



HAL
open science

Acquisition d'une caméra acoustique BluePrint Oculus M750d

François Martignac, Laurent Beaulaton

► **To cite this version:**

François Martignac, Laurent Beaulaton. Acquisition d'une caméra acoustique BluePrint Oculus M750d : Apports, limites et comparaison à la caméra ARIS. OFB; Inrae. 2021, 20 p. hal-03984864

HAL Id: hal-03984864

<https://hal.science/hal-03984864>

Submitted on 13 Feb 2023

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Acquisition D'une Caméra Acoustique BluePrint Oculus M750d

*Apports, limites et comparaison à la
caméra ARIS*

Rapport final,

**François MARTIGNAC^{1,2}
Laurent BEAULATON^{2,3}**

**¹ UMR 0985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes,
INRAE-Institut Agro**

**² Pôle Gestion des Migrateurs Amphihalins dans leur
Environnement, AFB, INRA, Institut Agro, UNIV PAU &
PAYS ADOUR/E2S UPPA**

**³ OFB, Direction de la recherche, de l'expertise et des
données**

Juin 2021

- **AUTEURS**

François MARTIGNAC, Ingénieur de Recherche (UMR 0985 Ecologie et Santé des Ecosystèmes, INRAE-Agrocampus Ouest, Pôle Gestion des Migrateurs Amphihalins dans leur Environnement, AOFB, INRA, Institut Agro, UNIV PAU & PAYS ADOUR/E2S UPPA), francois.martignac@inrae.fr

- **CONTRIBUTEURS**

Laurent BEAULATON, chef de pôle (OFB, Pôle Gestion des Migrateurs Amphihalins dans leur Environnement, AOFB, INRA, Institut Agro, UNIV PAU & PAYS ADOUR/E2S UPPA), laurent.beaulaton@ofb.gouv.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : national

Couverture géographique : France

Niveau de lecture : professionnels

- **ACQUISITION D'UNE CAMÉRA ACOUSTIQUE BLUEPRINT OCULUS M750D. FRANÇOIS MARTIGNAC, LAURENT BEULATON**

- **RÉSUMÉ**

L'UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes (INRAE-Institut Agro, Rennes) travaille depuis 2013 sur la description des migrations de poissons diadromes à l'aide de caméras acoustiques, en collaboration étroite avec l'Office Française pour la Biodiversité dans le cadre du pôle OFB-INRAE-Institut Agro-UPPA pour la gestion des migrateurs amphihalins dans leur environnement. Ces sonars multi-faisceaux à très haute fréquence permettent d'obtenir des images de poissons sur lesquelles des caractéristiques morphologiques et comportementales peuvent être extraites. La mise en œuvre de ces outils sur les bords des cours d'eau permet une observation du comportement naturel des poissons sans structure porteuse lourde (barrage, seuil) même en eau turbide. Les caractéristiques des caméras acoustiques pourraient permettre l'acquisition de nouvelles données par les gestionnaires qui utilisent couramment des techniques d'imagerie pour suivre les populations de poissons migrateurs. Cette technologie étant en perpétuelle évolution, de plus en plus de modèles de caméras, aux caractéristiques différentes, sont disponibles.

Le parc matériel des unités rennaises de l'INRAE se compose pour l'heure de deux caméras acoustiques : une caméra DIDSON (Sound Metrics Corp.), propriété de l'UMR ESE depuis 2013 et une caméra ARIS (Sound Metrics Corp.) que possède l'Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique de l'INRA (U3E) depuis 2017. Ces deux caméras offrent les meilleures résolutions existantes sur le marché, mais leur portée est limitée à une quinzaine de mètres, et leur ouverture angulaire horizontale n'excède pas 30°. Pour renforcer son parc matériel avec un outil complémentaire, l'UMR ESE a acquis une caméra Blueprint Oculus M750d (Blueprint Subsea), aux dimensions plus réduites et qui dispose d'une ouverture du champ de détection beaucoup plus large.

Au cours de sa première année d'utilisation, la caméra a été mise en œuvre dans le cadre de différentes applications. Lors de la première expérimentation, la caméra a été installée sur une station fixe pour plusieurs semaines d'acquisition continues dans l'objectif de décrire le comportement de grands salmonidés migrateurs face à l'entrée d'une passe-piège. Peu fructueux, ce premier test a été révélateur de l'importance de l'installation de la caméra pour bien visualiser les passages de poissons (ceux-ci ne devant pas être insonnifiés de face ou de dos), et des lourdes limites du logiciel Oculus ViewPoint, qui rendent impossible l'analyse de longues chroniques de données vidéo par un opérateur. Les deux autres applications avaient pour objectif d'observer le comportement de poissons en temps réel sur les sites de suivi sur la Sélune et la Charente. Dans l'estuaire de la Sélune, la caméra Oculus était installée en berge pour capturer efficacement des grandes aloses et des saumons atlantiques lors de leur remontée de nuit. Sur les berges de la Charente, le suivi avec la caméra avait pour objectif de recenser les silures

glanes et d'observer leurs interactions avec une de leur proie préférentielle, l'alose, fréquemment attaquée pendant sa fraie. Au cours de ces deux applications, la caméra Oculus a directement pu être comparée à la caméra ARIS. Ces premières expérimentations révèlent le fort potentiel de la caméra acoustique Oculus grâce au très large volume couvert par son faisceau de détection et à sa portée importante, même en haute fréquence. Sur la Charente, une prospection en mobile avec la Oculus a permis de facilement repérer et de compter les silures dans les 20 mètres les plus proches de la caméra. Sur cette même fenêtre, les aloses feintes, pourtant d'une taille comprise entre 30 et 50 cm, ont pu également être observées sans problème. Cette vision à large échelle est appréciable pour suivre et décrire efficacement les comportements des individus. Dans l'estuaire de la Sélune, la caméra Oculus a permis d'observer l'approche d'une dizaine de grandes aloses vers le dispositif de capture, et de les piéger efficacement. La Oculus a démontré une efficacité telle pour répondre à ces objectifs qu'elle a progressivement remplacé la caméra ARIS sur ces expérimentations. En effet, par son poids réduit et ses faibles dimensions, la caméra est facile à installer et à connecter à l'alimentation et au PC d'acquisition. Les surfaces couvertes peuvent être jusqu'à 20 fois supérieures à celles couvertes par la ARIS sur un même site, alors que les poissons, même d'une trentaine de centimètres, sont aussi visibles sur l'une que sur l'autre des deux caméras.

En conclusion, malgré de fortes limites logicielles lors des acquisitions à long-terme et du post-traitement (fichiers de 5 à 6 minutes maximum, navigation impossible entre les différents fichiers, outil de mesure imprécis, pas d'outil de comptage des poissons, aucun zoom...) et un volume de données enregistrée très important (plus de 6 Go pour une heure d'enregistrement), la caméra Oculus met à profit ses atouts (légèreté, volume de détection) pour faciliter son installation sur site et une excellente visualisation en temps réel de l'activité de la faune aquatique.

