



# Newsletter 9

Jun 2022

*Projet porté par*

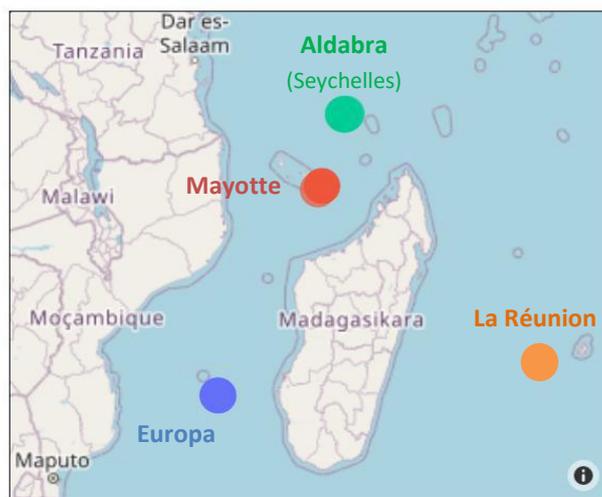


*En partenariat avec*



## RESULTATS

Débuté fin 2018-début 2019, le projet « Indian Ocean sea Turtles » (IOT) porté par la délégation océan Indien de l'Ifremer en collaboration avec le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM-CNRS), la Seychelles Islands Foundation (SIF), les Terres australes et antarctiques françaises (TAAF), le Conseil départemental de Mayotte, le Parc naturel marin de Mayotte (PNMM-OFB) et Oulanga Na Nyamba, a permis au terme de plusieurs années de recherche d'élaborer une **nouvelle génération de balise** innovante, low cost et adaptée aux questions des scientifiques. Développées pour suivre les mouvements et le comportement de tortues vertes et imbriquées juvéniles dans le cadre de ce projet, ces balises pourront dans le futur être déployées sur d'autres animaux marins.



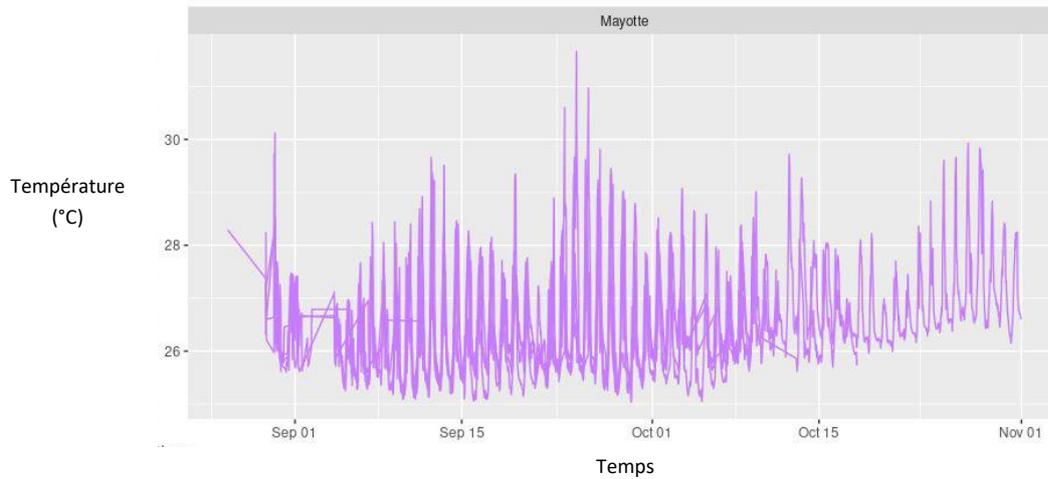
Ce sont donc **40 balises IOT** utilisant le système de transmission LoRa (Long Range) basé sur la technologie des objets connectés qui ont été déployées sur des tortues d'**Europa** (îles Eparses), de **Mayotte**, de **La Réunion** et d'**Aldabra** (Seychelles). Une version solaire comprenant des panneaux solaires a même été produite et testée sur une tortue d'Europa (lagon peu profond) afin d'augmenter la durée de vie de la batterie de la balise. Plusieurs **stations de réception** ont également été installées sur certains sites permettant ainsi aux scientifiques de recevoir les données chaque fois qu'une tortue remonte en surface pour respirer. Afin d'assurer cette liaison, des stations satellite ont été mises en place sur les sites les plus isolés et ne bénéficiant pas de connexion internet. En parallèle, le projet a pu bénéficier du réseau LoRa de la société Orange déployé sur La Réunion et Mayotte afin de conforter le réseau de réception.

