

Rapport de la mission TUAM'2018

Polynésie française, archipel des Tuamotu-Gambiers

N/O ALIS, 19/10/18 - 23/11/2018

Cécile Debitus¹, Mahé Dumas²,
Valentin Bouvot², John Butscher², Thierry Le Bec³, Mathilde Maslin⁴, Sylvain Petek¹

¹ IRD, LEMAR, IUEM (Plouzané, France)

² IRD, Centre de Nouméa (Nouvelle Calédonie)

³ UBO, LEMAR (Plouzané, France)

⁴ UPF, EIO (Faa'a, Polynésie française)

1) Contexte de la campagne Tuam 2018

La Polynésie française a commandé en 2006 une expertise collégiale sur les substances naturelles afin de dégager des pistes de nouvelles ressources économiques.¹ Le développement de l'utilisation durable des substances naturelles doit assurer la protection de la biodiversité pour mieux la promouvoir tout en favorisant le développement des territoires concernés. Dans le contexte actuel, la valorisation de la biodiversité reste un enjeu important pour la Polynésie française. Ce Pays d'Outre-Mer bénéficie d'un potentiel intéressant par sa diversité marine et terrestre et ses spécificités liées notamment à l'insularité, comme l'atteste le succès de quelques-uns de ses produits mondialement connus : perles, monoï, jus de nono, vanille. Cependant, la mise en valeur de ce potentiel demeure encore limitée, et doit satisfaire au mieux les conditions socio-économiques, juridiques et techniques.

Dans ce contexte, l'équipe de biochimie marine de l'IRD a mené 4 grandes campagnes de prospection faunistique pour procéder à l'inventaire des spongiaires de Polynésie française, et d'étudier les propriétés des extraits des organismes abondants. En effet, si la biodiversité marine de la Polynésie française a fait l'objet de nombreux travaux en particulier en milieu marin, ce groupe a été négligé, avec seulement en 2012 une demi-douzaine d'espèces identifiées (démosponges et éponges calcaires).² Ces échantillonnages ont permis essentiellement de dresser un inventaire de ce groupe méconnu en Polynésie française, mais aussi de mettre en évidence une éponge présentant le potentiel recherché en tant que ressource d'intérêt économique pour la Polynésie française.

A ce jour, environ 200 espèces dont 1/3 sont nouvelles ont été répertoriées sur les différents archipels lors de ces campagnes. Deux espèces communes dans l'Océan Pacifique sont dominantes sur plusieurs atolls de l'archipel des Tuamotu et des îles du Vent explorés lors de Tuam'2011 : *Haliclona* sp 854³ et *Dactylospongia metachromia* ; ce sont des animaux largement répandus dans le Pacifique, de l'Indonésie à la Polynésie française. Ce travail d'inventaire a été pérennisé par des publications,^{4,5} et surtout par un site internet adossé au référentiel international pour les spongiaires,⁶ permettant ainsi d'inclure les données dans le GBIF (Global Biodiversity Information Facility), le WoRMs (World Register of Marine Species), l'INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel)...

Dans le but de valoriser ces biomasses importantes présentes dans les atolls polynésiens (77/118 îles), différentes pistes ont été explorées. Si à ce jour aucun résultat pouvant motiver l'exploitation de *Haliclona* sp. 854 n'a été obtenu, *D. metachromia* a été retenue pour sa forte production d'ilimaquinone et de son épimère en 5 (5-épi-ilimaquinone). Une évaluation qualitative et quantitative de ces composés a été réalisée,⁷ ainsi que des hémisynthèses bio-mimétiques ou non,^{8,9} permettant d'obtenir des molécules parfois présentes à l'état de traces dans l'extrait, ainsi que des molécules originales. Les propriétés biologiques de ces composés ont été évaluées et des pistes de valorisation décelées.

Afin d'envisager la valorisation voire l'exploitation de cette éponge, il convient avant tout de s'assurer de la pérennité de la ressource. Si plusieurs travaux montrent que les éponges semblent être les gagnantes du réchauffement climatique, en particulier en milieu corallien,^{10,11,12,13} les deux espèces majoritaires aux Tuamotu sont *a priori* bien placées pour gagner du terrain sur les coraux fragilisés par le réchauffement climatique.^{14,15,16,17} Elles constituent donc des biomasses intéressantes, *a priori* pérennes, à valoriser. Il convient toutefois d'essayer de « domestiquer » *D. metachromia*, espèce la plus prometteuse, par culture *in situ*, afin de garantir la fourniture de biomasse pour une valorisation de molécules à haute valeur ajoutée, en attendant qu'une synthèse totale et rentable des molécules d'intérêt soit mise au point pour s'affranchir de la ressource naturelle.

Les spongiaires des familles des spongiidae et thorectidae, sont les premiers organismes à avoir été cultivés en Méditerranée sur des filières immergées pour fournir les éponges commerciales de toilette ou de lessivage,¹⁸ mais la source de ces éponges demeure essentiellement la ressource naturelle.¹⁹ Plusieurs modes de culture sont décrits dans la littérature, à partir de fragments d'éponges sauvages, l'intérêt majeur de ces organismes étant ce mode de « reproduction » simple.

S'il est fréquemment mentionné que les éponges survivent mal dans des milieux troublés par les sédiments,²⁰ il a été récemment montré qu'elles prolifèrent dans le lagon d'un atoll du Pacifique central dont la barrière corallienne a été très perturbée.²¹ De plus, *D. metachromia* ayant été rencontrée dans deux lagons en 2011 (Raroia et Makemo), il nous semble donc pertinent de tenter la culture de *D. metachromia* à l'intérieur d'un lagon. La production maîtrisée de l'éponge dans des milieux abrités permettrait d'assurer la durabilité de la ressource nécessaire au développement de produits commerciaux, ce qui est essentiel à la fois pour la sauvegarde de l'environnement récifal, mais aussi pour la pérennité de la production des molécules d'intérêt.

Par ailleurs, si l'abondance naturelle de *D. metachromia* permet d'envisager une exploitation de la ressource naturelle, il convient d'une part de caractériser l'environnement favorable à cette espèce, et d'autre part d'étudier l'évolution de la population et le renouvellement de la ressource.

2) Objectifs et résultats escomptés de cette campagne :

La campagne TUAM 2018, menée par l'IRD (LEMAR et SeOH de Nouméa), a été demandée auprès de la commission nationale des moyens navigants en janvier 2017, validée en octobre 2017. Elle vise à compléter les données sur deux éponges *a priori* exploitables en Polynésie française, *D. metachromia* et *Haliclona* sp. OTU N°854.

Les *objectifs* de cette campagne sont

- Vérifier les observations de 2011, tant en abondance qu'au niveau du ratio ilimaquinone/épi-ilimaquinone,
- Compléter les données par
 - o la détermination précise des substrats rencontrés sur chaque station,
 - o la température
 - o la salinité
 - o la qualité de l'eau (ammonium, sels nutritifs, phytoplancton)
- Explorer l'atoll de Marutea Sud, situé entre Mangareva et le sud des Tuamotu
- Evaluer quantitativement la ressource et l'impact des prélèvements sur les atolls de Rangiroa
- Déterminer les sites de culture d'éponge à Rangiroa et poser les premiers essais.

Les *résultats escomptés* sont

- Comparaison des données de 2011 et de 2018
- Quantification du stock naturel de l'éponge par la méthode des quadrats
- Détermination des sites de prélèvements à suivre dans le temps (renouvellement du stock, étude d'impact)
- Caractérisation du milieu le plus favorable à la croissance de l'éponge
- Détermination du meilleur site de culture de l'éponge
- Récolte de matière première en quantité suffisante pour procéder à d'éventuels essais cliniques

3) Participants et itinéraire

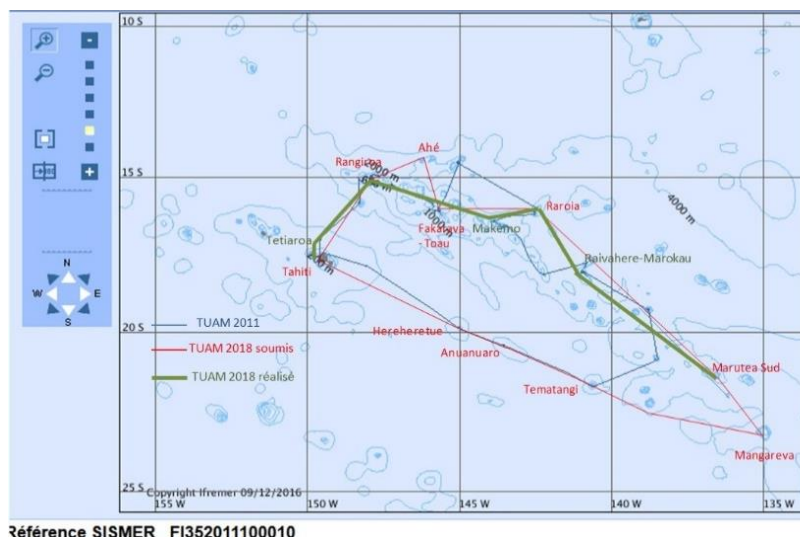
Participants : l'équipe technique du navire est composée de 18 personnes, le commandant du navire océanographique ALIS étant J.-F. Barazer.