- **MOTS CLÉS (THÉMATIQUE ET GÉOGRAPHIQUE)**

Caméra acoustique
Suivi des populations de poissons

• **SOMMAIRE**

I. Contexte et Objectifs.....	6
II. Caractéristiques de la caméra acoustique Oculus M750d.....	7
II.1. Comparaison avec les autres modèles de caméras acoustiques.	7
II.2. Logiciel d'acquisition et d'analyse des vidéos acoustiques.....	8
II.2.1. Lancement des acquisitions.....	8
II.2.2. Analyse des données en post-traitement.....	9
III. Expérimentations avec la caméra Oculus.....	11
III.1. Acquisitions fixes longue durée : moulin de Cerisel (Oir).....	11
III.2. Visualisation en temps réel :.....	13
III.2.1. Captures des saumons et grandes aloses dans l'estuaire de la Sélune.....	13
III.2.2. Observation des bulls d'aloses et de leur dérangement par les silures glanes sur la Charente.....	14
IV. Bilan.....	17
V. Perspectives.....	18
V.1. Amélioration du logiciel d'analyse des vidéos acoustiques.....	18
V.2. Création d'une station de suivi acoustique mobile.....	19

I. Contexte et Objectifs

D'une utilisation croissante dans le cadre de projets scientifiques visant à décrire les populations de poissons diadromes, les caméras acoustiques sont des sonars à très haute fréquence dont les avantages sont nombreux. Non intrusives, transposables et peu dépendantes des conditions environnementales, elles permettent l'acquisition de données difficilement accessibles au moyen des techniques communément utilisées dans le suivi de la faune aquatique. La résolution des images enregistrées étant proche de celle d'une vidéo subaquatique, l'observation directe du comportement et de la morphologie du poisson favorise l'identification de son espèce, même dans des eaux turbides et sans aucune source lumineuse. L'intérêt croissant de ces outils par les gestionnaires des milieux aquatiques et les partenaires scientifiques pour diverses problématiques amène à l'acquisition d'une nouvelle caméra acoustique par l'UMR ESE (Ecologie et Santé des Ecosystèmes), la caméra BluePrint Oculus M750d. En effet, le parc matériel des unités rennaises de l'INRA se compose pour l'heure de deux caméras acoustiques : une caméra DIDSON (Sound Metrics Corp.), propriété de l'UMR ESE depuis 2013 et une caméra ARIS (Sound Metrics Corp.) que possède l'Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie aquatique de l'INRA (U3E) depuis 2017.

L'ensemble des caractéristiques de cette caméra récente (sur le marché depuis 2017) semble favoriser une installation temporaire, adaptable sur une grande diversité de sites dans le cadre de problématiques variées, aussi bien au niveau de l'espèce cible, de la configuration du site, que du dispositif expérimental, ce qui pourrait élargir le spectre de questions scientifiques et écologiques auquel la communauté scientifique et les gestionnaires des milieux aquatiques cherchent à répondre.

Ce rapport vise à illustrer les apports et les limites de la caméra acoustique Oculus M750d par la présentation de trois des applications dans lesquelles elle a été mise en œuvre. Des couplages avec la caméra ARIS sur certains sites de suivi permettent de comparer directement les caractéristiques des deux outils.

II. Caractéristiques de la caméra acoustique Oculus M750d

Oculus M750d	
Dimensions	125 x 122 x 62 mm
Poids	980 g (dans l'air) ; 360 g (dans l'eau)
Composition de la coque	Aluminium anodisé
Profondeur max d'immersion	300 m
Limites de température	-5°C à +35°C
Voltage	18 à 32 V
Consommation électrique	10 à 35 W
Capteurs intégrés	Pression et température
Longueur câble court	10 m
Longueur câble long	50 m
Coût HT caméra + câble court ¹	19 200 €
Coût HT caméra + câble court + câble long ¹	20 150 €

Fréquence utilisée	750 kHz	1 200 kHz
Portée maximale	120 m	40 m
Résolution maximale (augmente avec la distance de la caméra)	4 mm	2.5 mm
Ouverture horizontale	130°	80°
Ouverture verticale	20°	12°
Nombre de faisceaux	512	
Ouverture de chaque faisceau	1°	0.6°

Table 1. Caractéristiques techniques de la caméra Oculus M750d

II.1. Comparaison avec les autres modèles de caméras acoustiques

		Oculus M750d		ARIS Explorer 1800		ARIS Explorer 3000		BlueView P900-2250	
Constructeur		Blueprint		Sound Metrics		Sound Metrics		Teledyne Inc.	
Mode		BF	HF	BF	HF	BF	HF	BF	HF
Fréquence	kHz	750	1200	1100	1800	1800	3000	900	2250
Portée efficace	m	120	40	35	10	15	5	100	10
Ouv. Horizont.	Deg	130	80	28	28	30	30	130	130
Ouv. Vert.	Deg	20	12	14	14	15	15	20	20
Nb. faisceaux		512	512	96	96	128	128	768	768
Longueur	mm	125		310		260		219	
Largeur	mm	122		170		160		127	
Hauteur	mm	62		140		140		127	
Pds dans l'air	g	980		5 810		5 000		1950	
Pds dans l'eau	g	360		1 480		1 360		430	
Conso. Électr.	W	10 à 35		18		18		20 à 25,8	
Coût HT	k€	~20		~80		~80		~35	

Table 2. Comparatif avec les autres modèles de caméras acoustiques similaires actuellement utilisées pour des suivis de poissons en rivière

¹ D'après factures SUBSEATECH, janvier 2020

II.2. Logiciel d'acquisition et d'analyse des vidéos acoustiques

Le logiciel d'acquisition sert également de logiciel de visualisation des vidéos enregistrées. Oculus ViewPoint possède très peu d'options et est par conséquent très facile d'accès. L'inconvénient est que peu d'options sont disponibles pour la visualisation, le paramétrage de la caméra ou même pour l'analyse des données.

II.2.1. Lancement des acquisitions

Deux longueurs de câbles sont disponibles (10 m et 50 m). Dans les deux cas, le câble se branche sur la caméra par une seule prise, de dimension réduite. L'autre extrémité du câble est double : une prise se branche sur le PC (prise RJ45), l'autre permet un branchement au boîtier d'alimentation. Aucun interrupteur n'est présent : une fois la prise d'alimentation connectée, le sonar commence à émettre des signaux dans le milieu. Par conséquent, et pour ne pas surchauffer la caméra, la connexion doit uniquement être effectuée quand l'Oculus est immergée.

