et objectifs

Le suivi de la reproduction de l'aloise vise à caractériser l'évolution de la population et à apporter des informations sur la migration de cette espèce (front de colonisation, franchissement d'ouvrages). Ce suivi est actuellement réalisé par des équipes qui comptent manuellement (de manière auditive et visuelle) les actes de reproduction sur certaines frayères identifiées au dispositif de suivi du PLAGEPOMI 2022-2027.

Le suivi de reproduction est un suivi qui nécessite un investissement humain très important (2 personnes par site suivi et par nuit). Étant donné le nombre de frayères accessibles, il est difficile d'assurer une présence sur chacune. **L'automatisation du suivi permettrait donc un gain d'information en multipliant les stations de suivis sans augmenter significativement les besoins de suivis manuels.** Pour autant, la présence humaine au bord de l'eau reste primordiale, les équipes possèdent une connaissance des frayères précieuse et peuvent ainsi discriminer les secteurs les plus propices à la présence des aloses et confirmer la reproduction effective.

La détection automatique d'événements sonores a beaucoup progressé ces dernières années, notamment grâce aux méthodes d'apprentissage profond ou « Deep-Learning ». Ce type de méthodes a fait ses preuves dans divers domaines, dont la détection et la reconnaissance de chants d'oiseaux. Face à ces avancées scientifiques récentes, un partenariat a été mis en place avec Patrice Guyot, chercheur en informatique à l'IMT Mines Alès.

La mise en place de stations de comptage fonctionnelles permettrait d'optimiser le suivi saisonnier de l'aloise en lien avec la réouverture des axes migratoires. Les objectifs finaux sont :

- Optimiser le suivi de la reproduction en démultipliant les sites de comptage sur une même nuit
- Diminuer le temps d'analyse des enregistrements au bureau

Plusieurs objectifs se sont dessinés pour la campagne d'étude 2022 :

- Améliorer les algorithmes de détections des bulls d'aloises construit en 2020
- Obtenir des enregistrements de bulls supplémentaires en mettant des enregistreurs à disposition des équipes de suivis de la reproduction
- Réfléchir autour du matériel d'acquisition en vue d'améliorer cette étape
- Traiter les enregistrements issus de la campagne 2022 à l'aide de l'algorithme

2 Rappel des investigations précédentes

MRM travaille en lien avec le monde de la recherche en informatique depuis 2019 avec l'objectif de développer un algorithme sur base de l'apprentissage profond¹. L'apprentissage profond ou Deep Learning est une branche de l'intelligence artificielle. Dans notre cas, le son du bull, que l'on cherche à faire reconnaître est transformé sous forme de spectrogramme (représentation en image du son, le temps étant en abscisse et la fréquence en ordonnée). Les images de bulls sont ensuite introduites en tant que données d'entrées dans un réseau de neurones (structure de l'algorithme), qui grâce à la multitude d'images de bulls de différentes origines apprend à reconnaître un bull par lui-même.

Pour comprendre les résultats issus des investigations de construction d'un algorithme performant, il est nécessaire de distinguer « la précision » et « le rappel » (Tableau 1). La précision permet d'identifier la proportion de vrais positifs parmi tous les bulls détectés par l'algorithme (est ce que le bull identifié par l'algorithme est bien un bull ?). Le rappel correspond à la proportion de bulls détectés par l'algorithme parmi tous les bulls présents sur l'enregistrement (parmi tous les bulls présents sur la bande son, combien ont été identifiés correctement ?). La valeur de précision et du rappel peuvent ensuite être moyennée dans une dernière métrique nommée F1.

Tableau 1 : Matrice de confusion ; calcul de la précision et du rappel

		Détection automatique	
		Bull	Non bull
Vérité terrain	Bull	Vrai positif	Faux négatif
	Non bull	Faux positif	Vrai négatif

$$\text{Précision} = \frac{\text{Vrais positifs}}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux positifs}} \quad \text{Rappel} = \frac{\text{Vrais positifs}}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux négatifs}}$$

$$F1 = \frac{\text{Précision} + \text{Rappel}}{2}$$

Les premiers réseaux de neurones construits permettent de détecter la majorité des bulls réellement présents sur les bandes sons bien que beaucoup d'autres bruits divers soient classés comme « bulls » par le modèle. **C'est la précision du modèle qui est à affiner.**