L'un des objectifs attendu du projet était que l'installation du réseau de stations de réception puisse être facilement mise en œuvre par des non spécialistes. Ceci s'est vérifié sur Aldabra, où des agents de la SIF ont pu déployer en total autonomie plusieurs stations de réception après avoir bénéficié d'une formation et des conseils de l'Ifremer et du LIRMM. Un grand bravo !

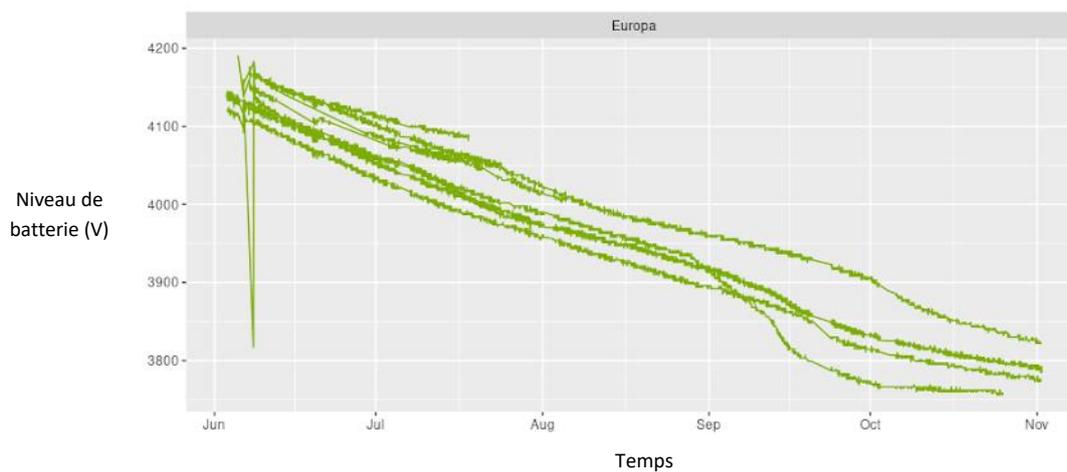
Au total **98 290 messages** ont été reçus par les scientifiques de l'Ifremer, avec une moyenne de 2 405 messages reçus par tortue sur l'ensemble des sites. Chaque message renferme des données sur la température de l'eau, les profils de plongée de la tortue (profondeur, durée de plongée, durée en surface) et des informations sur la balise (niveau de batterie par exemple) et sur la station de réception ayant reçu le message. Les informations récoltées permettent aussi de connaître la durée moyenne des émissions allant de 13 jours (La Réunion) à 100 jours (Europa) ainsi que la durée maximum d'émission qui est de **170 jours** pour une balise déployée sur une tortue d'Aldabra.

Voici quelques exemples de données enregistrées par les balises IOT :

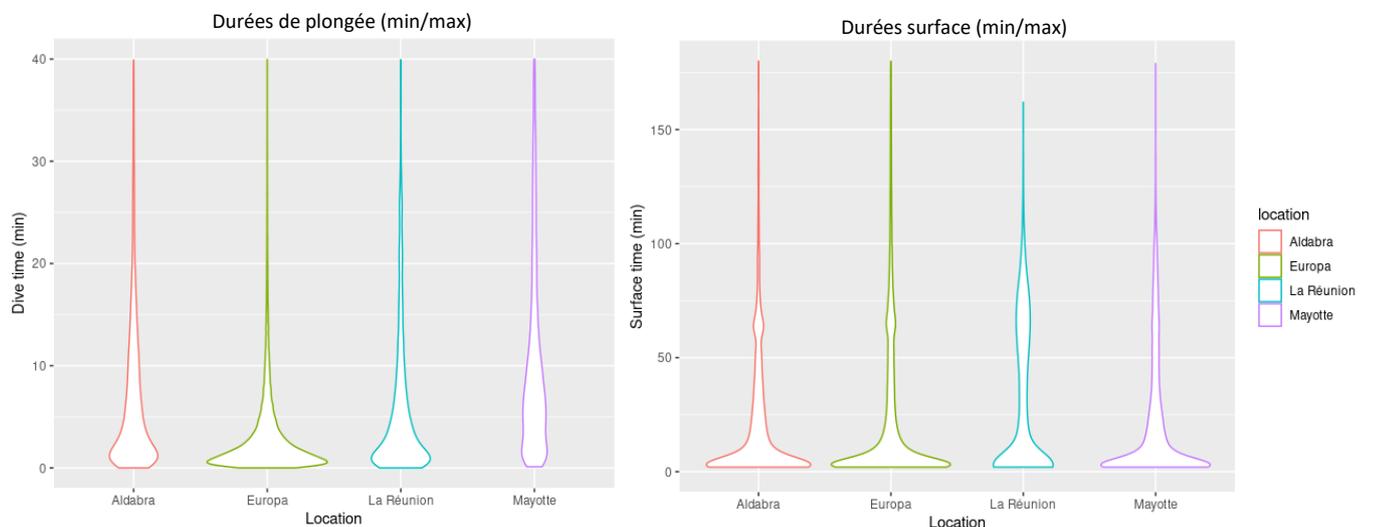
Données de température enregistrées par les balises IOT – exemple de Mayotte © Ifremer