Lorsque la caméra est immergée, que l'embout du câble de la Oculus vers la prise d'alimentation est connectée, le logiciel Oculus ViewPoint peut être lancé. Quelques secondes après l'activation de la caméra, le bouton « Connect » en haut à gauche du logiciel est en surbrillance : cliquer sur ce bouton permet de commencer à visualiser les images en temps réel.

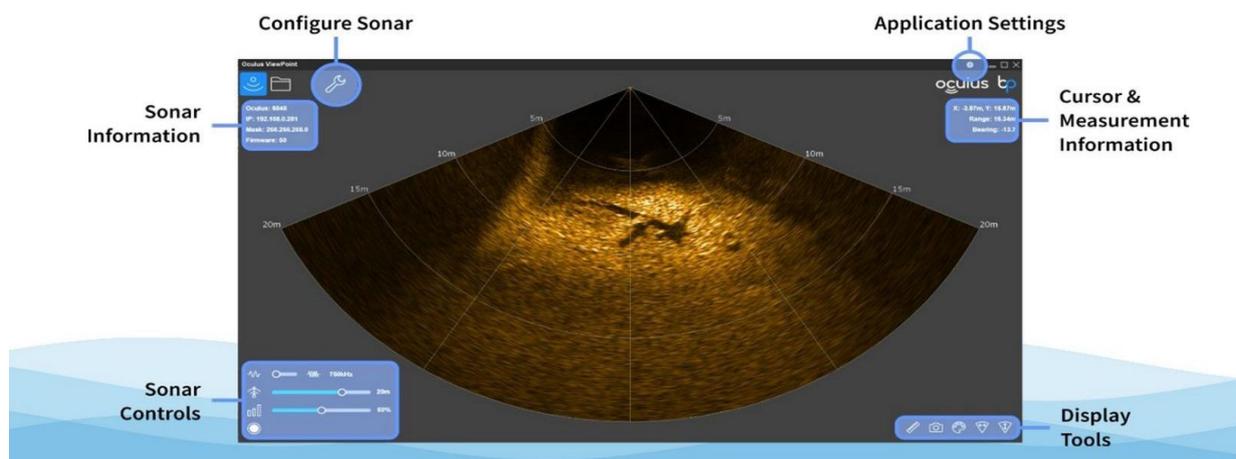


Fig.1. Capture d'écran du logiciel Oculus ViewPoint lors d'une acquisition de données (extrait du manuel Blueprint Oculus M750d, en annexe à ce rapport)

Lorsque l'image apparaît, les informations relatives à la caméra apparaissent en haut à gauche (fenêtre « Sonar Information » de la figure 1). La configuration du sonar (« Configure Sonar ») n'a pas besoin d'être modifiée.

Le menu « Application Settings » permet de paramétrer le dossier dans lequel sont enregistrés les données. Cliquer sur ce menu en haut à droite de la fenêtre permet d'accéder à trois onglets :

- « General » : paramétrer le chemin de destination des fichiers enregistrés. Paramétrer la taille maximale des fichiers enregistrés

sur 500 Mo. Il s'agit malheureusement de la taille de fichier la plus grande dans la version actuelle du logiciel (cf. [chapitre II.2.2](#)).

- « Environment » (Fresh water / salt water). Le logiciel utilise cette information sur le milieu du site de suivi pour calculer la vitesse de diffusion du son dans l'eau.
- « Application » permet de choisir la couleur du fond du logiciel.

Les outils du « Display Tools » permettent :

- de mesurer les poissons sur les images en temps réel en dessinant une ligne entre les deux extrémités du poisson. Apparaissent alors la mesure en centimètres de la ligne (« Dist »), l'angle de la ligne par rapport au faisceau central de la caméra et les coordonnées
- de réaliser des captures d'écran,
- de modifier la couleur du fond de l'image pour en accentuer les contrastes (de notre expérience, la nuance de bleu favorise une bonne distinction des objets en mouvement),
- d'inverser l'axe des x ou l'axe des y. Une attention particulière doit être portée au sens de l'axe des y : en fonction de l'installation de la caméra (« tête » en haut ou en bas), l'amont et l'aval peuvent être inversés. Prendre soin de faire passer un objet dans le champ de la caméra, ou effectuer un balayage de la caméra à l'aide d'un second opérateur permet de valider ce point et d'éviter des erreurs ultérieures.

La fenêtre « Sonar Controls » permet de jouer sur la visualisation et sur l'enregistrement des données, toute modification de ces paramètres impactera les données enregistrées. Les paramétrages suivants sont disponibles :

- Mode Basse Fréquence ou Haute Fréquence. Choisir le mode Haute Fréquence assurera une meilleure résolution des données.
- La barre de défilement « Range Control » permet de choisir la taille de la fenêtre d'enregistrement. Différentes tailles de fenêtre sont disponibles (1m, 2m, 4m, 5m, 7,5m, 10m, 15m, 20m, 40m).
- La barre de défilement « Gain Control » permet d'ajuster le seuil d'intensité des échos détectés sur les images. Un gain faible (curseur à gauche, faible pourcentage) rend l'image très sombre et ne rend apparent que les échos très forts, tels que ceux renvoyés par des surfaces dures, un gain fort (haut pourcentage) rend l'image très lumineuse qui permet de voir les échos les plus faibles, mais a tendance à saturer les échos les plus forts, risquant alors de masquer le passage de certains poissons. Un seuil médian (50 à 60%) semble satisfaisant.
- Cliquer sur le rond blanc permet de lancer les acquisitions, une fois que le dossier dans lequel seront enregistrés les fichiers est bien renseigné (menu « Application settings »). Le rond blanc devient noir, les enregistrements commencent.

II.2.2. Analyse des données en post-traitement

Comme pour la gestion des acquisitions, la lecture et l'analyse des fichiers sont réalisées à partir du logiciel Oculus ViewPoint, disponible gratuitement en ligne [à ce lien](#). Ce rapport discute l'utilisation de la version v1.21.276, du 3 décembre 2020.