Les enregistrements issus de la saison 2021 étaient passés au travers de deux modèles d'algorithme. Parmi ces deux modèles, l'un semblait plus efficace, c'est le modèle qui avait reçu le plus de données d'apprentissage : **chaque bull intégré en apprentissage compte.**

¹ ALIX F., RIVOALLAN D., 2022. Élaboration d'un système automatique acoustique de suivi de la reproduction des aloses. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 13p

Les quelques bandes sons qui avaient été dépouillées en entier avaient montrés que **75% des bulls enregistrés avaient détectés par les modèles** ; et 71% par le modèle le plus efficace.

Sur ces mêmes bandes sons ; on retrouvait 40 % des bulls observés enregistrés. **L'acquisition des enregistrements est une phase capitale sur laquelle repose l'ensemble du projet, à court mais aussi à long terme.**

3 Résultats campagne 2022

3.1 Enregistrements

a) Récolte des données auprès des équipes de terrains

Trois types d'enregistreurs ont été utilisés cette année : des dictaphones, des enregistreurs Tascam DR-40X et des audiomoths (*Tableau 2*).

Tableau 2 : Équipes disposant d'un enregistreur et secteurs de suivis

	Secteurs	Enregistreurs
FDAAPPMA11	Aude	Olympus WS-853
FDAAPPMA30	Gardon	Tascam
GECO Ingénierie	Cèze	Olympus WS-853
ECATE	Vieux Rhône de Donzère + Ardèche	Olympus DS-40
MRM	Aude	Tascam
MRM	Cèze	Audiomoth (3 semaines)

Ainsi, sur l'ensemble de la saison et sur les différents secteurs, les enregistreurs de type Tascam et dictaphone ont été mis en place 53 nuits ; dont 20 nuits actives. **Au total ; sur les 887 bulls observés en 2022² ; ce sont 604 bulls qui ont potentiellement été enregistrés, principalement sur l'Aude et la Cèze.**

En 2022, une réflexion a été menée afin d'explorer le champ des possibles concernant les outils pour l'enregistrement pour améliorer le dispositif utilisé par MRM. Ainsi, des entretiens ont été effectués avec le monde de l'audio-naturalisme, de la bio-acoustique et de l'éco-acoustique. Bien que l'acquisition de microphones performants à brancher sur les enregistreurs TASCAM a été évoquée pour améliorer la qualité des enregistrements et la portée, une autre solution semble répondre à une grande partie des contraintes du suivi, les enregistreurs acoustiques passifs.

Depuis quelques années, des outils acoustiques passifs sont développés. Afin de tester la faisabilité de l'utilisation de tels outils, le bureau d'études Biophonia a été contacté. Ce dernier a loué deux enregistreurs passifs programmables, Audiomoth (*Figure 1*), pour 3 semaines à MRM, lors de la saison de suivi de la reproduction de l'aloise. Ces appareils sont adaptés à des environnements naturels et sont utilisés pour des études écologiques. Ils ont été disposés sur l'une des frayères

² ALIX F., RIVOALLAN D., 2022. Suivi quantitatif des frayères d'aloises sur le bassin rhodanien. Campagne d'Études 2021. Association Migrateurs Rhône-Méditerranée. 15p

de Chusclan, sur la Cèze, du 18/05/2022 au 07/06/2022, soit pour 19 nuits d'enregistrements. Les enregistreurs ont été programmés de manière à enregistrer tous les jours entre 21h00 et 05h00 du matin. Deux réglages du gain ont été testés.

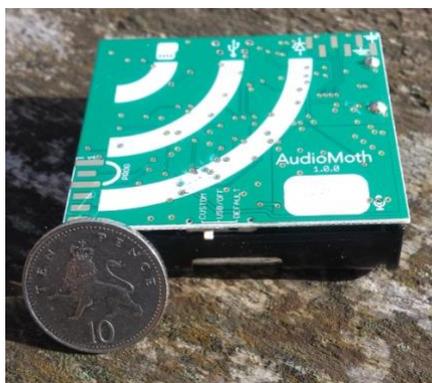


Figure 1 : Enregistreur acoustique passif de la marque Audiomoth © Nocmig

Nous disposons d'un nombre d'heure d'enregistrement total conséquent (425 heures, dont 95% est de bonne qualité (un enregistrement est considéré de bonne qualité lorsque la bande son est claire et qu'il n'y a pas d'épisode de saturation qui couvre plus de 20% de la bande son) (Tableau 3). On constate des proportions de bonne qualité meilleure pour les Tascams et les audiomoths (Tableau 4). On constate également que les proportions de bonne qualité sont moins bonnes pour les enregistreurs Olympus (WS-853 ou DS40). Les plus faibles proportions d'enregistrements de bonne qualité sur l'Aude, le Vieux Rhône de Donzère et l'Ardèche s'explique par le type de matériel utilisé.