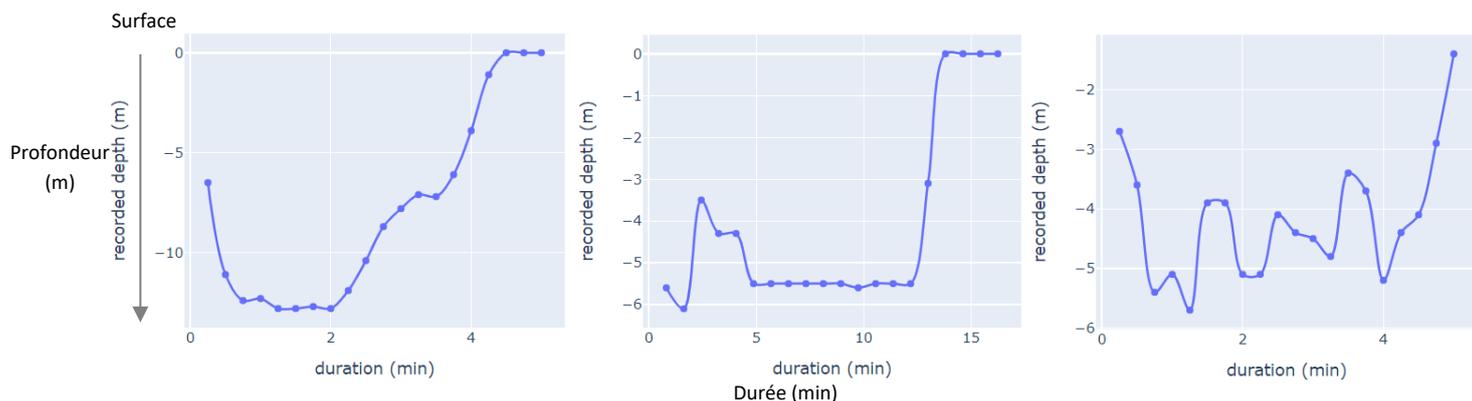
Niveau de batterie des balises IOT, exemple d'Europa © Ifremer



Durées de plongée et durées de surface (minimum/maximum) transmises par les balises IOT © Ifremer



Exemple de profils de plongée d'une tortue de La Réunion © Ifremer



# OUTIL DE VISUALISATION

Dans le cadre de son travail d’alternance (Master 2 Informatique) au sein de la délégation océan Indien, Alexandre BOYER a développé un outil dédié à l’analyse et au partage des données collectées par les balises IOT. Cet **outil de visualisation** en ligne, à destination des partenaires du projet dans un premier temps et tant que les données n’auront pas pu être publiées par l’équipe projet, permet à la fois un stockage sécurisé des données en ligne et un accès facilité pour les scientifiques.

**IOT-Data-Viewer**  
Visualisation des données du projet Indian Ocean sea Turtles

EN APPRENDRE PLUS

**Paramètres**

Localisation des passerelles

Période d'émission  
 du  au

Réinitialiser la période

Tortue(s) sélectionnées  
 Toutes les tortues

Accueil    Suivi des données    Suivi du réseau    Données brutes

**Localisation des passerelles**

**Tortues**  
 Cliquez sur une tortue pour en apprendre plus sur elle, puis changez d'onglet pour visualiser ses données.