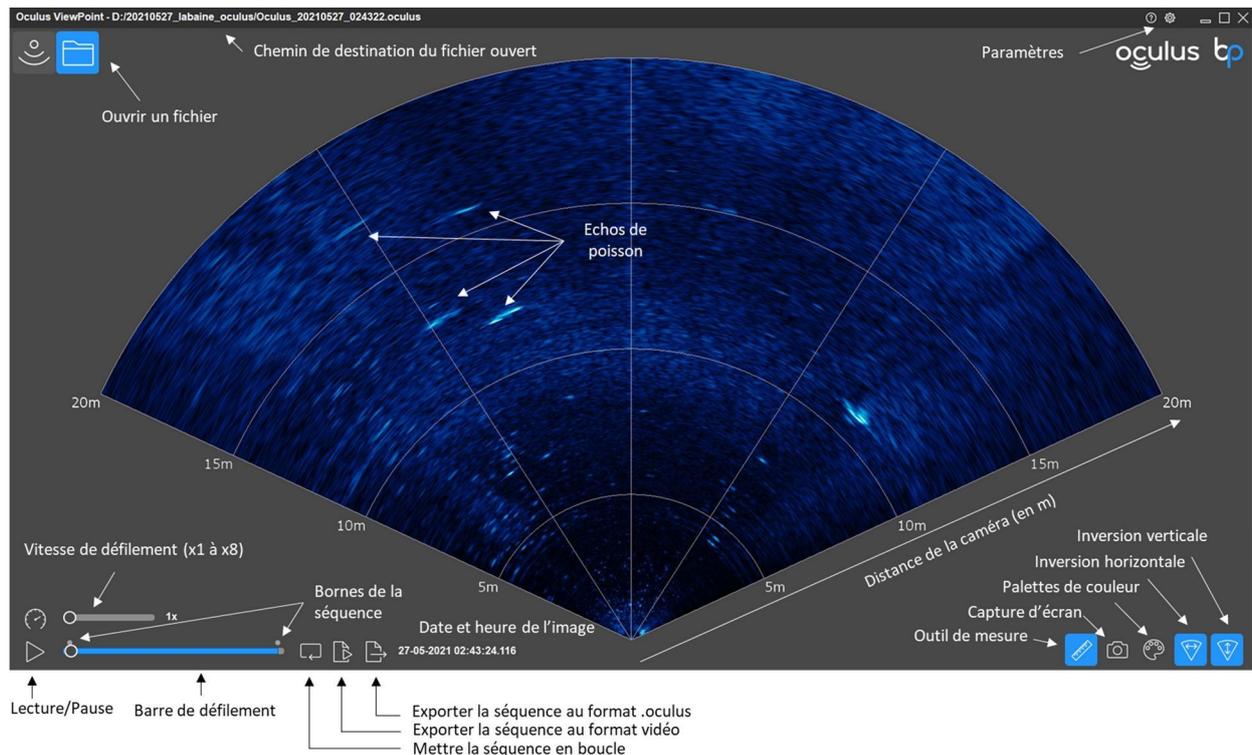


Fig.2. Capture d'écran du logiciel Oculus ViewPoint lors d'une lecture de donnée

Une fois le logiciel ouvert (figure 2), sélectionner l'icône dossier en haut à gauche permet de sélectionner le fichier à lire. La première image de la vidéo apparaît. Les outils de visualisation (« display tools ») et de mesure des poissons sont identiques à celle du mode « acquisition de données ».

Le logiciel se comporte alors comme un lecteur de vidéo. Le bouton de lecture permet de lancer la vidéo et de la mettre en pause. La vitesse de défilement peut être accélérée jusqu'à huit fois la vitesse d'acquisition. La date et l'heure précise de l'image apparaissent sous la vidéo. La vidéo peut être mise en boucle. Au-dessus de la barre de défilement de la vidéo, deux bornes peuvent être déplacées pour identifier le début et la fin d'une séquence d'intérêt. Cette séquence peut alors être exportée sous forme de vidéo (format .avi) ou au format propriétaire (.oculus).

L'analyse manuelle des données demande une visualisation intégrale du fichier par un opérateur. La mesure de chaque poisson est également réalisée manuellement sur l'image subjectivement la plus représentative de la taille de ce poisson lors de son passage. Par ailleurs, le poisson doit être préférentiellement mesuré lorsque son corps est perpendiculaire au faisceaux de la caméra.

L'utilisation de ce logiciel souffre de plusieurs limites qui rendent laborieuses l'analyse d'un jeu de données conséquent. Ces limites sont listées ci-après :

- Pour passer d'un fichier à l'autre, l'opérateur doit cliquer sur le bouton « ouvrir un fichier », sélectionner le fichier et valider. Il n'existe pas de boutons « fichier suivant », « fichier précédent » ni de raccourci clavier

pour naviguer entre les fichiers d'un même dossier. Cette limite est d'autant plus lourde et contraignante que la taille des fichiers est limitée à 500 Mo, soit 4 à 6 minutes en fonction de la fenêtre d'enregistrement.

- La visualisation n'est pas facilitée par l'absence d'outils de base tels que la possibilité de zoomer sur l'image facilement, de naviguer sur la vidéo avec le clavier, de mesurer précisément le poisson en dessinant une ligne multi-point le long de son corps, d'enregistrer automatiquement la mesure de taille sur un fichier texte pour mieux comptabiliser les passages des individus et identifier les dates et heures de chacune des détections.

III. Expérimentations avec la caméra Oculus

La caméra acoustique Oculus a été utilisée dans le cadre de plusieurs applications : une installation en enregistrement continu sur du long-terme ([chapitre III.1](#)), et deux utilisations pour des visualisations en temps réel ([chapitre III.2](#)).

III.1. Acquisitions fixes longue durée : moulin de Cerisel (Oir)

La caméra Oculus a été installée sur le bief du moulin de Cerisel, une station de capture gérée conjointement par l'OFB et par une unité expérimentale INRAE (U3E), en aval immédiat du piège de capture en fin d'année 2020. Ce piège vise à capturer les grands salmonidés adultes remontant l'Oir, un affluent de la Sélune, pour s'y reproduire. Les grands salmonidés migrateurs sont des truites de mer (*Salmo trutta*) qui mesurent de 25 à 50 cm, et des saumons atlantiques (*Salmo salar*), d'une taille comprise entre 45 et 95 cm.

Le piège est une cage relevée uniquement en journée par un opérateur. Pour s'assurer que les poissons rentrant dans le piège la nuit ne ressortent pas et ne re-dévalent pas, la caméra a été installée dans le bief de 2 mètres de large, couvrant l'ouverture de la cage. La caméra a été immergée à une profondeur fixe d'une cinquantaine de centimètres, et a été sensiblement inclinée vers le bas. La fenêtre d'enregistrement a été paramétrée pour couvrir 5 mètres (figure 3). Le matériel informatique a été installé dans l'abri situé à quelques mètres de la caméra. Un accès à internet permettait une prise en main à distance du PC d'acquisition pour surveiller les volumes de stockage et éventuellement relancer les enregistrements.