Tableau 3 : Proportion d'enregistrements de bonne qualité par cours d'eau

Cours d'eau	Tps_total	Tps_bonne_quali	Proportion_bonne_quali
Aude	40:03:01	30:38:37	76,51
Vieux Rhône de Donzère	41:12:05	36:54:45	89,59
Ardèche	22:32:27	17:39:46	78,36
Cèze	314:09:39	314:09:39	100,00
Gardon	7:57:07	7:57:07	100,00
TOTAL	425:54:19	407:19:54	95,64

Tableau 4 : Proportion d'enregistrements de bonne qualité selon l'enregistreur utilisé

Type enregistreur	Tps_total	Tps_bonne_quali	Proportion_bonne_quali
Tascam	14:54:48	14:54:48	100,00
Olympus WS-853	55:19:32	45:55:08	83,00
Olympus DS40	63:44:32	54:34:31	85,62
Audiomoth 1	145:49:52	145:49:52	100,00
Audiomoth 2	146:05:35	146:05:35	100,00
TOTAL	425:54:19	407:19:54	95,64

b) Choix du matériel et évolutions possibles

L'enregistreur Tascam nécessite plus de réglages par rapport aux dictaphones, mais les enregistrements qui en sont issus sont de meilleure qualité et en stéréo³. Il est donc plus facile de travailler le son si le réglage du gain est mauvais (les enregistrements effectués à l'aide de dictaphone ont tendance à saturer). **Le réglage du gain⁴ est une étape clé pour obtenir un enregistrement d'excellente qualité.** Cependant, le retour des équipes utilisatrices d'enregistreur Tascam montre que malgré les outils à dispositions (fiche protocole ; vidéo-tutoriel) **l'étape de réglage du gain est difficile à prendre en main.**

Pour comparer les audiomoths loués au matériel classiquement utilisé par MRM, une étude de sensibilité acoustique et de portée a été mise en place. Pour cela, les différents enregistreurs ont été placés à 1 m du sol sur un trépied, orientés dans la même direction. Un son de bulls préalablement enregistré a ensuite été joué à différentes distances à puissance constante à l'aide d'une enceinte. Les enregistrements des différents appareils ont été analysés sur le logiciel Audacity et l'atténuation en décibels pour chaque bull a pu être calculée en fonction de la distance. L'atténuation correspond à la différence de puissance entre le son enregistré par l'appareil à une distance donnée par rapport à celui mesuré à 1 m. Plus l'atténuation est grande, moins la portée du microphone et donc sa sensibilité est importante. L'Audiomoth avec la configuration Mid-High (réglage du gain en position intermédiaire) a une sensibilité plus importante que le TASCAM, l'Audiomoth avec la configuration Low-Mid (réglage du gain en position faible) et un olympus WS-853.

L'enregistreur Audiomoth est plus performant en captant des sons plus lointains (*Figure 2*). Il s'est avéré que le vent est un paramètre qui limite grandement les enregistrements en termes de qualité et de portée. En cas de vent, les enregistrements avec une sensibilité trop forte peuvent saturer. **Le réglage du gain est un paramètre à ajuster finement pour être assez sensible et enregistrer des bulls avec un portée suffisante mais sans amplifier les bruits parasites.**

³ **Stéréo versus Mono** : un enregistrement en mono est enregistré par un seul micro ; en stéréo il y a deux sources d'enregistrements (deux micros) cela permet d'acquérir un son plus représentatif de l'espace