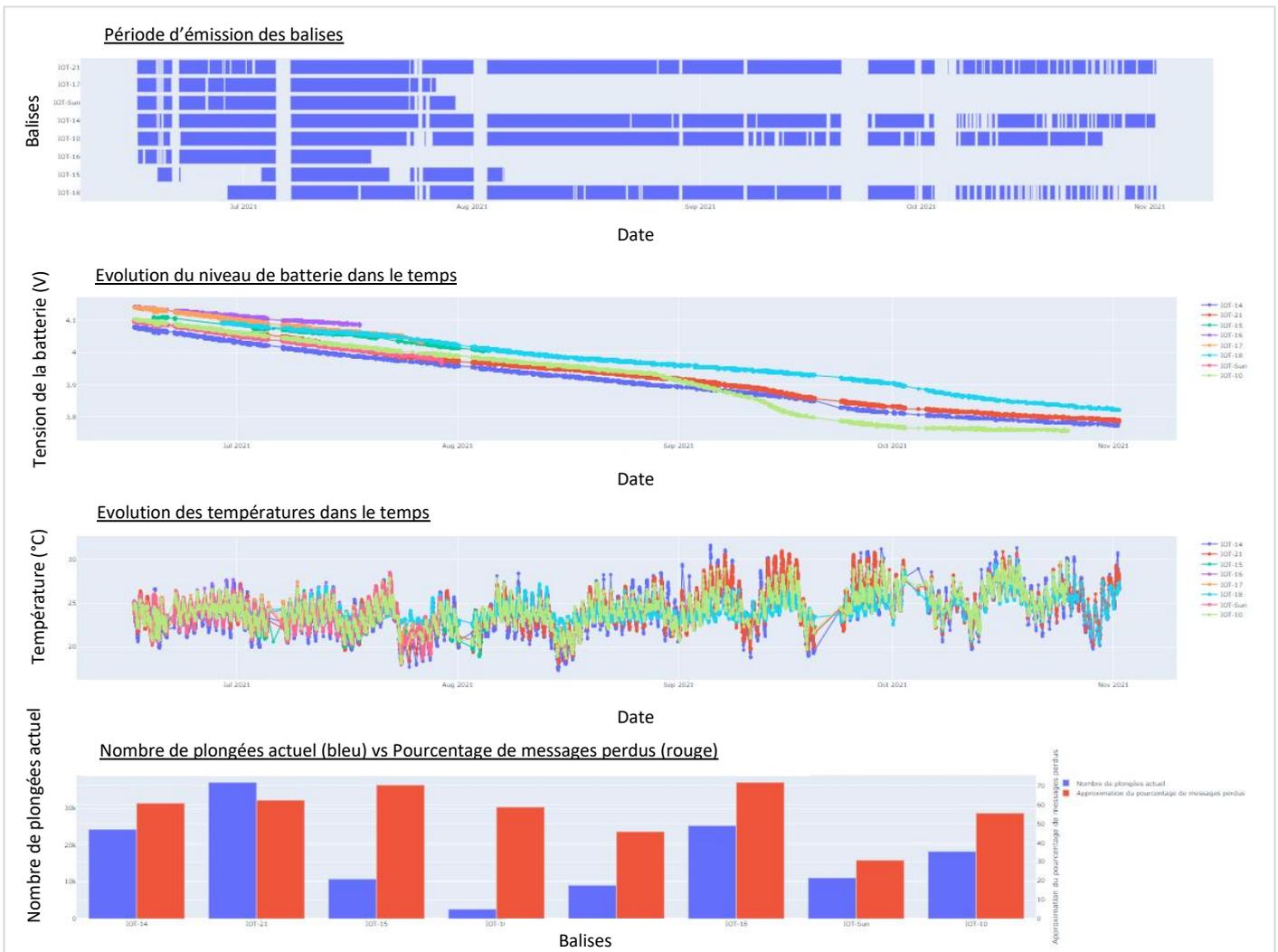
**IOT-046**  
pending identification

**IOT-047**  
pending identification

**IOT-048**  
pending identification

**IOT-049**  
pending identification

Interface d’accueil du site web de partage et de visualisation des données du projet IOT © Ifremer



Exemple d'informations disponibles sur le site web de partage et de visualisation des données du projet IOT © Ifremer

# RESTITUTION FINALE

Judi 9 juin 2022 s'est tenue dans les locaux de l'Ifremer à La Réunion et par visioconférence, la **réunion de restitution finale** du projet IOT en présence de l'ensemble des partenaires du projet.

Cette ultime réunion aura permis de revenir sur les grandes étapes du projet au terme de trois années et demi de développements, de tests et de déploiements des nouvelles balises et du réseau de stations de réception sur les quatre sites d'étude à travers le sud-ouest de l'océan Indien (La Réunion, Mayotte, Europa dans les îles Eparses et l'atoll d'Aldabra aux Seychelles). Les partenaires ont pu échanger sur les résultats et les perspectives de recherche pour la suite avec notamment pour objectif le perfectionnement de ces balises et son application à d'autres espèces marines.