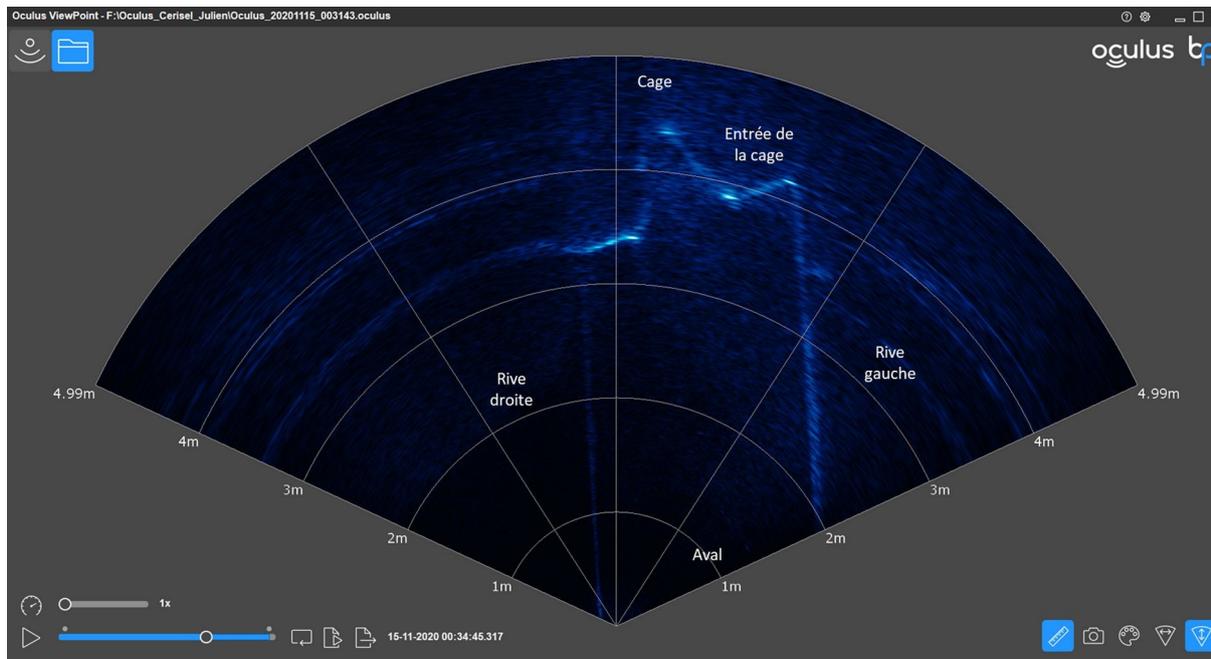


Fig.3. Capture d'écran du logiciel Oculus ViewPoint lors des acquisitions sur la station de piégeage de Cerisel

Les enregistrements étaient lancés lors de périodes hydrologiquement favorables à une remontée des grands salmonidés adultes vers l'amont. Ils ont couvert les périodes suivantes :

Début	Fin	Nb d'heures	Nb fichiers	Volume (Go)
29/10/2020	17/11/2020	488	5 075	2 423
03/12/2020	11/12/2020	214	1 728	843
15/12/2020	18/12/2020	73	1 006	491
Somme		775	7 809	3 757
<i>Moyenne horaire</i>		1	10,1	4,8
<i>Moyenne quotidienne</i>		24	242	116

Table 3. Données enregistrées par la caméra Oculus sur la station de Cerisel en 2020

L'analyse des données après la fin des acquisitions n'a pas été fructueuse pour plusieurs raisons :

- la lecture des données est rendue laborieuse par les lacunes du logiciel Oculus ViewPoint ([cf. II.2.2](#)),

- les entrées et sorties des poissons dans la cage, bien que recensés par les données de captures, sont peu à pas visibles sur les images enregistrées par la caméra. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette faible visibilité des poissons sur les images, toutes liées au positionnement de la caméra. L'inclinaison de la caméra a été réglée manuellement, celle-ci a pu être trop inclinée ou trop peu inclinée pour couvrir convenablement l'entrée de la cage. Ainsi, lors des passages des poissons, l'intégralité de leur corps a pu ne pas être totalement insonnifiée. La seconde hypothèse qui peut être avancée est que la visibilité des objets mobiles est réduite lorsque la caméra est orientée parallèlement au courant. En effet, les poissons nageant parallèlement à l'axe central d'une caméra acoustique

coupent peu de faisceaux du sonar, minimisant le nombre d'échos captés par la caméra. Ces poissons sont donc beaucoup moins visibles que des poissons exposant leur flanc à la caméra. Par ailleurs, les nuages de sédiments, nombreux à cette période de l'année sur l'Oir, qui arrivent vers la caméra peuvent également masquer les échos de poissons.

L'installation de la caméra à l'hiver prochain sera différente et tentera de répondre à cette seconde hypothèse. La caméra sera installée en rive droite à proximité immédiate de l'entrée de la passe et sera orientée vers la rive gauche pour insonnifier le flanc des poissons. Son positionnement dans la lame d'eau sera soigneusement ajustée pour bien couvrir l'entrée de la cage, l'ouverture verticale du faisceau de détection de la caméra étant de taille réduite (12° en haute fréquence).

III.2. Visualisation en temps réel :

III.2.1. Captures des saumons et grandes aloses dans l'estuaire de la Sélune

Les saumons atlantiques (*Salmo salar*) et des grandes aloses (*Alosa alosa*) sont des espèces diadromes potamotiques, dont les adultes se reproduisent en eau douce après une phase de grossissement en mer. Pour suivre leur dispersion sur le bassin versant de la Sélune et étudier leur comportement jusqu'à leur reproduction, des individus sont capturés dès leur entrée en estuaire pour être marqués et suivis par radio-tracking. C'est pour détecter les individus, suivre leur progression jusqu'à l'engin de capture et faciliter leur capture par les opérateurs que la caméra acoustique Oculus a été testée sur l'estuaire de la Sélune à l'été 2021.



Photo 1. Installation de la station de capture de saumons atlantiques et de grandes aloses dans l'estuaire de la Sélune.

Installée en rive gauche de la Sélune, la caméra Oculus était orientée vers la poche amont du filet barrage dans laquelle vont être capturés les poissons. Alimentée électriquement par un groupe électrogène, la caméra envoie ses signaux à un PC installé en berge pour une visualisation en temps réel. L'écran du PC doit être protégé des rayons du soleil pour que les reflets n'impactent pas la bonne lisibilité par un opérateur. Pour

plusieurs des sessions de captures du début d'été 2021, la caméra Oculus était couplée à la caméra ARIS, installée également dans la rivière, facilitant la comparaison entre les apports des deux caméras.

Les sessions de captures du début d'été 2021 ont mis en évidence que la caméra Oculus permet une très bonne détection des poissons dès une taille avoisinant la trentaine de centimètres, et a efficacement permis, à l'heure actuelle, la capture d'une dizaine de grandes aloses. Les individus ont bien pu être suivis le long de leur progression, à l'exception des orientations parallèles au faisceau central de la caméra qui ont tendance à rendre temporairement invisibles les individus. La large ouverture du faisceau de détection offre un réel avantage pour la détection et le suivi des poissons, ainsi que pour mieux appréhender leur comportement face à l'engin de capture.