Nom prénom	Organisme	Qualification	Date-lieu embarquement	Date - lieu débarquement	Rôle à bord	Rôle à terre
BOUVOT Valentin	IRD-SeOH, Nouméa	CAH 2B	30/10/2018 MANGAREVA	26/11/2018 PAPEETE	Plongeur biologiste, récoltes données et échantillons	-
BUTSCHER John	IRD-LOCEAN Nouméa	CAH 2B*	19/10/2018 PAPEETE	26/11/2018 PAPEETE	Plongeur biologiste, récoltes échantillons et gonflage des bouteilles	-
DEBITUS Cécile	IRD-LEMAR Plouzané	CAH 2B*	19/10/2018 PAPEETE	26/11/2018 PAPEETE	Chef de mission, prélèvements et analyses d'eau	Traitement et analyse des échantillons (eau, éponges)
DUMAS Mahé	IRD-SeOH, Nouméa	CAH 2A+B*	19/10/2018 PAPEETE	26/11/2018 PAPEETE	Plongeur biologiste, récoltes données et échantillons, archivage données organismes, responsable plongées et installations sous-marines	Traitement données transects
LEBEC Thierry	UBO-LEMAR Plouzané	CAH 2A+B*	19/10/2018 PAPEETE	26/11/2018 PAPEETE	Plongeur biologiste, récoltes échantillons	-
MASLIN Mathilde	UPF-Faa'a	CAH 1B	19/10/2018 PAPEETE	30/10/2018 MANGAREVA	Thésarde Rédame, récoltes ciblées	Traitement données Rangiroa et échantillons récoltes ciblées
PETEK Sylvain	IRD-LEMAR Plouzané	CAH 2B*	19/10/2018 PAPEETE	26/11/2018 PAPEETE	Plongeur biologiste, récoltes données et échantillons, archivage photothèque	Archivage données

Tableau 1 : Equipe scientifique de la mission Tuam 2018

(*habilitation à la mise en œuvre du caisson embarqué et aux secours hyperbares)

Itinéraire : l'itinéraire proposé dans la demande de campagne (mars 2017) a été revu après la maturation et le dépôt du projet REDAME comme suit :



Carte 1 : Comparaison des itinéraires des campagnes ALIS – Tuam 2011 (en bleu), Tuam 2018 (proposé en rouge, réalisé en rouge et vert)

- La présence *D. metachromia* a été notée comme rare sur une station du lagon de Makemo lors de la campagne TUMA 2011 : cet atoll a donc été rajouté sur l'itinéraire proposé de Tuam 2018 et cette observation confirmée. L'atoll de Tetiaroa (îles de la Société) a aussi été rajouté sur le transit Rangiroa – Papeete pour l'étude du phytoplancton et de la qualité de l'eau : *D. metachromia* y est présente sur cet atoll particulièrement éloigné des autres sites des Tuamotu.
- Les travaux sur les atolls de Ahé et de de la proposition de campagne ont été abandonnés par manque d'originalité. De plus Fakarava et Toau sont aussi inclus dans une réserve de biosphère Unesco (démarches supplémentaires lourdes pour un faible intérêt par rapport aux tâches ajoutées au programme sur les autres atolls).
- L'atoll de Marutea Sud, ajouté en raison de son intérêt entre Mangareva et le sud des Tuamotu, n'a pas pu être exploré en raison des conditions météorologiques défavorables (mer agitée à forte sur toutes les faces de l'atoll, BMS en cours et prévisions météorologiques pessimistes à court et moyen termes, pas de possibilité d'attente sur place).
- L'étude des atolls de Raroia et Rangiroa a été approfondie. Raroia est le site étudié dans le cadre du projet ANR MANA par nos collègues IRD et DRM, dont des spécialistes en écologie des lagons. L'éponge étant abondante en colonies de taille importante dans son lagon, l'étude de la répartition de *D. metachromia* y a été approfondie, et s'est révélée fructueuse. Si l'éponge est quasiment inexistante dans le lagon de Rangiroa, cet atoll a un intérêt particulier pour le projet REDAME en raison de son accessibilité et des infrastructures existantes.

Le détail daté de l'itinéraire est donné dans le tableau 2. L'itinéraire daté déposé en mars 2018 auprès du Haut-Commissariat pour l'obtention de l'autorisation de campagne,²² puis auprès de la direction des affaires maritimes a été suivi, seules les durées sur zone des différents atolls ont été adaptées en fonction des résultats sur le terrain et de la météo.

	date	départ ou site	arrivée	milles	heures transit	heure départ	heure arrivée
J1	19 octobre	mobilisation					
J2-J4	20-22 octobre	Tahiti	Hereheretue	314		J2 - 9h00	J4- 7h00
J4	22 octobre	Hereheretue					
J4-J5	22-23 octobre	Hereheretue	Anuanuraro	90	12	J4 - 13h00	J5 - 6h00
J5	23 octobre	Anuanuraro					
J5-J6	23-24 octobre	Anuanuraro	Tematangi	267		J6 - 10h00	
J6	25 octobre	Tematangi					
J6-J9	25-27 octobre	Tematangi	Mangareva	330	46	J6- 16h00	J9-12h00
J9	27 octobre	Mangareva					
J10	28 octobre	Mangareva					
J11	29 octobre	Mangareva					
J12	30 octobre	Mangareva	rendez vous mairie 30 octobre 15h00 ; départ Eric S et Mathilde, arrivée Valentin et Benje				
J12-J13	30-31/10	Mangareva	Marutea sud	100	15	J12-16h00	J13 - 7h00
J13-J15	31/10-2/11	Marutea sud	Ravahere	424	61	J13-8h30	J15- 16h00
J15	2/11	Ravahere					
J16	3/11	Ravahere	Marokau	24		J16 - 4h30	J16- 7h00
J16-J17	03-04/11	Marokau	Raroia	142	19	J16-16h00	J17-12h00
J17-J19	04-07/11	Raroia					
J19-J20	07/11-08/11	Raroia	Makemo	79	12	J19 - 15h30	J20 - 05h00
J20	8/11	Makemo					
J21	9/11	Makemo					
J21-J24	9/11-11/11	Makemo	Rangiroa	322	50	J21 - 13H00	J23 - 5H00
J24	11/11	Rangiroa					
J25	12/11	Rangiroa					
J26	13/11	Rangiroa	mairie 8h00				
J27	14/11	Rangiroa	arrivée mathilde 14h45				
J28	15/11	Rangiroa	repos - gauguin perles, repérage filières				
J29	16/11	Rangiroa					
J30	17/11	Rangiroa	collège rangiroa 12h45				
J31	18/11	Rangiroa					
J32	19/11	Rangiroa	fête de la science quai Ohotu 8h00-9h00				
J33	20/11	Rangiroa	Tetiaroa	171	23	J33-11h30	J34-10h00
J34	21/11	Tetiaroa					
J35	22/11	Tetiaroa	Tahiti	34	5	J35 -1h00	J35 - 6h30
J36	23 novembre	démobilisation	Totaux	2297	243		

Tableau 2: Itinéraire daté de la campagne Tuam 2018

4) Données et échantillons collectés

Au total, 47 stations ont été explorées (avec rédaction de fiches de description bionomique) pour un nombre total de 178 immersions ; les éponges – 320kg – et données associées ont été collectées sur 31 stations ; 57 vidéos et plus de 2800 photos ont été réalisées.

La température a été mesurée sur chaque station à 15 m à l'aide d'une sonde YSI 650 MDS (Xylem analytics). La salinité a été mesurée à bord de l'Alis en continu à l'aide de la sonde embarquée (programme Coriolis²³).

Des prélèvements d'eau à l'aide d'une bouteille Niskin ont été réalisés sur la colonne d'eau tous les 10m de profondeur sur 60 stations, jusqu'à une profondeur maximale de 40m afin d'analyser l'environnement chimique et planctonique des différentes sites et tenter de déterminer les environnements favorables à la croissance des éponges. Les stations sont les sites de plongées, ainsi que des points situés au large des récifs et passes à 1 et / ou 2 milles des atolls, ou dans les lagons aussi éloignés que possible des récifs isolés lagunaires.