Restitution finale du projet IOT dans les locaux de l'Ifremer à La Réunion © Ifremer

# COMMUNICATION



## Une Minute De Science Avec...

#UneMinuteDeScienceAvec... sont de **courtes vidéos** réalisées par des chercheurs de l'Ifremer à travers lesquelles ils partagent avec le public, leurs travaux, une découverte, une anecdote ou répondent à une question scientifique que tout le monde se pose. Initiées durant le confinement, ces vidéos sont diffusées sur les réseaux sociaux et la chaîne You-tube de l'Institut. Vous pouvez retrouver celle sur le projet IOT présentée par Anne-Laure CLEMENT de la délégation océan Indien de l'Ifremer sur <https://www.youtube.com/watch?v=32-zaz79BAo>



## Projet « Mon Lopin de Mer »

« Mon Lopin de Mer » est un **projet pédagogique** qui invite les futurs citoyens (classes CM1, CM2 et collège) de tous horizons, même éloignés du littoral à tisser un lien affectif avec le littoral et l'océan, à les sensibiliser à la fragilité de ces milieux et à notre dépendance aux écosystèmes marins et à les encourager dans l'engagement citoyen.



Porté par l'Ifremer et les Petits débrouillards, ce projet a été testé pour la toute première fois durant l'année scolaire 2021-2022 avec six classes à travers la France métropolitaine et les outre-mers. La classe de CM2 de M. Maillard de **l'école élémentaire de Plateau Goyave** de Saint-Louis a ainsi pu participer à cette première édition de « Mon Lopin de Mer ». Durant toute l'année scolaire ils ont pu découvrir et comprendre le lien vital qui nous unit à l'océan, en construisant à l'aide d'un jeu de plateau « **leur petit lopin de mer** ». Ils ont ensuite identifié les risques qui pèsent sur leur lopin de mer, analysé les relations entre l'homme et la mer et réfléchi aux solutions pouvant contribuer à sa préservation en faisant appel à un raisonnement scientifique.

Le projet prévoit également la rencontre avec un ou une scientifique et c'est Anne-Laure de la délégation océan Indien de l'Ifremer qui est venue présenter le **projet IOT** et les missions de la délégation le 28 avril 2022 aux élèves. Au cours de cette séance les enfants ont pu découvrir les différentes espèces de tortues marines présentes dans l'océan Indien, les menaces qui pèsent sur elles ainsi que les outils technologiques développés par l'Ifremer et ses partenaires pour les étudier et suivre leurs déplacements.



Présentation du projet IOT aux élèves de CM2 de l'école Plateau Goyave dans le cadre de « Mon Lopin de Mer »

© Betsy Viramoutou/Les Petits Débrouillards Réunion

La **restitution finale du projet** s'est tenue le 20 juin 2022 en visioconférence en présence de l'ensemble des classes de Saint-Louis (La Réunion), de Nice, de La Colle sur Loup (académie de Nice), de Nancy, de Gan (académie de Bordeaux) et de Guerlesquin (académie de Rennes) avec la participation des scientifiques de l'Ifremer intervenus en classe et en **live avec le navire océanographique « Le Pourquoi Pas ? »** de l'Ifremer qui se trouvait à ce moment-là au beau milieu de l'océan Atlantique, plus précisément sur le **site hydrothermal « Lucky Strike »** de la dorsale médio-atlantique, procédant à des relevés scientifiques et des plongées en sous-marins sur les cheminées hydrothermales.



Robot Victor 6 000 travaillant à 1 600 mètres de profondeur sur le site hydrothermal Lucky Strike © Ifremer



## Journée de la Mer

Dans le cadre du **Festival de l'Océan** organisé par l'Office du Tourisme de l'Ouest, Sciences Réunion, le Cluster maritime de La Réunion et la Réserve naturelle marine de La Réunion, la délégation océan Indien de l'Ifremer a participé le 25 juin 2022 à la **Journée de la Mer** au cours de laquelle tous les professionnels de la mer viennent présenter leur métier au public.



Annulée en 2020 et 2021 en raison de la crise sanitaire, cette édition a rassemblé de nombreux visiteurs curieux de découvrir les **métiers des scientifiques** (chercheur, ingénieur, technicien, etc.) et d'échanger autour des sujets de recherche de l'Institut et de la délégation.