D'un point de vue opérationnel, les petites dimensions de la caméra et son poids très faible rendent son installation beaucoup plus simple et adaptable aux conditions topographiques du site. La facilité de prise en main du logiciel Oculus ViewPoint et le faible nombre de paramétrages disponible est un avantage pour des expérimentations multi-opérateurs en visualisation en temps réel telles que celle-ci : la connexion de la caméra au PC est simple et fonctionnelle, et le lancement des acquisitions n'offre aucune difficulté.

Signe de ces avantages, après quelques sessions d'acquisitions double Oculus-ARIS, la caméra ARIS, moins maniable, dont l'ouverture est beaucoup plus faible bien que sa résolution soit supérieure, n'a plus été utilisée sur ces sessions de capture.

III.2.2. Observation des bulls d'aloses et de leur dérangement par les silures glanes sur la Charente

Les aloses feintes (*Alosa fallax*) et grandes aloses (*Alosa alosa*) sont des espèces diadromes potamotoques qui se reproduisent en eau douce. Leur comportement de reproduction, principalement nocturne, est caractéristique : le mâle et la femelle tournent ensemble à la surface de l'eau en relâchant leurs gamètes. Ces comportements en « bull » émettent un son caractéristique et sont comptabilisés par les gestionnaires des milieux aquatiques pour évaluer l'abondance des géniteurs sur les différents sites de fraie suivis. Depuis quelques années, le silure glane (*Silurus glanis*) a été identifié comme une pression lourde sur les populations d'aloses, qui composent une proportion non négligeable de son régime alimentaire (Syvaranta et al., 2009 ; Guillerault et al., 2017). Des observations visuelles (MIGADO, Université de Toulouse) et des écoutes de bull (EPTB Charente Seudre, MIGADO) ont identifié des attaques de silures au cours des bulls (Boulêtreau et al., 2021).

Pour observer et quantifier cette pression de prédation ou de dérangement, la cellule migrants de l'EPTB Charente Seudre envisage un suivi temporaire par caméra acoustique sur les différents sites de fraie suivis. L'hydroacoustique possède en effet l'avantage d'observer le

comportement de la faune aquatique en pleine nuit sans aucune source lumineuse, même en eau turbide. Des expérimentations et tests de faisabilité ont été réalisés en mai 2021 avec les caméras acoustiques ARIS et Oculus de l'U3E et de l'UMR ESE.

Sur chacun des sites, les caméras ARIS et Oculus sont solidement harnachées au bout d'une même perche télescopique, fixée en berge ou utilisée en mobile par un opérateur, alimentées par un groupe électrogène et reliées à un poste informatique. Un PC d'acquisition est utilisé pour chacune des caméras. Lors des observations, de nuit, les caméras sont orientées vers les surfaces de fraie potentielles pour compter le nombre de silures présents sur site.

L'identification des silures adultes est facilitée par leur forme caractéristique, leur grande taille (supérieure à 80 cm) et leur comportement de nage, avec une ondulation prononcée lors de leurs déplacements. Les aloses, d'une taille plus réduite (30 à 50 cm pour les aloses feintes, 40 à 60 cm pour les grandes aloses), sont plus faciles à confondre avec les individus d'une autre espèce. Leur comportement caractéristique permet de les distinguer : les bulls sont facilement reconnaissables sur les vidéos acoustiques (figure 4), tout comme leurs interactions avant le bull, avec des séquences de nage rapide à 2 ou 3 individus les uns derrière les autres.

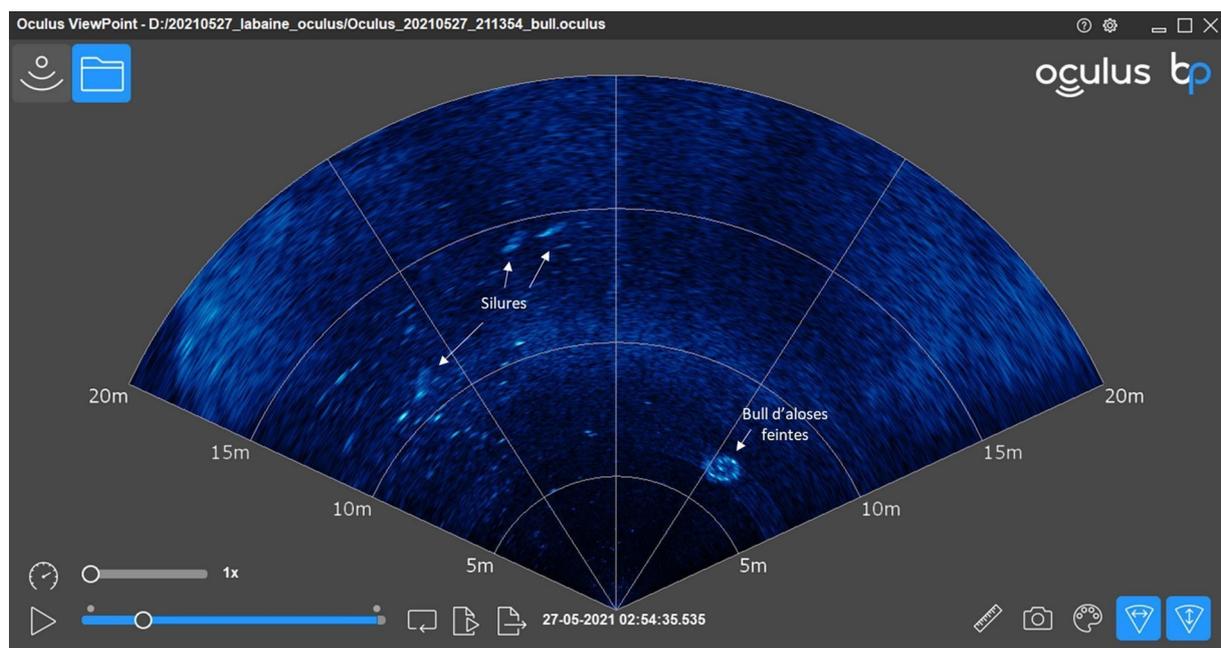


Fig.4. Capture d'écran du logiciel Oculus ViewPoint lors des acquisitions sur la station de suivi de La Baine sur la Charente.

Seulement deux bulls d'aloses ont été observés sur les images des caméras acoustiques au cours des trois nuits de suivi alors que plusieurs dizaines ont été entendues. Les aloses sont néanmoins visibles et actives sur les vidéos, signe que les émissions acoustiques ne créent pas de perturbations pour ces poissons. Ces deux bulls, enregistrées sur le même site, n'ont pas été pris pour cible par les nombreux silures qui fréquentent la zone. D'après les recensements mobiles à l'aide des caméras

acoustiques, jusqu'à 15 silures entre 110 et 180 cm étaient présents sur ce site de suivi (20 mètres de portée sur un cours d'eau de 30 mètres de large, en amont et en aval d'une passerelle, soit 1 200 m² environ).