⁵ **Gain** : niveau de l'audio entrant dans un système. Plus le gain est élevé ; plus le volume de l'enregistrement sera fort. Le réglage du gain est important car il permet dans notre cas de limiter la saturation. S'il y a une élévation du niveau sonore en cours d'enregistrement lorsque le gain est trop élevé, l'enregistrement va saturer c'est à dire qu'une partie du son est supprimée, ce qui rend l'audio très désagréable ; voir inaudible

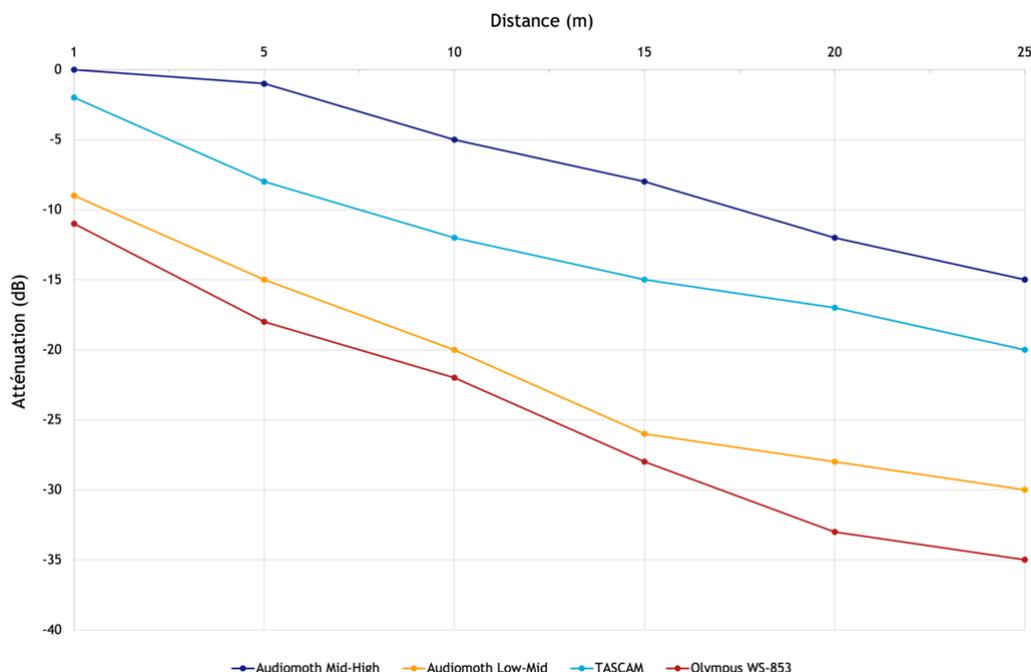


Figure 2 : Évolution de l'atténuation du son en fonction de la distance avec plusieurs enregistreurs

Un tableau comparatif des différents appareils peut être dressé en fonction de plusieurs paramètres (Tableau 5). Aux appareils d'ores et déjà présentés, est ajouté le Song meter micro, un dispositif similaire à la marque Audiomoth mais dont le gain peut être réglé sur le terrain grâce à une application mobile. Le fait de pouvoir se connecter à l'appareil permet également de vérifier l'ensemble des paramètres en cours de saison sans avoir besoin de le connecter à un PC.

Tableau 5 : Comparaison des différents appareils envisagés pour le suivi de la reproduction

	Olympus WS-853	TASCAM	Audiomoth	Song meter micro
Prix approximatif (euros)	80	200	100	200
Portée	+	++	++	++
Autonomie	24 h	12 h	> 1 mois	> 1 mois
Enregistreur passif	Non	Non	Oui	Oui
Ajustement du gain	+	+++	++	+++
Connexion bluetooth	Non	Non	Non	Oui

D'après ces éléments, il est préconisé dans le cadre de la stratégie de suivi d'acquies des Song meter Micro qui ont des caractéristiques adaptées aux contraintes et enjeux du suivi. Ils permettent une avancée remarquable avec un espoir d'automatisation du suivi, inenvisageable avec les enregistreurs utilisés jusque-là.

En fonction des spécificités de chaque site de suivi, des enregistreurs réglés pour enregistrer toutes les nuits, disposés discrètement, permettraient un suivi quotidien d'au moins une partie d'une frayère. Les frayères à préconiser doivent être de taille raisonnable et une réflexion doit être menée concernant la disposition des enregistreurs.