Le projet IOT ainsi que tous les projets menés par la délégation ont été présentés au grand public à travers des discussions, des jeux, de vidéos, etc.



Animations sur le stand de l'Ifremer lors de la Journée de la Mer (casques de réalité virtuelle, vidéos, jeux pour les enfants) © Ifremer

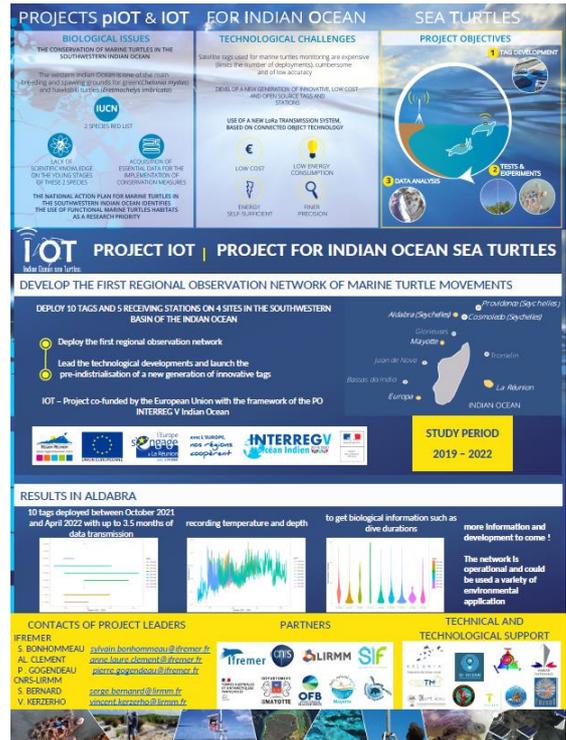


## Communication scientifique



A l'occasion du symposium scientifique « **Aldabra research station 50th anniversary symposium** » qui s'est tenu le 21 avril 2022 dans les locaux de la Royal Society à Londres, la délégation océan Indien de l'Ifremer a produit un **poster scientifique** présentant le projet IOT ainsi que les résultats obtenus pour le site d'Aldabra.

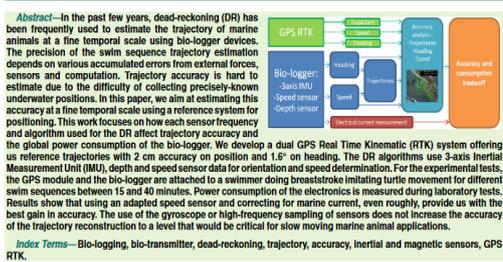
Ce poster est consultable sur le lien suivant : <https://archimer.ifremer.fr/doc/00773/8525/>



Poster du projet IOT présenté lors du « Aldabra research station 50th anniversary symposium »  
© Ifremer

### Dead-Reckoning Configurations Analysis for Marine Turtle Context in a Controlled Environment

Pierre Gogendeau<sup>1</sup>, Sylvain Bonhommeau<sup>2</sup>, Hassen Fourati<sup>3</sup>, Denis De Oliveira<sup>1</sup>, Virgil Taillandier, Andrea Goharzadeh, and Serge Bernard



**I. BACKGROUND**  
THE study of marine animal movement at fine temporal scales provides scientists with a large amount of information for foraging behavior, movement ecology, anthropogenic disturbance and swimming kinematics. In particular, movement information associated with physiology and behavioral variables allow researchers to address a large panel of scientific questions. For instance, Fukuoka *et al.* [1] reconstructs 3D trajectories of marine turtles for a few days to study the distance traveled between prey encounters. This allows them to find changes in foraging behavior and habitats. Depending on the scientific questions and studied animals, different levels of accuracy and deployment durations are required or possible. In any case, knowing the uncertainty on the position is important to interpret the results. Few studies provide uncertainty estimates, especially at fine temporal scale. The present study is part of a project which aims at estimating the trajectory of juvenile marine turtles as well as its uncertainty. Our constraints are the difficulty to recapture the animal and to get long deployment over months. To overcome them, we use bio-transmitter with kilometers range transmission and low-consumption methods to estimate animal trajectory and transfer the data. The goal is to get

Dans le cadre du travail de thèse mené par Pierre Gogendeau de l'Ifremer, un **article scientifique** a été publié dans la revue **IEEE Xplore** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) intitulé « Dead-Reckoning Configurations Analysis for Marine Turtle Context in a Controlled Environment » (Analyse de la configuration de la zone morte pour le contexte des tortues marines dans un environnement contrôlé).