Le couplage des deux caméras acoustiques permet une comparaison directe des deux méthodes pour ces applications. La principale différence entre les deux caméras réside dans la surface couverte par le faisceau de détection. Paramétrée sur 20 mètres de portée (contre 10 mètres pour la ARIS), la caméra Oculus parvient à couvrir près de 20 fois plus de surface que la Oculus, tout en rendant très visibles les poissons des espèces étudiées (figure 5). La caméra Oculus permet d'appréhender plus facilement la totalité d'un site de suivi en offrant une vision plus large.

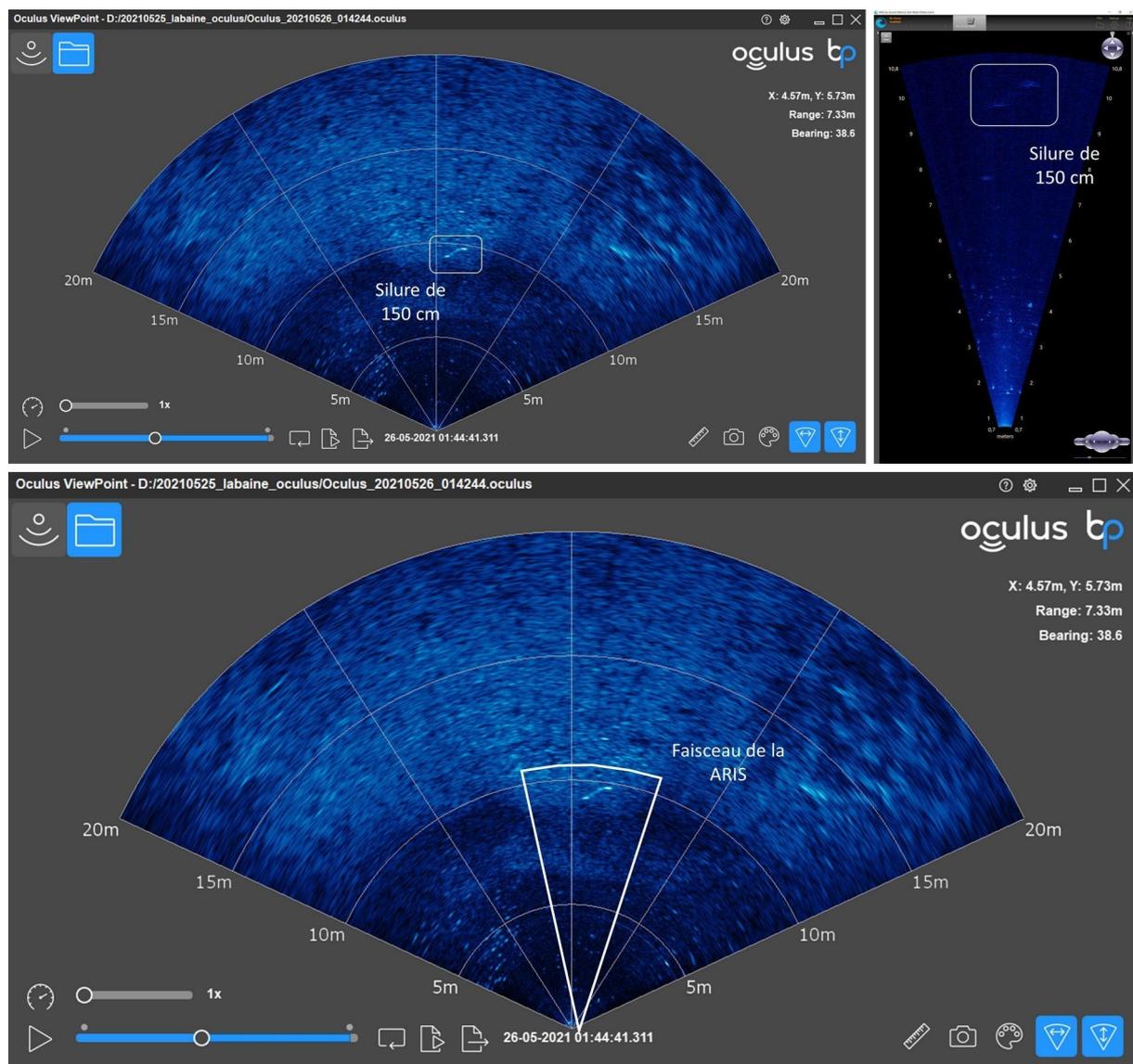


Fig.5. Comparaison des images enregistrées par les caméras Oculus et ARIS sur la station de suivi de La Baine sur la Charente. En haut : observation d'un même silure de 150 cm sur les vidéos des deux caméras; en bas : comparaison des surfaces couvertes par les deux caméras.

Les champs des deux caméras étant chevauchants, les mêmes individus ont pu être observés sur les vidéos des deux caméras. La mesure de ces

poissons est plus précise en post-traitement sur les images de la ARIS, du fait de sa résolution supérieure, mais en temps réel, les deux caméras offrent la possibilité de mesurer grossièrement les poissons avec la même relative précision.

IV. Bilan

Les trois premières applications de la caméra acoustique Oculus présentées dans ce rapport permettent d'identifier les apports de ce nouveau matériel, mais également ses limites. Les comparaisons directes avec la caméra ARIS sur des mêmes sites identifient également les points forts et les points faibles des deux outils.

La caméra Oculus bénéficie de ses faibles dimensions pour en faire un outil transposable et facilement mis en place sur un site de suivi. De plus, à l'opposé de la caméra ARIS, la caméra Oculus ne demande pas un entretien ni une maintenance particulière telle qu'un nettoyage des lentilles pour la ARIS. Le lancement des acquisitions est facilité par la simplicité du logiciel Oculus ViewPoint, bien que les paramétrages de visualisation soient très limités. Le logiciel souffre de nombreux manques (cf II.2.2) qui sont un réel frein à l'utilisation de cette caméra et rendent, à l'heure actuelle, impossibles des acquisitions Oculus sur du long terme.