La frayère en aval du seuil de Chusclan serait la candidate idéale pour déployer de tels enregistreurs. Elle est de faible largeur et longueur. D'autre part, la présence d'arbres sur les rives offre la possibilité de fixer des enregistreurs aisément et discrètement sur ce site fréquenté. **Si le déploiement sur la frayère de Chusclan s'avère efficace en 2023, l'objectif sera d'équiper d'autres frayères et d'intégrer ces dispositifs au sein de la stratégie de suivi de la reproduction des aloses feintes de Méditerranée sur le territoire.**

Les tests effectués sur les différents appareils ont permis de nouveau de mettre en avant l'importance du réglage du gain.

L'enregistrement passif est un outil qui offre de belles perspectives pour l'automatisation du suivi de la reproduction de l'Alose feinte de Méditerranée. A long terme, une piste d'amélioration pour aller encore plus loin serait d'intégrer le programme de reconnaissance des bulls développé aux Mines d'Alès directement dans les enregistreurs, en fonction des performances de ce dernier. Ainsi, les enregistrements effectués tous les jours entre 22h00 et 5h00, représentant une quantité importante de données à stocker pourraient largement être allégés en n'enregistrant que les segments détectés par l'algorithme. **A moyen ou long terme, l'acquisition de plusieurs appareils peut être très bénéfique d'un point de vue financier et organisationnel pour augmenter le nombre de sites de suivi en diminuant drastiquement la charge de travail nécessaire au dénombrement des bulls sur un site.**

3.2 Travail sur les algorithmes

L'algorithme travaille en analysant des spectrogrammes d'une longueur de 15 secondes. Il travaille donc en glissant sur la bande son par fraction de 15 secondes ; puis 15 secondes etc. Le risque de couper un bull en deux et qu'il ne soit pas reconnu était important (si on coupe une image contenant la représentation d'un bull en deux morceaux ; l'algorithme qui a appris à reconnaître un bull dans son entièreté n'a pas la capacité de reconnaître une moitié de bull).

Une triple découpe de la bande son a été mise en place afin de limiter les risques de coupe d'un bull (*Figure 3*). L'algorithme analyse ensuite chacune des images issues de cette découpe : les résultats de cette analyse fonctionnent sous forme de présence / absence de bull. Enfin, une dernière étape permet de réunir les segments positifs qui se superposent en une seule itération.

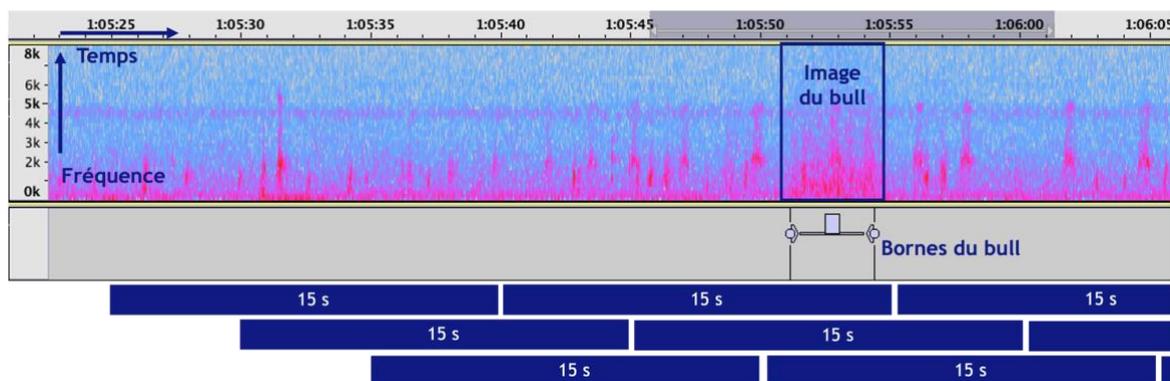


Figure 3 : Représentation de la découpe réalisée par l'algorithme

A partir des résultats de l'année 2021, il a été choisi de sélectionner l'algorithme le plus performant pour l'améliorer (CNN - vgg16).