Les dosages d'ammonium ont été réalisés par fluorimétrie à bord,²⁴ mais les échantillons destinés à l'analyse des sels nutritifs (laboratoire LAMA, IRD-Nouméa) ont été fixés par empoisonnement au

chlorure mercurique. Les échantillons de phytoplancton ont été fixés au formol (0,2% final) pour analyse en cytométrie de flux à l'UPF (échantillons de Rangiroa, thèse M. Maslin) et au LEMAR.

	description	nombre d'échantillons
Température	Relevé à 15 m sur sites de plongée et prélèvements d'eau de mer	60
Salinité	Enregistrement en continu par le N/O Alis	continu
Phytoplancton	Fixation formol, analyse en cytométrie de flux	474
Zoo-benthos Eponges Prélèvements ciblés	Stock pour préparation principe actif Individus de <i>D. metachromia</i> de taille homogène entre 20 et 25m pour analyse biogéographique (microbiome et métabolites secondaires)	314 kg 58 prélèvements
Eau de mer Ammonium Sels nutritifs Phytoplancton	12 x 10-20m, 14 x 10-20-30m et 34 x 10-20-30-40m dosage à bord par fluorimétrie empoisonnement à bord au chlorure mercurique fixation au formol et congélation -195°C (Niskin et flux entrant – sortant éponges)	202 202 202

Tableau 3 : récapitulation des données et prélèvements collectés durant la campagne

5) Prélèvements ciblés

L'étude biogéographique menée en 2011²⁵ n'a pas permis de relier la variabilité du rapport ilimaquinone/épi-ilimaquinone à une quelconque variabilité génétique ou bathymétrique. Des prélèvements dits ciblés ont été réalisés durant la campagne 2018: trois échantillons de taille homogène, à une profondeur de 20-25m, ont été récoltés en triplicates sauf sur Makemo (une seule colonie) lorsque les critères taille, abondance et profondeur ont été réunis, ce qui a pu être réalisé sur 19 stations. Des prélèvements d'eau ont été réalisés au plus près des oscules exhalants et inhalants de chaque échantillon afin d'en analyser le phytoplancton.²⁶ Les paramètres biométriques seront complétés par les poids secs et de cendres. Les fragments prélevés seront lyophilisés et extraits au laboratoire afin de mesurer le rapport ilimaquinone / 5-épi ilimaquinone par spectrométrie de résonance magnétique nucléaire du proton, et de comparer les résultats obtenus avec les extractions réalisées sans distinction de taille des éponges (vrac).



1

Collecte d'eau dans oscule exhalant



2

Collecte d'eau à proximité des oscules inhalants

Photos 1 et 2 : Prélèvements d'eau sur des individus « ciblés » pour analyse du phytoplancton

Date	Atoll	Station	prélèvement NISKIN CD	T°C 15m sur station	Salinité**	Qui*	Profondeur (m)	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Surface (cm ²)
2018 10 22	Hereheretue	TH02	10-20-30m	25,48°C	à sortir des données Alis	MM	19	13	11	143
							22	15	7	105
							15	13	6	78
2018 10 24	Tematangi	TTE04	10-20-30-40m	25,14°C	36,348	MD	24	17	9	153
							19	20	10,5	210
							19	18	5,5	99
2018 10 25	Tematangi	TTE05	10-20-30-40m	25,18°C	36,275	MM	11	15	6	90
							12	14	4	56
							14	15	4	60
2018 10 25	Tematangi	TTE06	10-20-30-40m	25,18°C	36,275	MM	20	15	10	150
							24	15	10,5	157,5
							26	17	9	153
2018 10 27	Mangareva	G17	10-20m	23,87°C	36,011	SP	21	13,5	7,5	101,25
							21	8,5	7	59,5
							21	11	7,5	82,5
2018 10 27	Mangareva	G18	-	23,87°C	36,011	MM	17	8	8	64
							18	14,5	8,5	123,25
2018 10 28	Mangareva	G35	10-20-30-40m	24,1°C	à sortir des données Alis	MD	21	10	10	100
							21	6,5	5	32,5
							21	13	11	143
2018 10 28	Mangareva	G36	-	23,8°C	à sortir des données Alis	MM	25	12,5	8	100
							18	13	9	117
							22	8	3,5	28
2018 10 28	Mangareva	G16	-	23,8°C	à sortir des données Alis	MM	22	13	7	91
							22	11	7	77
							20	10	6	60
2018 10 28	Mangareva	G01	10-20m	23,8°C	à sortir des données Alis	SP	17	10,5	8	84
							17	9	5,5	49,5
							17	12,5	9,5	118,75
2018 11 04	Raroia	TRAR05	10-20-30m	28,04°C	36,278	MD	25	11	9	99
							26	13	8	104
							25	10	10	100
2018 11 06	Raroia	TRAR10	10-20m	28,41°C	36,282	VB	22	11	7,5	82,5
							23	10	9	90
							22	12	9	108
2018 11 06	Raroia	TRAR11	10-20m	28,41°C	36,282	MD	23	13	9	117
							23	13	11	143
							23	12	9	108
2018 11 06	Raroia	TRAR12	10-20-30m	28,41°C	36,325	MD	26	8	6	48
							25	20	8	160
							26	11	8	88
2018 11 06	Raroia	TRAR13	10-20-30m	28,32°C	36,325	VB	24	11	9	99
							22	10	8,5	85
							19	11	11,5	126,5
2018 11 09	Makemo	TMAK02	10-20m	27,81°C	36,337	MD	23	14	11	154
2018 11 19	Rangiroa	TRAN26	10-20-30-40m	28,58°C	36,246	MD	22	18	5	90
							19	16	9,5	152
							22	11	13	143
2018 11 21	Tetiaroa	TTET02	10-20-30-40m	28,38°C	36,215	MD	23	12	7	84
							22	12	6,5	78
							21	13	11	143
2018 11 21	Tetiaroa	TTET01	10-20-30-40m	28,2°C	36,273	VB	23	15	8	120
							21	14	8	112
							21	9	8	72

* MM : Mathilde Maslin ; SP: Sylvain Petek; VB : Valentin Bouvot; MD : Mahé Dumas

** données Coriolis de l'Alis sur le site

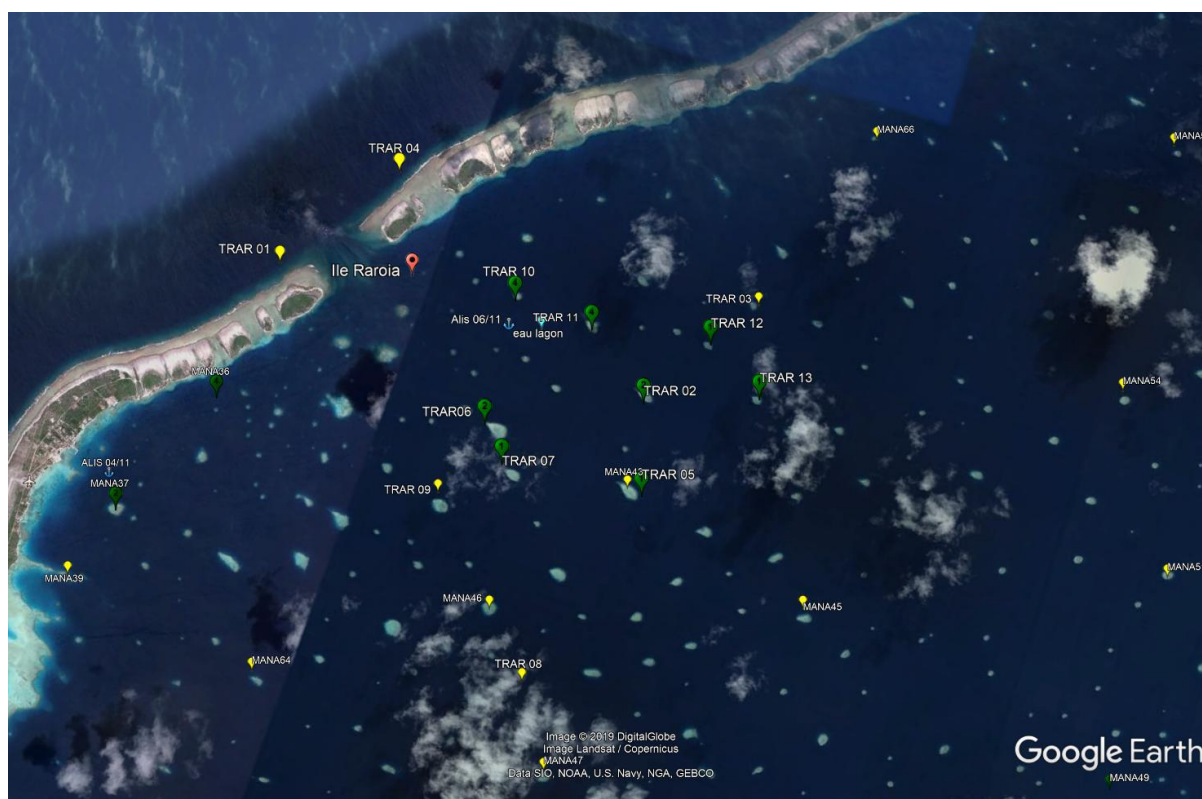
Tableau 4 : récapitulation des prélèvements dits ciblés pour l'étude biogéographique

6) Raroia

D. metachromia n'a pas été trouvée sur les sites d'orientation favorable à sa présence sur les pentes externes de cet atoll, mais celle-ci est curieusement présente et abondante dans le lagon de Raroia. Toutefois, sa macromorphologie (boules encroûtantes fermes) nous avait conduits en 2011 à la distinguer sur le terrain des lots récoltés sur les pentes externes des autres atolls.