Cet article est consultable sur :

<https://ieeexplore.ieee.org/document/9763044?source=authoralert>

La soutenance de thèse de doctorat de Pierre Gogendeau aura lieu en novembre 2022. Si vous souhaitez la suivre en visioconférence il vous suffit d'envoyer un email à la délégation [delegation.reunion@ifremer.fr](mailto:delegation.reunion@ifremer.fr) pour recevoir le lien de connexion

# CLAP DE FIN

Il y a 3,5 ans, bénéficiant d'un cofinancement européen grâce au Fonds Européen de Développement Régional Interrégionaux (FEDER INTERREG V océan Indien 2014-2020), la délégation océan Indien de l'Ifremer lançait l'ambitieux projet « **Indian Ocean sea Turtles** » (IOT) avec pour objectif de développer de nouvelles balises innovantes, plus petites, économes en énergie, low cost et Open Source adaptées aux tortues marines juvéniles et de créer le premier réseau d'observation des mouvements des tortues marines à l'échelle du bassin sud-ouest de l'océan Indien à travers un coopération scientifique régionale.

Cette **coopération régionale** a mobilisé des acteurs du monde de la recherche tel que le Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM) rattaché au CNRS et différents laboratoires de l'Ifremer, des organismes en charge de la gestion et de la conservation des sites d'étude, à savoir la Seychelles Islands Foundation (SIF), les Terres australes et antarctiques françaises (TAAF), le Conseil départemental de Mayotte, le Parc naturel marin de Mayotte, la Réserve naturelle marine de La Réunion ainsi que d'autres collaborations qui ont vu le jour au cours des années (Oulanga Na Nymba, Gendarmerie maritime de Mayotte, Le Jardin maoré, FAZSOI).

Malgré quelques aléas survenus avec la crise sanitaire Covid en plein cœur du projet comme l'approvisionnement en composants électroniques ou la planification des missions de déploiement sur les sites d'étude, les objectifs du projet ont été **pleinement atteints** grâce au soutien de l'ensemble des partenaires et des équipes.

La délégation océan Indien de l'Ifremer tient à **remercier** l'ensemble des personnes qui, par leur soutien, leur implication et leur travail ont rendu possible la réalisation et l'aboutissement de ce beau projet.

Le projet IOT se termine mais le travail se poursuit avec en perspective le projet **IOT 2** !



## ... IOT 2

Forts des résultats obtenus avec le projet IOT, l'Ifremer et ses partenaires souhaitent **poursuivre le travail** en développant des balises encore plus performantes afin d'**étendre la transmission des balises par satellite** et à de **nouvelles espèces** (poissons, mammifères marins) ainsi qu'aux tortues marines **adultes** ce qui permettrait d'améliorer les connaissances sur la reproduction et la migration tout en continuant le travail sur les tortues juvéniles où de nombreuses choses restent à apprendre.



© KINEIS-CLS



© Ifremer



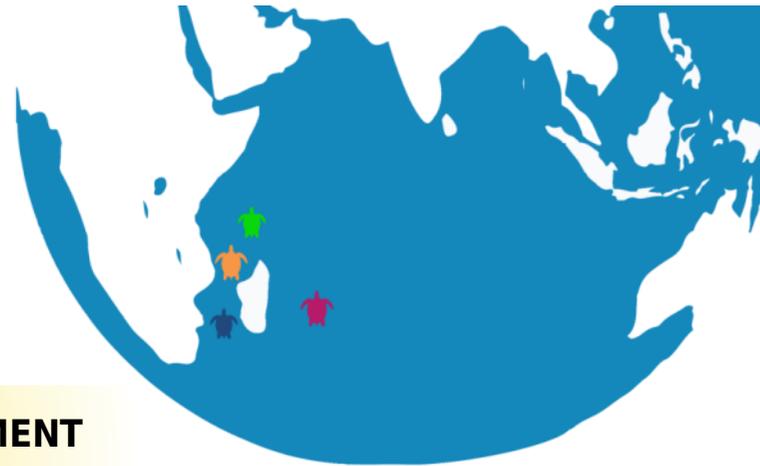
© Matthieu Juncker



© Ocean Obs

Pour rester informé, rendez-vous sur le site internet de la délégation océan Indien de l'Ifremer