Un des problèmes rencontrés en 2021 était la mémoire nécessaire pour faire tourner les réseaux de neurones dans de bonnes conditions. Pour pallier cela, **une partie des travaux 2022 ont consistés à permettre la lecture des enregistrements à la volée par l'algorithme.** L'idée de la projection à la volée est de ne pas stocker de données à long terme mais seulement dans la plage de temps où ils sont nécessaires et ainsi d'augmenter le nombre de données utilisables en libérant de la mémoire sur les machines utilisées. **Une partie du code ajouté permet également d'extraire les segments sélectionnés par l'algorithme et de les mettre bout à bout pour faciliter la phase de réécoute des segments.**

Au début de l'année 2022, de nombreuses données de l'année 2021 ou d'années précédentes annotées sur des bandes sons qui n'avaient pas été post-traitées, ont été transmises à l'école des Mines. Ces données ont été incluses en apprentissage au sein du modèle CNN-vgg16. Pour le traitement des bandes sons 2022, l'idée a été de transmettre l'ensemble des fichiers à l'école des Mines pour qu'ils traitent les bandes sons au travers de l'algorithme et nous fournissent le bornage des segments pouvant potentiellement contenir un bull détecté par le modèle. Ces segments auraient alors fait l'objet d'une réécoute, quelques bandes sons d'une écoute complète afin de calculer la précision et le rappel.

Cependant, les résultats issus de ce traitement n'étaient pas satisfaisants car bien que les bulls présents sur les bandes sons semblaient détectés, la précision était très faible : 9000 segments ont été sélectionnés par l'algorithme ce qui représentaient plus de 30 heures de réécoute. Si les 604 bulls potentiellement enregistrés sont bien enregistrés et détectés par l'algorithme, la précision aurait été de 7% ce qui est peu satisfaisant.

- A titre d'exemple :

405 segments provenant de 20 bandes sons différentes ont fait l'objet d'une réécoute. Parmi ces 405 segments, seul 27 bulls ont été dénombrés, ce qui nous mène à une précision de 6%.

Une des bandes sons ayant fait l'objet d'une réécoute complète provenait de la Cèze, une nuit où une centaine de bulls avaient été dénombrés par les opérateurs, 292 segments avaient été sélectionnés par l'algorithme. Sur cette bande son, on

compte que 5 bulls à la réécoute, mais tous détecté par le modèle. Malheureusement l'enregistreur était cette nuit-là placé près d'un remous qui a certainement provoqué une importante sur détection du modèle.

Ainsi, il apparait que les données mise en apprentissage en 2022 ont conduit à une production de nombreux faux-positifs. Pour pallier à cette problématique, le choix a été fait de se tourner vers un autre type de réseau de neurone : un réseau CRNN. L'avantage du CRNN par rapport au CNN-vgg16 est qu'il prend en compte le temps de manière explicite. Le modèle pourra donc mieux modéliser l'aspect temporel des bulls (durée, début/fin, etc...) ce qui devrait améliorer la précision. Le traitement des bandes sons 2022 au travers de ce nouveau réseau de neurones devrait être disponible au cours du printemps 2023.

L'école des Mines accueille un stagiaire en 2023 qui travaille spécifiquement sur l'amélioration du code, le traitement des données 2022 et la création d'une interface graphique utilisables par toutes & tous.

4 Perspectives d'utilisation et travaux complémentaires

4.1 Campagne et partenariat 2023

a) Campagne de terrain 2023

Plusieurs enregistreurs passifs seront acquis et disposés sur la frayère de Chusclan sur la Cèze. Au vu de la portée des enregistreurs, ces derniers seront disposés de sorte de couvrir l'ensemble de la frayère.

Comme à l'accoutumée, des enregistreurs seront confiés aux équipes de suivis, avec l'objectif d'augmenter le nombre d'enregistrements de bulls à inclure en apprentissage du modèle. Une attention sera portée lors de la visite de terrain pré-campagne à ce que les équipes de suivis se sentent investies et concernées par le développement de ce système automatique afin d'enrayer certains dysfonctionnements récurrents (panne de batterie, mauvais branchement etc...). Une fiche récapitulative du fonctionnement de l'enregistreur sera de nouveau fournie aux équipes de terrain avec l'enregistreur. Des tutoriels vidéo sont également disponibles dans l'espace de stockage en ligne lié au suivi de la reproduction auquel l'ensemble des équipes a accès. Il est nécessaire, une à deux fois pendant la saison de s'assurer du bon fonctionnement des enregistreurs auprès de chaque équipe et de recueillir les ressentis des opérateurs vis-à-vis des contraintes d'utilisation des enregistreurs. Le temps pris à échanger autour du développement de l'outil avec les équipes de suivis porte ses fruits puisque la quantité et la qualité des enregistrements évoluent positivement d'année en année.