Quatre stations avaient été explorées en 2011 (TRAR 01 à 04), 10 autres l'ont été en 2018 permettant de préciser la localisation de l'éponge à proximité de la passe. Des observations ont aussi été faites lors de la mission ALIS du projet MANA en novembre 2018 complétant ces données.¹ L'éponge se plaie entre 5 et 30 m sur les pinacles du lagon dans l'ESE de la passe (observations faites jusqu'à 2 milles pendant la campagne TUAM2018) et a aussi été trouvée sur la station MANA 49 à 4,75 milles de cette passe, ainsi que sur des stations situées à proximité du motu du village (MANA36 et MANA37). Elle est plus abondante sur les sites proches de la passe.

Il serait intéressant de poser des lignes de cultures verticales dans ce lagon, à proximité des pinacles sur lesquels prolifère cette éponge et de déplacer des colonies sur des pinacles éloignés dans le lagon pour observer leur survie : il est possible que les courants ne permettent pas aux larves de s'installer facilement plus loin dans le lagon.



Carte 2 : stations explorées sur l'atoll de Raroia
Stations campagne TUAM2018 notées TRAR (et données MANA notées MANA). En vert, présence de *D. metachromia* avec indice d'abondance ; en jaune absence de *D. metachromia*
(les données bathymétriques n'apportent pas de précision, les pinacles étant bien visibles sur les images satellites)

7) Makemo

D. metachromia a bien été retrouvée sur le même site qu'en 2011, à 2,3 milles de la passe nord, mais n'a pas été trouvée ailleurs aux alentours de ce site (carte 3), ni aux environs de la passe ouest (2011).

¹ Données de Vetea Liao, DRM.



Carte 3 : stations explorées lors des campagnes TUAM.
Présence de l'éponge sur la station TMAK02 en faible abondance

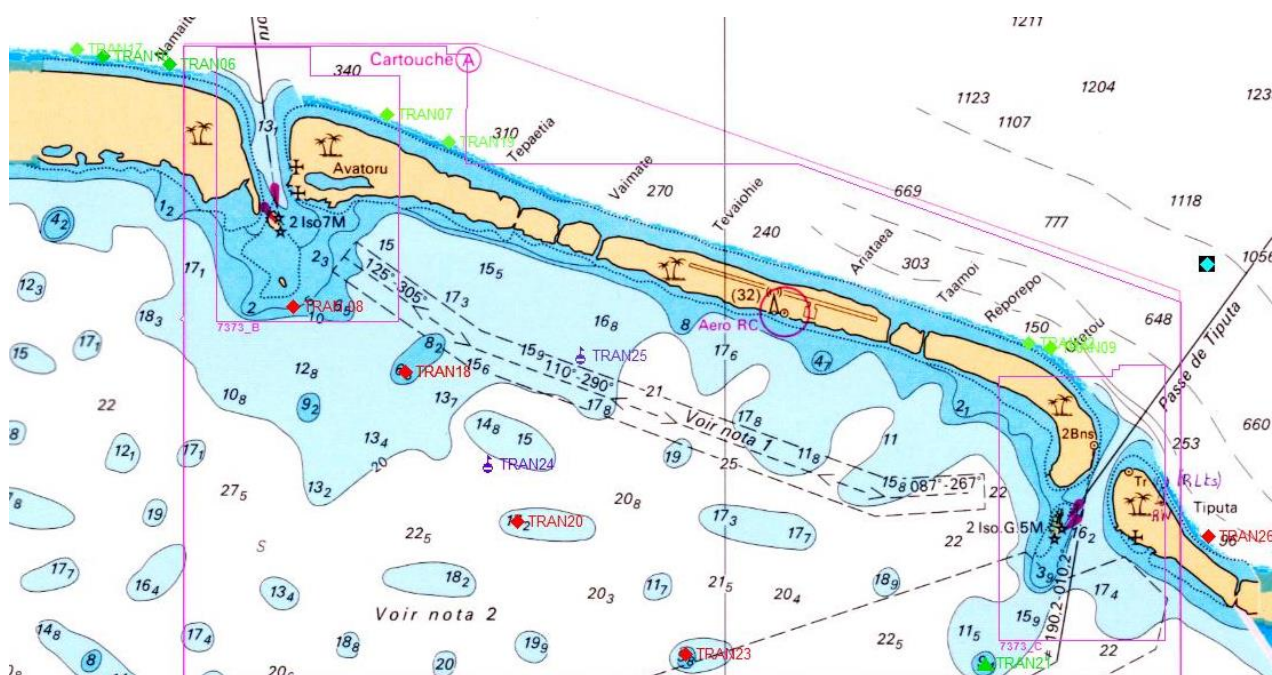
8) Rangiroa

L'atoll de Rangiroa a été sélectionné comme site atelier du projet REDAME soumis en aout 2017 (retenu en janvier 2018) pour des raisons stratégiques et écologiques, et donc bien après le dépôt de la demande de campagne auprès de la commission nationale des moyens navigants. Cet atoll dispose de moyens logistiques (école des métiers de la perliculture, entreprise Gauguin perles, structures de plongée, liaisons aériennes et maritimes régulières) permettant de travailler sur place facilement.

Il s'agit à Rangiroa de poser les transects sur les sites choisis sur carte et données bathymétriques, rechercher dans le lagon l'éponge, et de procéder à des essais d'acclimatation en y transportant des éponges de l'extérieur de l'atoll, ainsi que poser des essais préliminaires de culture.



Carte 4-1 : position des stations sur la zone de travail de Rangiroa (Google earth)



Carte 4-2 : position des stations sur la zone de travail de Rangiroa (carte SHOM)

a) suivi de la population naturelle de *D. metachromia*

La population naturelle de *D. metachromia* sera étudiée sur la pente externe où elle abonde. Les relevés bathymétriques réalisés au sondeur multifaisceaux petits fonds lors de la campagne Tuam 2011 autour de Rangiroa ont permis de cerner des zones adaptées à la pose de transects (présence de *D. metachromia* sur des zones de faible pente) à proximité des passes, zones pour lesquelles une demande d'autorisation d'occupation temporaire (AOT) du domaine maritime a été demandée auprès des affaires foncières de Polynésie française en mars 2018 et accordée (arrêté N°06439 du 19/07/2018).

Deux zones favorables à la pose de transects (et ultérieurement à celle d'essais de cultures d'éponges) pour lesquelles les AOT (transects) ont été obtenues avant le départ de la campagne ont été sélectionnées après vérifications *in situ* des choix sur données bathymétriques. Elles se situent à l'ouest des passes d'Avatoru et de Tiputa. Quatre transects d'une longueur de 20 m ont été posés sur des zones présentant les caractéristiques nécessaires :

- présence de colonies de l'espèce ciblée, l'éponge *D. metachromia*,
- fonds plan et régulier permettant de poser des transects les plus rectilignes possible.
- bathymétrie compatible avec la poursuite des travaux sans caisson de recompression sur zone (Rangiroa se situe à plus de deux heures d'un caisson de recompression)

Numéro transect	Point GPS	profondeur	Situation
1	14°55,867' S / 147°43,780' O	17 m du large vers la côte	St TRAN16, ouest Avatoru
2	14°55,845' S / 147°43,815' O	24 m, vers la passe d'Avatoru	
3	14°57,637' S / 147°37,970' O	22 m vers la passe de Tiputa	St TRAN22, ouest Tiputa
4	14°57,638' S / 147°37,965' O	17 m, vers la passe de Tiputa	

Tableau 4 : coordonnées géographiques des transects

Les transects ont été matérialisés par de la garcette graduée tendue sur des piquets en fer à béton de 70 cm de hauteur enfoncés à la masse dans le substrat. Des balises (bouées étiquetées) immergées ont été posées à chaque extrémité sur un bout de polypropylène de 2 m de long afin de les retrouver facilement, sans gêner la circulation maritime.



Photo n°3 : Balisage de départ de transect

Un quadrat de 1m de côté a été utilisé pour le comptage et pour le futur suivi dans le cadre du projet REDAME. Les images sont (et/ou seront) traitées par le logiciel recommandé pour ce type de suivi en milieu corallien, CpCe 4.1,²⁷ permettant d'isoler et de déterminer précisément l'aire de chaque colonie présente sur chaque quadrat et de suivre leur évolution dans leur milieu naturel.



Photo n°4 : Déplacement du quadrat le long d'un transect

b) acclimatation de *D. metachromia* dans le lagon

Les récifs lagunaires n'étant pas affleurants comme à Raroia ou Makemo, les sites de prospection ont été choisis sur carte marine, avec l'expérience acquise sur les atolls précédents.