		Oculus	ARIS
Transposabilité et prise en main	Dimensions physiques et poids	+	
	Facilité d'installation sur site	+	
	Facilité de maintenance	+	
	Connexion et lancement des acquisitions	+	
	Paramétrage de la visualisation		+
	Paramétrage des enregistrements		+
Applications	Visualisation en temps réel	+	
	Acquisition de long terme		+
	Volume des données (1h)	6,1 Go	4,4 Go
	Volume d'échantillonnage	+	
	Portée maximale	+	
	Résolution des images		+
Caractéristiques matérielles	Coût matériel (HT)	~20 k€	~80 k€
	Consommation électrique	+	+
Post-traitement	Mesure précise des poissons		+
	Capacités du logiciel d'analyse		+
	Export des vidéos en .avi/.mp4	+	+

Table 4. Bilan comparatif des apports entre les caméras acoustiques Oculus et ARIS pour les suivis des populations de poissons

La caméra Oculus, près de cinq fois moins chère que la caméra ARIS, est plus un outil complémentaire qu'un véritable concurrent. Leurs propriétés différentes sont adaptées à des applications différentes. La caméra ARIS tire avantage de sa résolution très fine pour l'extraction de mesures de

taille précises, pour l'observation de la morphologie des poissons, et pour pouvoir distinguer les espèces à partir de ces informations lorsque seul leur comportement ne le permet pas. Sur les images de la caméra Oculus, les échos des poissons, dès une trentaine de centimètres, se distinguent facilement de ceux des échos du lit du cours d'eau, mais à des fenêtres d'acquisition similaires, les contours des échos des poissons sont moins précis. La caméra Oculus met néanmoins à profit le très large volume que couvre son champ de détection pour être en capacité de suivre efficacement des populations de poissons dont l'espèce est facilement identifiable sur des fenêtres pouvant aller jusqu'à 20 mètres. La large ouverture de son faisceau permet également la collecte d'informations biologiques même sur des sites très peu larges. Les tests réalisés lors de cette première année soulignent le très fort potentiel de la caméra Oculus, notamment dans le cadre d'un suivi en temps réel de la faune aquatique.

V. Perspectives

V.1. Amélioration du logiciel d'analyse des vidéos acoustiques

Si la facilité de prise en main du logiciel Oculus ViewPoint est un réel avantage, notamment pour un opérateur peu expérimenté, de nombreuses limites doivent être corrigées pour développer l'utilisation de la caméra Oculus. Ces améliorations concernent notamment :

- La taille maximale des fichiers enregistrés, actuellement de 500 Mo, soit 5 à 6 minutes de vidéo. Si des seuils sont indispensables pour limiter la perte de données en cas de perte de connexion, ou encore pour pouvoir déplacer facilement les fichiers d'un disque dur à un autre, l'opérateur doit pouvoir choisir d'enregistrer des fichiers plus longs. Un paramétrage de ce seuil en minutes et non en Mo ou Go serait également appréciable.

- La navigation entre les fichiers d'un même dossier, qui doit être facilitée pour qu'un opérateur n'ait pas à ouvrir les fichiers un à un. Des boutons « fichier suivant », « fichier précédent » et des raccourcis clavier sont nécessaires.

- L'outil de mesure. Une mesure en dessinant une ligne multi-points le long du corps du poisson augmenterait la précision des mesures centimétriques.

- Le paramétrage de la taille de la fenêtre d'acquisition, qui n'offre pas la possibilité à l'opérateur de choisir précisément sa fenêtre d'étude (les classes pré-établies passent notamment de 20 à 40 mètres sans valeur intermédiaire possible).

- Un outil de zoom sur l'image, *a minima* lors du post-traitement, est indispensable.

- Un outil de suppression automatique des échos fixes, tel que le *background subtraction* sur le logiciel ARIS, serait appréciable pour augmenter la visibilité des poissons sur les images.

- Un outil de comptage des poissons simple mais optimisé, qui listerait automatiquement *a minima* des métriques telles que la date et heure de détection, la localisation géographique du passage sur l'image, la

taille mesurée, les commentaires éventuels de l'opérateur (espèce, direction...), dans un fichier facilement importable dans une base de données,

- L'affichage en temps réel des valeurs des capteurs intégrés à la caméra pour une visualisation par l'opérateur de la température de l'eau et de la profondeur à laquelle la caméra est immergée.

- Un réglage plus précis de la luminosité et du contraste pour la visualisation des images en temps réels et en post-traitement.

Par ailleurs, nos premières mises en œuvre de la caméra Oculus ont permis d'identifier quelques manques mécaniques qui faciliterait les acquisitions sur site : un capteur d'inclinaison de la caméra dont la valeur serait affichée sur le logiciel serait appréciable pour assurer un réglage reproductible, ou encore un interrupteur physique à proximité du poste informatique pour permettre de couper l'émission des signaux acoustiques lorsque la caméra doit être temporairement sortie de l'eau.

V.2. Création d'une station de suivi acoustique mobile

Les dimensions réduites de la caméra, sa faible consommation électrique et sa maniabilité en font un outil extrêmement transposable, qui amènent à envisager la création d'une station de suivi acoustique mobile, à pied sur la berge ou dans le cours d'eau, ou à partir d'une embarcation légère.

Fixée à l'extrémité d'une perche télescopique, la caméra Oculus pourra être facilement inclinée par l'opérateur, le câble court coulissant le long de la perche jusqu'à une batterie nomade, stockée dans un sac à dos, et une tablette tactile étanche sur laquelle sera installé le logiciel Oculus ViewPoint. Un module GPS permettra la géolocalisation des acquisitions. Un interrupteur sera facilement actionnable par l'opérateur pour lancer les acquisitions.

Une demande financière à Rennes Métropole a été rédigée en mai 2021 en ce sens dans le cadre de son appel à projet Aide à Installation Scientifique, rédigée par F. Martignac, Ingénieur de Recherche à l'UMR Ecologie et Santé des Ecosystèmes (INRAE, Rennes).

Références bibliographiques

Boulêtreau, S., Fauvel, T., Laventure, M., Delacour, R., Bouyssonnié, W., Azémar, F., et Santoul, F. 2021. "The giants' feast": predation of the large introduced European catfish on spawning migrating allis shads. *Aquatic Ecology*, 55: 75-83. <https://doi.org/10.1007/s10452-020-09811-8>

Guillerault, N., Bouletreau, S., Iribar, A., Valentini, A., & Santoul, F. (2017). Application of DNA metabarcoding on faeces to identify European catfish *Silurus glanis* diet. *Journal of Fish Biology*, 90(5), 2214-2219. <https://doi.org/10.1111/jfb.13294>

Syväranta, J., Cucherousset, J., Kopp, D., Martino, A., Céréghino, R., & Santoul, F. (2009). Contribution of anadromous fish to the diet of European catfish in a large river system. *Naturwissenschaften*, 96, 631-635. <https://doi.org/10.1007/s00114-009-0511-3>

Avec le soutien financier de



www.inrae.fr/

[www.agrocampus-
ouest.fr](http://www.agrocampus-ouest.fr)

www.univ-pau.fr