En 2023, les équipes de suivis présentes sur le Gardon, la Cèze, l'Ardèche, les frayères naturelles du Vieux Rhône de Donzère, et sur l'Aude se verront confiés un enregistreur.

En complément, il est prévu d'équiper les frayères de Chusclan d'enregistreurs passifs. Parmi les sites identifiés au **PLAGEPOMI**, seul le **Vidourle** risque de ne pas être conduits en 2023 par faute de maîtrise d'ouvrage. Si assez d'enregistreurs passifs sont disponibles, l'équipement d'une frayère est envisagé.

b) Amélioration des réseaux de neurones de détection automatique et création d'une interface graphique

Le réseau de neurones CRNN devrait être opérationnel au printemps 2023. Le traitement des données 2022 au travers de ce nouveau modèle sera analysé au biais de la réécoute des segments identifiés par l'algorithme. Quelques bandes sons seront dépouillées dans leur entièreté afin de calculée la précision et le rappel de ce nouveau modèle sur des données qui n'ont pas servi à son apprentissage.

Avant le traitement des données 2023 ; les modèles de détections seront améliorés et les données 2022 intégrées comme données d'apprentissage.

Les bandes sons de l'année 2023 suivront le même cheminement que le traitement des bandes sons 2022 : une première étape consistera à les analyser au travers de l'algorithme qui identifiera des segments sur lesquels il considère qu'il y a des bulls. Une vérification de ces segments sera effectuée par un technicien. Quelques bandes sons seront dépouillées en entier pour déterminer la proportion de bull enregistrée et détectée par le modèle qui sera mis en place.

La création d'une interface graphique pour communiquer avec l'algorithme est prévue en 2023. Cette dernière devrait permettre de rendre l'outil à la portée de tous les opérateurs (importation du fichier audio / lecture des résultats etc ...).

4.2 Perspectives à moyen terme

A moyen terme, l'objectif est d'équiper plusieurs frayères à l'aide de dispositifs d'enregistrements passifs qui permettront de suivre des frayères sur l'ensemble de la saison quotidiennement.

Les bandes sons issus de ces enregistrements seront traitées au travers d'un algorithme, une proportion restant à déterminer de segments sélectionnés par l'algorithme seront réécoutes afin de déterminer la précision et ainsi extrapoler un nombre de bull sur l'ensemble de la saison.

Ce déploiement souhaité reste néanmoins conditionné par le succès du déploiement des Song Meter Micro prévu en 2023 sur la Cèze ; le développement de l'algorithme ainsi que l'amélioration de sa précision et notre capacité à enregistrer des bulls (à l'heure actuelle, la portée des enregistreurs reste faible, environ 25m dans de bonnes conditions d'écoutes). L'outil de détection automatique des bulls d'aloses ne permettra pas de se substituer au suivi quantitatif de la reproduction des aloses mais permettra de confirmer l'utilisation d'une frayère par les aloses.

La présence d'opérateurs sur les frayères restera indispensable pour placer les enregistreurs correctement et valider la présence d'alose ou non sur les différents sites.

Conclusion

Le travail mené lors de la campagne d'étude 2022 a été triple :

- Obtenir des enregistrements de bonne qualité ;
- Mener des réflexions sur le type de matériel pouvant être utilisé en alliant bonne qualité d'enregistrement et possibilité d'acquérir des dispositifs passifs ;
- Poursuivre le développement de l'algorithme visant à détecter automatiquement les bulls d'aloses enregistrés ;

De nouveau, et dans le but d'augmenter le nombre de données d'apprentissage de l'algorithme, des enregistreurs ont été confiés aux équipes qui mènent le suivi de la reproduction des aloses feintes de Méditerranée. **Environ 425 heures d'enregistrements ont été obtenus dont 95% sont exploitables ; 292h d'enregistrements sont issus de deux enregistreurs passifs loués sur une période de 3 semaines.**

L'enregistreur passif testé en 2022 a montré ses preuves, en montrant une portée plus efficace, moyennant un réglage du gain correct. Les enregistreurs passifs présentent l'avantage de pouvoir être réglé en amont (heure de début et de fin d'enregistrements ; réglage du gain plus fine), mais également de présenter une autonomie leur permettant d'être disposé sur l'ensemble de la saison au bord de l'eau.