Une seule colonie *D. metachromia* (encroûtante, dans une anfractuosité) a été observ e lors des prospections men es lors de cette campagne sur un seul site dans le lagon (station TRAN21, 14°59,402' S / 147°58,433' O, 11 m,   1,25 M dans le S-SO de la passe). Ce site est riche en éponges diverses où 4 nouvelles espèces ont été trouv es. Par ailleurs, il semble que la présence de certaines éponges à l'intérieur ou à l'extérieur soit essentiellement li e à la difficulté des larves pour franchir les passes et trouver un substrat favorable à leur fixation. Afin de vérifier l'acclimatation de *D. metachromia* provenant de la pente externe dans le lagon, sans autre perturbation que le déplacement, 5 colonies ont été r colt es avec leur substrat aux abords de la passe de Tiputa, transport es rapidement dans une glacière d'eau de mer fraîche (120 l) et d pos es sur le récif du lagon où a été observ e cette unique colonie. Cet essai s'est montré fructueux avec l'observation de la survie, voire même de la croissance des colonies transport es en février 2019.

Les colonies « mères » sur lesquelles ont été prélevés les explants placés sur les lignes lagonaires (sites Gauguin Nord et Sud) serviront elles aussi de colonies témoins sur ces sites, permettant d'observer la régénération possible de l'éponge, ainsi que son adaptation au milieu lagonaire fortement sédimenté et *a priori* hostile pour ces organismes.



Photo n°5 : Colonies témoin transportées dans le lagon
(au pied de la ligne de culture N° 3)

c) essais préliminaires de culture de *D. metachromia*

La culture de *D. metachromia* faisant l'objet d'une thèse de doctorat (M. Maslin) et la vitesse de croissance de cette éponge étant inconnue, des essais préliminaires et temporaires de mise en culture ont été réalisés afin de gagner du temps, 3 ou 4 mois par exemple étant un gain de temps précieux pour une thèse de 3 ans.

✓ Essais sur la pente externe

Des fragments d'éponge d'environ 4x4cm, comportant des oscules inhalant et exhalants, ont été fixés à l'aide de boucles en ligne de nylon de 2 mm attachées par des colliers en plastiques (photo 3 et 4) sur les bouts de balisage des transects. La fixation d'éponges sur un support de fil nylon a été choisie car déjà utilisée dans le monde pour la culture d'éponge, ainsi que pour la rigidité du fil, facilitant la fixation des éponges sur les boucles individuelles. De plus, la découverte d'une vieille ligne de nylon de diamètre semblable à celui utilisé, colonisé par plusieurs colonies de *D. metachromia*, a conforté notre choix.

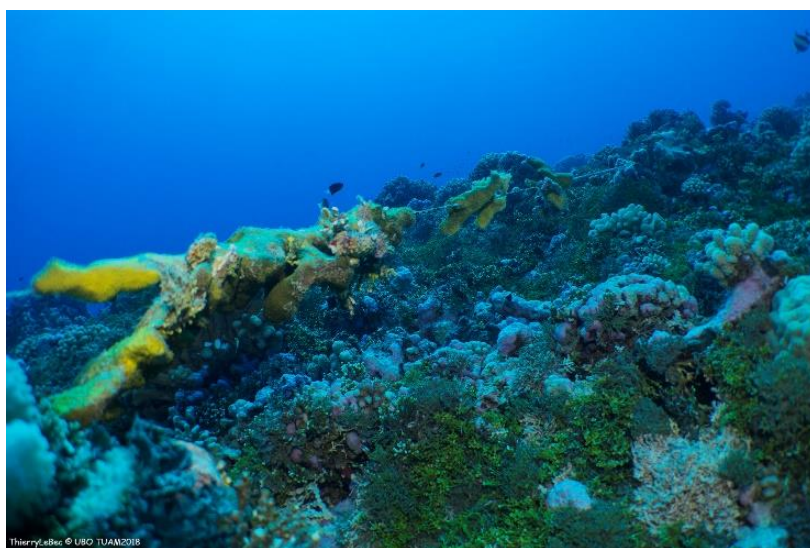


Photo 6 : spécimens de *D. metachromia* poussant spontanément sur une ligne de pêche perdue
(Station TRAN22)

Sur le transect n°2 (côté passe), un essai de fixation des explants directement à l'aide de colliers en plastique a toutefois été réalisé (Fig.1), essai qui s'est montré peu concluant par la suite (trou dans l'éponge au niveau du passage du collier).

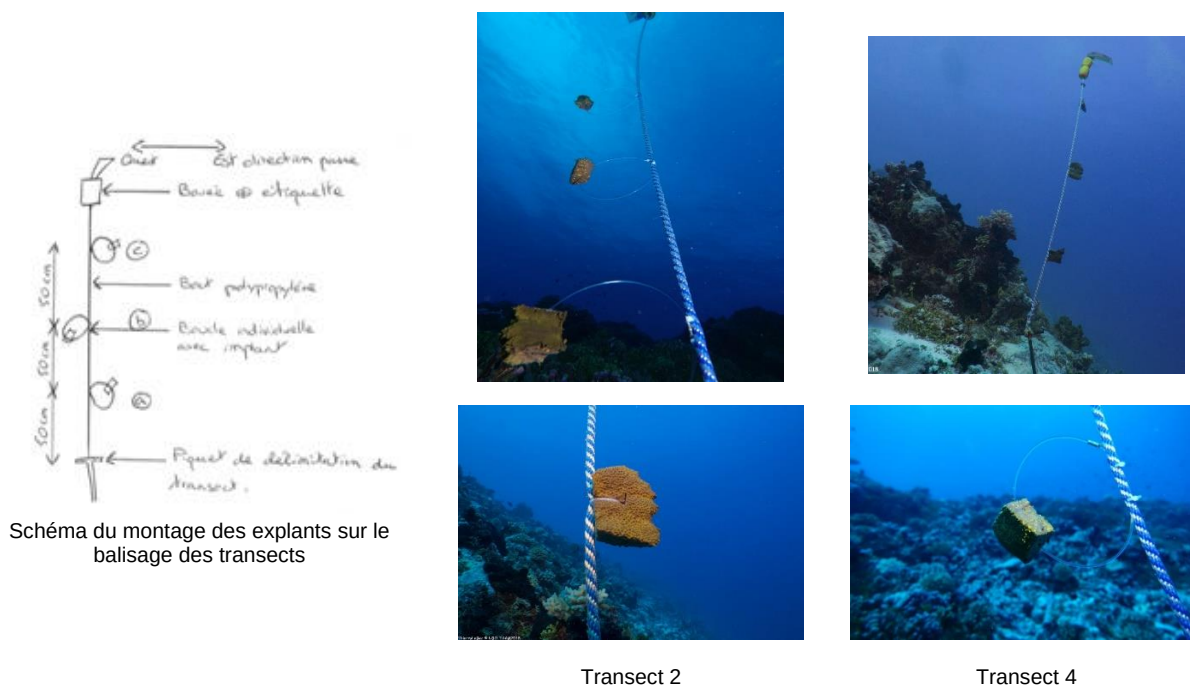
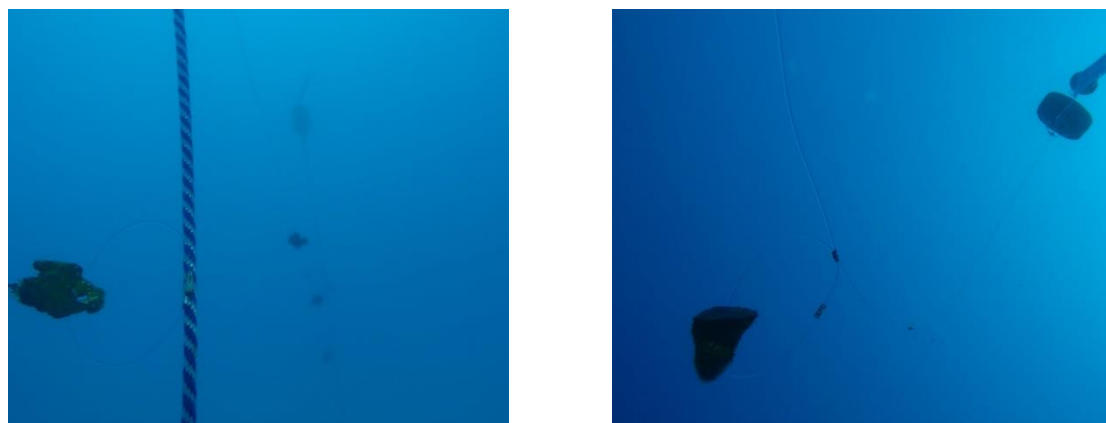