<https://ocean-indien.ifremer.fr/>



**Sites et périodes de tests et de déploiements:**

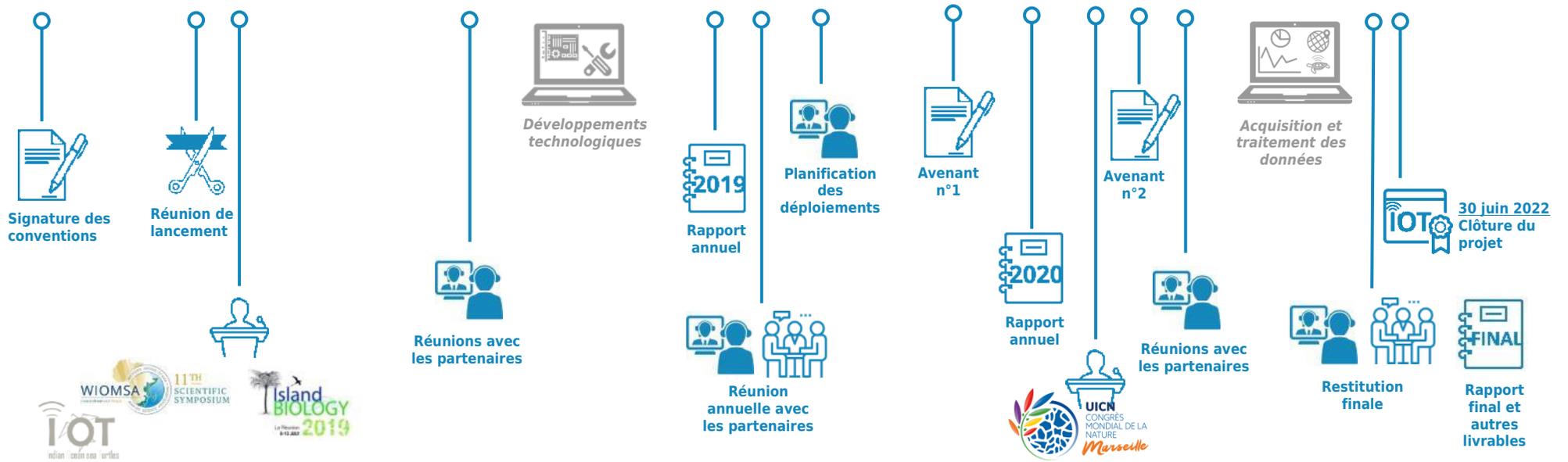
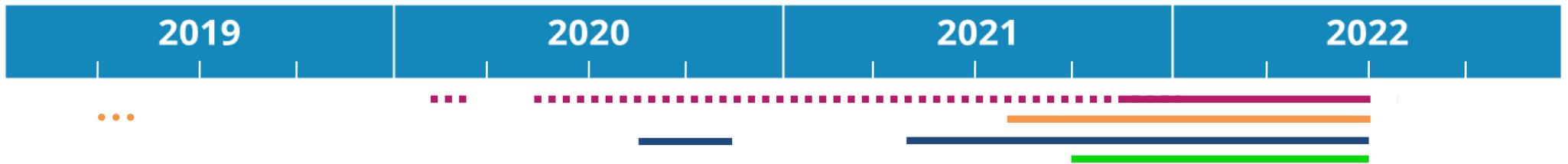
**La Réunion :**  
 ■■■ tests  
 ——— déploiement

**Mayotte :**  
 ●●● prospection  
 ——— déploiement

**Eparses (TAAF) :**  
 ——— déploiement

**Aldabra (Seychelles) :**  
 ——— déploiement

## PROGRAMMATION ET ETAT D'AVANCEMENT





Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site internet :

<https://ocean-indien.ifremer.fr/Projets/Innovations-technologiques/piOT-2018-2020-IOT-2018-2021>

**CONTACTS PORTEUR DU PROJET**

**IFREMER**

S. BONHOMMEAU [sylvain.bonhommeau@ifremer.fr](mailto:sylvain.bonhommeau@ifremer.fr)  
 A.L. CLEMENT [anne.laure.clement@ifremer.fr](mailto:anne.laure.clement@ifremer.fr)  
 P. GOGENDEAU [pierre.gogendeau@ifremer.fr](mailto:pierre.gogendeau@ifremer.fr)

**CONTACTS SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

**LIRMM**

S. BERNARD [serge.bernard@lirmm.fr](mailto:serge.bernard@lirmm.fr)  
 V. KERZERHO [vincent.kerzerho@lirmm.fr](mailto:vincent.kerzerho@lirmm.fr)

**FINANCEMENTS**



**PARTENAIRES**



**APPUIS TECHNIQUES ET TECHNOLOGIQUES**