Concernant le développement de l'automatisation du suivi de la reproduction, le partenariat avec l'IMT Mines Alès se poursuit. **Le travail 2022 a permis d'intégrer la lecture à la volée** des bandes sons par le modèle ; limitant ainsi l'espace de stockage nécessaire au traitement des données, de construire un code permettant de réduire le temps nécessaire au post-traitement puisque l'ensemble des segments identifiés par l'algorithme sont mis bout à bout. **Le travail 2022 a également permis de se projeter vers un nouveau type de réseau de neurones : CRNN qui devrait mieux appréhender les notions de temporalités du bull** (début ; fin du bull). Ce partenariat se poursuivra en 2023. **Un des axes de travail sera la création d'une interface graphique** permettant à tous les opérateurs d'utiliser l'outil de détection des bulls d'aloses sur les bandes sons.

L'automatisation du suivi de la reproduction des aloses feintes de Méditerranée semble aujourd'hui à portée de main bien qu'il soit encore conditionné par plusieurs aspects :

- Amélioration de la précision de l'algorithme afin que la phase de post-traitement puisse être réalisée dans des temps contraints
- Réussite du déploiement d'enregistreurs passifs prévu en 2023
- Réussite de la mise en place d'une interface graphique qui permet l'utilisation de l'algorithme sur des PC classique
- Capacité d'enregistrements (portée des enregistreurs)

Cette automatisation ne pourra pas se substituer à un suivi de terrain quantitatif mais permettrait de mieux connaître la répartition des aloses sur l'ensemble du territoire d'action.

Remerciements

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée (MRM) tient à remercier vivement tous ceux qui, par leur collaboration technique ou financière, ont contribué à la réalisation de cette étude.

PARTENAIRES FINANCIERS

- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse
- Région : Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, Auvergne Rhône-Alpes et Occitanie
- Département du Gard et des Bouches du Rhône
- Fédération Nationale pour la Pêche en France
- Compagnie Nationale du Rhône dans le cadre de ses Plans 5Rhône
- SNCF Réseau

MEMBRES MRM

- Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA) de l'Ain, des Alpes de Haute Provence, des Hautes-Alpes, des Alpes-Maritimes, de l'Ardèche, de l'Aude, des Bouches-du-Rhône, de la Corse, de la Drôme, du Gard, de l'Hérault, de l'Isère, de la Loire, des Pyrénées-Orientales, du Rhône, de la Savoie, de Haute-Savoie, de Haute-Saône, de la Saône et Loire, du Var et du Vaucluse
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique PACA (ARFPPMA PACA)
- Association Régionale des Fédérations de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique Auvergne-Rhône-Alpes (ARPARA)

PARTENAIRES TECHNIQUES

- Fédérations Départementales de pêche de l'Aude et du Gard
- Guyot Patrice (IMT Mines Alès) et ses étudiants
- Associations EPTB Charente ; MIGADO et LOGRAMI

PRESTATAIRES

- IMT Mines Alès
- Association ECATE
- GECO Ingénierie

Financeurs

L'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée ne pourrait agir sans l'engagement durable de ses partenaires financiers



Membres de l'Association Migrateurs Rhône-Méditerranée

Fédérations Départementales des Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique :

- Ain
- Alpes de Haute-Provence
- Hautes-Alpes
- Alpes-Maritimes
- Ardèche
- Aude
- Bouches-du-Rhône
- Corse
- Drôme
- Gard
- Hérault
- Isère
- Loire
- Pyrénées-Orientales
- Rhône
- Haute-Saône
- Saône et Loire
- Savoie
- Haute-Savoie
- Var
- Vaucluse

Association Régionale des Fédérations de Pêche de PACA (ARFPPMA PACA)

Association Régionale des Fédérations de Pêche Auvergne Rhône-Alpes (ARPARA)

ASSOCIATION MIGRATEURS
RHÔNE-MÉDITERRANÉE

ZI Nord, rue André Chamson, 13200 Arles
contact@migrateursrhonemediterranee.org
Tél. : 04 90 93 39 32
www.migrateursrhonemediterranee.org