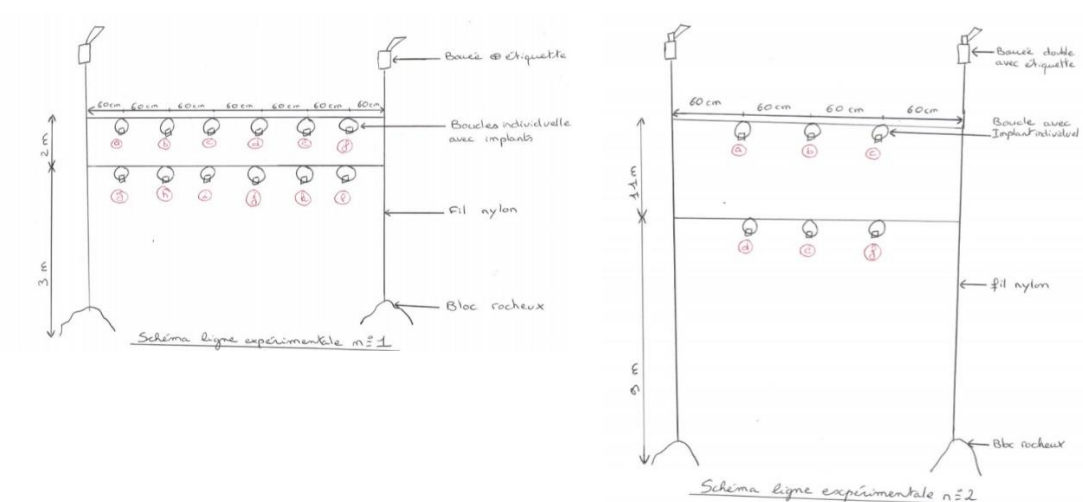
Figure 1 : montage des explants sur le balisage des transects n°2 et 4

✓ dans le lagon

Plusieurs essais préliminaires de culture ont été mis en place pour une durée limitée – au plus une année - sur les concessions de l'entreprise Gauguin perles, en accord avec l'exploitant Monsieur Philippe Cabral. Les lignes sont constituées de nylon diamètre 2 mm, les explants d'éponges étant placés individuellement à diverses profondeurs sur des boucles selon les schémas de la figure 2.



Photos n°7-8 : explants sur filières



lignes expérimentales n°1 et 2 Gauguin perles - Sud
(station TRAN24: 14°58,248' S / 147°41,413' O ; profondeur 29 m)

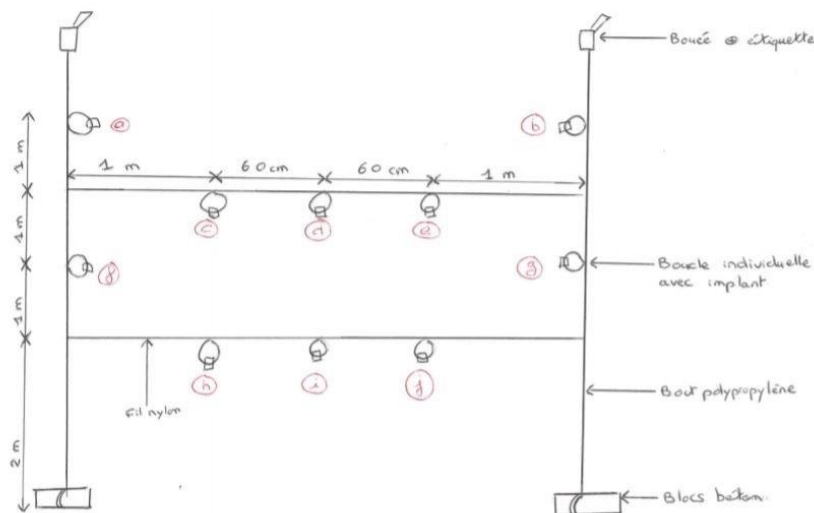


Schéma ligne expérimentale n°3

ligne expérimentale n°3 Gauguin perles - Nord
(station TRAN24: 14°57,617' S / 147°40,858' O ; profondeur 27 m)

Figure 2 : schéma du montage des lignes expérimentales temporaires de culture de *D. metachromia*

Les colonies de grande taille (plusieurs kg) ont été choisies méticuleusement afin d'optimiser les chances de réussite. Quatre colonies distinctes ont ainsi été sélectionnées pour les différentes lignes de cultures afin d'avoir une diversité maximale et une meilleure chance de succès. Ces colonies ont été transportées au moyen d'un bateau rapide, dans une glacière de 120 L remplie d'eau de mer fraîche, limitant ainsi au maximum l'exondation et le stress, puis ré-immersées au plus vite sur les sites de culture. Les explants fixés sur les lignes lagunaires ont les mêmes caractéristiques que les explants extérieurs (taille 4 x 4 cm, présence d'oscles inhalant et exhalant).

I.2.d. Test de viabilité

Un test de viabilité simple, l'inhalation et exhalation de fluorescéine, a été choisi dans la littérature.²⁶ La fluorescéine utilisée est le Colorant E102 (tartrazine, qualité alimentaire, Visio Tech). C'est un puissant colorant non toxique vert fluo dans l'eau permettant de suivre l'eau et son cheminement géologique ou dans les réseaux d'assainissement. Dans notre cas, il peut permettre d'observer le système aquifère des éponges. En effet, en l'injectant à proximité des pores inhalants, une éponge dont le système aquifère fonctionne rejettera cette eau colorée par la fluorescéine par les pores exhalants. Un test a été effectué avec succès sur les explants posés sur la pente externe 3 jours après leur mise en culture indiquant que l'activité de filtration avait repris.



Photo n°9 : Test fluorescéine

9) Premiers résultats :

a) comparaison des données 2011-2018 et substrat naturel de l'éponge

Les observations sont résumées dans le tableau 5, qui montre que l'éponge *Dactylospongia metachromia* pousse indifféremment sur du corail vivant ou mort, ou encore de la roche, tant que ce substrat est dur.

	Dactylospongia metachromia							
	2011		2018		substrat			
station	abondance	profondeur	abondance	profondeur	corail vivant	corail mort	dalle ou roche	observations
Herehertue	4		3	10-63	x	x	x	colonies plus massives zone 30-50
Anuanuraro	2	50-63	2	50-63	x	x		
Tematangi	4	10-40	4	10-40	x	x		formes diverses
Mangareva	3	12-30	2	12-50		x	x	petites colonies encroûtantes sous surplombs, plus grosses en profondeur
Ravahere-Marokau	1	non noté	1	19		x		1 colonie digitée
Raroia	2	8-25	2	8-30		x	x	le plus souvent boules encroutantes, plus grosses au fond, lagon
Makemo	1	13	1	20-29			x	sous surplomb
Rangiroa	3	10-45	4	18-65			x	formes diverses, une colonie dans le lagon
Tetiaroa	1	15-30	3	12-50			x	massives, formes diverses

Tableau 5 : comparaison des observations 2011 et 2018 (1 : rare 4 : recouvrement important), et nature des substrats observés

La figure 3 permet de visualiser la répartition de l'éponge sur l'archipel des Tuamotu-Gambiers, et les faibles variations observées entre les deux campagnes menées par l'IRD en 2011 et 2018. Il est possible de penser que la circulation maritime joue un rôle dans la dispersion des larves, dans la mesure où les atolls dont l'éponge est absente sont peu ou rarement desservis par les caboteurs.

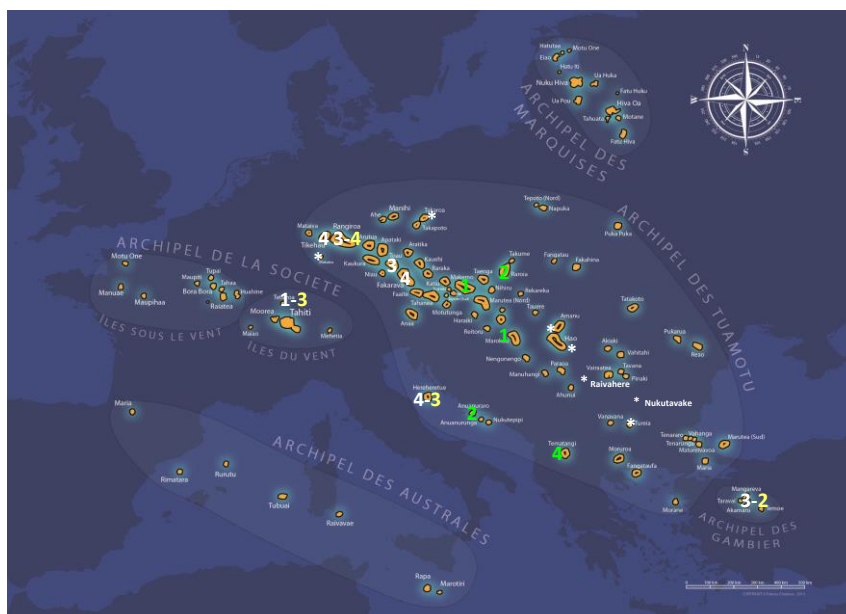


Figure 3 : Comparaison de l'abondance relative de *D. metachromia* de 1 à 4 entre 2010 (Gambiers), 2011 et 2018

1 : rare 4 : recouvrement important ; * = absente ; blanc = données 2010-2011, jaune données 2018 et vert données identiques entre 2011 et 2018

a) Relation ammonium – présence d'éponge

Une recherche bibliographique n'a pas permis de trouver de travaux décrivant les milieux aux qualités nutritives propices aux spongiaires. Les mesures de la concentration en ammonium réalisées durant la campagne TUAM2018 ne permettent pas à ce jour d'établir de lien entre la concentration en ammonium et la présence d'éponge, voire son abondance que ce soit sur les pentes externes que dans les lagons.

Les éponges se plaisent aussi bien (voir mieux ?) dans des eaux pauvres en ammonium que riches : l'essentiel de leur nourriture est apporté par les microorganismes associés (bactéries et micro-algues essentiellement). Elles ont aussi été décrites pour enrichir le milieu en ammonium. Dans les lagons, les mesures faites semblent difficile à interpréter, dans la mesure où les eaux lagunaires sont fortement soumises à des perturbations (courants) liées aux marées, vent, houle.

Les données sels nutritifs et phytoplancton sont en attente ou en cours d'interprétation.

b) Communication

Une classe de CM2 de l'école primaire d'Avatoru a été reçue à bord le 16 novembre pour la fête de la science et une après-midi de discussion organisée le 17 novembre à l'internat du collège de Rangiroa, afin de leur présenter les éponges marines en général et les différents métiers liés à la recherche et à la campagne.

Le journal de bord de la campagne est accessible sur le site de l'IRD-Nouvelle Calédonie <http://nouvelle-caledonie.ird.fr/toute-l-actualite/carnets-de-bord/tuam-2018-polynesie-francaise/campagne-tuam-2018-du-19-10-au-23-11-18>

c) Financement

L'essentiel du financement a été apporté par l'IRD

IRD	324 000 € *	
fonctionnement équipe LEMAR	9 500 €	
fonctionnement Redame-UPF	3 200 €	
TOTAL Campagne	336 700 €	

Il faut ajouter à ces dépenses les frais à la mer (IRD), les salaires des CDD de 2 assistants ingénieurs plongeurs-biologistes (15 semaines, IRD), et l'acheminement aller-retour du matériel de l'IRD-Nouméa (caisson de recompression, IRD-GENAVIR)

Conclusion

L'ensemble du programme prévu pour cette campagne a été réalisé, à l'exception de l'exploration de l'atoll Marutea Sud. Les résultats issus de cette campagne sont à la base du projet REDAME (2018-2020) et de la thèse consacrée à l'étude de la ressource en éponge *Dactylospongia metachromia*. Les analyses d'eau et d'éponge en cours de finalisation permettront prochainement de mieux appréhender la production de métabolites par l'éponge, et ses conditions favorables de croissance.

Les observations réalisées permettent d'ores et déjà de montrer que la population naturelle de l'éponge n'a pas ou peu (vers plus d'abondance) changé depuis 2011.

Remerciements

L'équipe de la campagne TUAM 2018 remercie les municipalités de Mangareva et de Rangiroa pour leur accueil, le commandant J.-F. Barazer pour son écoute permettant d'adapter les moyens mis en œuvre au fur et à mesure de l'évolution de la campagne, en particulier à Rangiroa, et bien sûr tout l'équipage, en particulier les matelots pour leur appui attentif lors des plongées et leur aide efficace pour les prélèvements d'eau manuels à la Niskin.

- d) Annexes :
- 1 liste des stations explorées en plongée autonome
 - 2 liste des stations de prélèvement d'eau

- ¹ Simon JC, Boisvert V, Noiville C, Barbin Y, Beauvais ML, Cabalion P, Debitus C, Florence J, Fourasté I, Guezennec J, Moretti C, Weniger B, Substances naturelles en Polynésie française, Stratégies de valorisation // Natural substances in French Polynesia, utilisation stratégies, collection expertises collégiales, éditions IRD, 2005
- ² Van Soest RWM, Boury-Esnault N, Vacelet J, Dohrmann M, Erpenbeck D, De Voogd NJ, Santodomingo N, Vanhoorne B, Kelly M, Hooper JNA Global diversity of sponges (Porifera) *PLoS One* **2012**, 7, e35105
- ³ 854 est le N° d'OTU attribué dans les collections du Queensland Museum, explications : Hooper JNA, Hall KA, Ekins M, Erpenbeck D, Wörheide G, Jolley-Rogers G, Managing and sharing the escalating number of sponges « unknowns » : the SpongeMaps project. *Integr Comp Biol* **2013** 53:473-81
- ⁴ Hall KA, Sutcliffe PR, Hooper JNA, Alencar A, Vacelet J, Pisera A, Petek S, Folcher E, Butscher J, Orempuller J, Debitus C, Affinities of sponges (Porifera) of the Marquesas and Society Islands, French Polynesia, *Pacific Science* **2013**, **67**:493-511
- ⁵ Klautau M, Lopez MV, Folcher E, Ekins M, Debitus C, Calcareous sponges from the French Polynesia (Porifera: Calcarea), *Zootaxa*, soumis (septembre 2019)
- ⁶ <https://sponges-polynesia.ird.fr/>
- ⁷ Boufridi A, Lachkar D, Erpenbeck D, Beniddir M, Evanno L, Petek S, Debitus C, Poupon E, Ilimaquinone and 5-epi-ilimaquinone: beyond a simple diastereomeric ratio, biosynthetic considerations from NMR-based analysis, *Aus. J. Chem*, 2016, <http://dx.doi.org/10.1071/CH16455>
- ⁸ Bonneau N, Chen G, Lachkar D, Boufridi A, Gallard JF, Retailleau P, Petek S, Debitus C, Evanno L, Beniddir MA, Poupon E, An Unprecedented Blue Chromophore Found in Nature by a "Chemistry First" and Molecular Networking Approach: Discovery of Dactylocyanines A-H *Chem Eur J* **2017**, **23**:14454-461
- ⁹ Evanno L., Lachkar D., Lamali A, Boufridi A, Séon-Ménier B, Tintillier F, Saulnier D, Denis S, Genta-Jouve G, Jullian JC, Leblanc K, Beniddir M, Petek S, Debitus C, Poupon E, A ring-distortion strategy from marine natural product ilimaquinone leads to quorum sensing modulators, *Eur J Org Chem*, 2018, 20-21:2486-2497
- ¹⁰ Bell JJ, Davy SK, Jones T, Michael W, Taylor MW, Webster NS, Could some coral reefs become sponge reefs as our climate changes? *Global Change Biology* (2013) 19:2613–2624
- ¹¹ Peck LS, Clark MS, Power D, Reis J, Batista FM, Harper EH, Acidification effects on biofouling communities: winners and losers *Global Change Biology* (2015) 21:1907-1913
- ¹² Webster NS, Uthicke S, Botte ES, Flores F, Negri AP, Ocean acidification reduces induction of coral settlement by crustose coralline algae, *Global Change Biology* (2013) 19:303–315
- ¹³ Smith AM, Berman j, Key MM Jr, Winter DJ, Not all sponges will thrive in a high-CO2 ocean: Review of the mineralogy of calcifying sponges, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (2013) 392:463–472
- ¹⁴ Bell JJ, Davy SK, Jones T, Michael W, Taylor MW, Webster NS, Could some coral reefs become sponge reefs as our climate changes? *Global Change Biology* (2013) 19:2613–2624
- ¹⁵ Peck LS, Clark MS, Power D, Reis J, Batista FM, Harper EH, Acidification effects on biofouling communities: winners and losers, *Global Change Biology* (2015) 21:1907-1913
- ¹⁶ Webster NS, Uthicke S, Botte ES, Flores F, Negri AP, Ocean acidification reduces induction of coral settlement by crustose coralline algae, *Global Change Biology* (2013) 19:303–315
- ¹⁷ Smith AM, Berman j, Key MM Jr, Winter DJ, Not all sponges will thrive in a high-CO2 ocean: Review of the mineralogy of calcifying sponges, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* (2013) 392:463–472
- ¹⁸ Pronzato R, Renata Manconi R, Mediterranean commercial sponges: over 5000 years of natural history and cultural heritage, *Marine Ecology* (2008) 29 :146–166
- ¹⁹ Pronzato R, Ceranno C, Cubeddu C, Magnino G, Manconi R, Pastore S, Sara A, Sidri M, The millennial history of commercial sponge : from harvesting to farming and integrated aquaculture, *Biol. Mar. Medit.* (2010) 7 :132-143
- Pronzato R, Bavestrello G, Ceranno C, Magnino G, Manconi R, Pantelis J, Sara A, Sidri M, Sponge farming in the Mediterranean : new perspectives, *Memoirs of the Queensland Museum* · (1999) 44 :485-491
- ²⁰ Bell JJ, McGrath E, Biggerstaff A, Bates T, Bennett H, Marlow J, Shaffe M, Sediment impacts on marine sponges, *Marine Pollution Bulletin* (2015) 94 :5–13
- ²¹ Knapp ISS, Williams GJ, Carballo JL, Crue-Barraza JAC, Gardner JPA, Bell JJ, Restriction of sponges to an atoll lagoon as a result of reduced environmental quality *Marine Pollution Bulletin* (2013) 66:209–220
- ²² Autorisation courrier N°HC/940/CHB du 24/04/2018
- ²³ <https://wwwz.ifremer.fr/Recherche-Technologie/Infrastructures-de-recherche/Infrastructures-d-observation-des-oceans/CORIOLIS>
- ²⁴ Holmes RM, Aminot A, Kérouel R, Hooker BA, Peterson BJ, A simple and precise method for measuring ammonium in marine and freshwater ecosystems, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (1999) 56: 1801–1808
- ²⁵ Boufridi A, Lachkar D, Erpenbeck D, Beniddir M, Evanno L, Petek S, Debitus C, Poupon E, Ilimaquinone and 5-epi-ilimaquinone: beyond a simple diastereomeric ratio, biosynthetic considerations from NMR-based analysis, *Aus. J. Chem.* 2016, 70:743-750.
- ²⁶ Topçu NE, Pérez T, Grégori G,c, Harmelin-Vivien M, Coupling flow cytometry and stable isotope analysis, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (2010) 389: 61–69
- ²⁷ Kohler KE, Gill SM, Coral Point Count with Excel extensions (CPCe) : a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random count methodology, *Computers & Geosciences* (2006) 32:1259-1269

Localisation	Nom station	date	latitude	longitude	fondeur max	Milieu	Présence/abondance de <i>Dactylospongia metachromia</i>	Nombre d'éponges diverses	Quantité récoltée	Prélèvement ciblé
Hereheretue island	TH02	22/10/2018	19°50.000	144°57.372	30-50m	Récif barrière pente externe	4	3	41,6	oui
Anuanuraro	TA01	23/10/2018	20°24.924	143°32.629	50-63m	Récif barrière pente externe	2	1	1,7	non
Tematangi	TTE04	24/10/2018	21°40,722'	140°40,753'	10-50m	Récif barrière pente externe	3	0	41,6	oui
	TTE05	25/10/2018	21°37,558'	140°38,897'	10-40m		4	0	55,7	oui
	TTE06	25/10/2018	21°37,597'	140°37,841'	10-40m		4	0	56,2	oui
Mangareva	G01	27/10/2018	23°12.950'	134°51.406'	10-17m	Plateau récifal pente externe	2	0	1	oui
	G16	28/10/2018	23°13.159	134°53.095	23m	Front récifal	1	0	0	oui
	G17	27/10/2018	23°16.683'	134°56.109'	20-50m	Tombant	1	0	1,1	oui
	G18	27/10/2018	23°16,301'	134°56,474 '	17m	Plateau récifal	1	1	0	oui
	G35	28/10/2018	23°17,282'	134°59,430'	20-40m	Tombant corallien	2	0	0,46	oui
	G36	28/10/2018	23°17.407	134°58.853	20m	Plateau récifal récif barrière	1	0	0	oui
	G37	29/10/2018	23°04,178'	135°00,827'	12-15m	Front récif extérieur barrière	1	0	0	non
Ravahere	TRAV01	02/11/2018	18°11,648'	142°11,232'	10-58	Récif barrière pente externe	0	0	0	non
Marokau	TMAR02	03/11/2018	18°00,687"	142°17,130	10-60	Récif barrière pente externe	0	0	0	non
	TMAR03	03/11/2018	17°59,152'	142°14,506'	19-30		1 spécimen	7	1,1	non
Raroia	TRAR02	04/11/2018	16°1,299'	142°25,56'	22-28m	Pinacle de lagon	2	1	0,6	oui
	TRAR05	04/11/2018	16°1,757'	142°25,416'	20m		1	10	0	non
	TRAR06	05/11/2018	16°01,665	142°26,336	8-27m		2	4	0	oui
	TRAR07	05/11/2018	16°01,831	142°26,178	22-33m		1	3	0	oui
	TRAR08	05/11/2018	16°02,831	142°25,701	8-32		0	0	0	non
	TRAR09	05/11/2018	16°02,074	142°25,701	8-30		0	0	0	non
	TRAR10	06/11/2018	16°01,021	142°25,957	8-30m		4	2	6	oui
	TRAR11	06/11/2018	16°01,004	142°26,403	8-30m		4	7	0	oui
	TRAR12	06/11/2018	16°0,896'	142°25,323'	17-30m		1	6	0	oui
	TRAR13	06/11/2018	16°1,088'	142°24,981'	8-30m		4	6	0	oui
	TRAR14	07/11/2018	16°3,497"	142°28,889'	10-60	Front récifal extérieur récif barrière	0	0	0	non
	TRAR15	07/11/2018	16°9,586'	142°31,998'	10-30		0	0	0	non
Makemo	TMAK02	09/11/2018	16°32,396'	143°34,856'	20-29m	Pinacle de lagon	1	9	0	oui
	TMAK08	08/11/2018	16°38,806'	143°33,692'	24		0	8	0	non
	TMAK09	08/11/2018	16°38,948'	143°33,333'	26		0	8	0	non
	TMAK10	08/11/2018	16°38,248'	143°33,358'	24		0	7	0	non
	TMAK11	08/11/2018	16°38,485'	143°38,934'	20		0	6	0	non
Rangiroa	TRAN06	13/11/2018	14°55.927	147°43.329	68m	Récif barrière pente externe	4	6		non
	TRAN16	11/11/2018	14°55.876	147°43.728	26m	Récif barrière pente externe	4	1	13,6	Trs 1 et Trs 2
	TRAN17	11/11/2018	14°55.841	147°43.883	30m	Récif barrière pente externe	4	1	10,5	non
	TRAN18	11/11/2018	14°57,710	147°41,910	20m	Pâté lagonaire	0	2	0	non
	TRAN19	12/11/2018	14°56.376	147°41.651	30m	Récif barrière pente externe	0	1	0	non
	TRAN20	12/11/2018	14°58.580	147°41.240	25m	Pâté lagonaire	0	5	0	non
	TRAN21	13/11/2018	14°59.400	147°38.430	25m	Pâté lagonaire	1	8	0	non
	TRAN22	14/11/2018	14°57.545	147°38.167	25m	Front récifal récif barrière (Trs3)	3	1	73,9	Trs 3 et Trs 4
	TRAN23	17/11/2018	14°59,35	147°40,23	22m	Bloc rocheux lagonaire	0	11	0	non
	TRAN24	17/11/2018	14°58.248	147°41.413	28m	Bloc rocheux lagonaire	Filière n°1	1	0	non
	TRAN25	18/11/2018	14°57.617	147°40.858	27m	Fond sableux	Filière n°2	0	0	non
	TRAN26	19/11/2018	14°58.665	147°37.094	45m	Pente externe	0	1	0	non
Tetiaora	TTET01	21/11/2018	17°02.258	149°33.707	30m	Pente externe	4	7	0	oui
	TTET02	21/11/2018	16°59.967	149°35.440	54m	Pente externe	3	4	2,2	oui
	TTET03	21/11/2018	16°58.916	149°34.559	45m	Pente externe	0	2	0	non

stations de prélèvements d'eau de mer TUAM 2018				
date	station	latitude S	longitude O	profondeur (m)
22/10/2018	TH 02	19°50,000'	144°57,372'	10-20-30
22/10/2018	large	19°50,2'	145°00,04'	10-20-30
23/10/2018	TA01	20°24,924'	143°32,629'	10-20-30-40
23/10/201	large 2 milles	20°24,53'	143°35,07'	10-20-30-40
24/10/2018	large	21°49,447'	140°42,38'	10-20-30-40
24/10/2018	TTE 04	21°40,722'	140°40,753'	10-20-30-40
25/10/2018	TTE 05	21°37,558'	140°38,897'	10-20-30-40
25/10/2018	large 2 milles	21°35,482'	140°38,405'	10-20-30-40
25/10/2018	TTE 06	21°37,597'	140°37,841'	10-20-30-40
27/10/2018	G17	23°16,683'	134°56,109'	10-20
28/10/2018	G35	23°17,282'	134°59,430'	10-20-30-40
28/10/2018	G1	23°12,950'	134°51,406'	10-20
29/10/2018	large 1 mille	23°13,91'	134°51,76'	10-20-30-40
29/10/2018	large 2 milles	23°14,99'	134°51,07'	10-20-30-40
29/10/2018	G37	23°04,178'	135°00,827'	10-20-30-40
30/10/2018	large 1 mille	23°05,66'	135°03,76'	10-20-30-40
30/10/2018	large 2 milles	23°05,07'	135°04,75'	10-20-30-40
02/11/2018	TRAV01	18°11,648'	142°11,232'	10-20-30-40
03/11/2018	TMAR02	18°00,687'	142°17,130'	10-20-30-40
03/11/2018	TMAR 2 milles	17°56,7'	142°18,4'	10-20-30-40
03/11/2018	TMAR 03	17°59,152'	142°14,506'	10-20-30-40
03/11/2018	TMAR 1 mille	17°59,152'	142°14,506'	10-20-30-40
04/11/2018	TRAR02	16°1,299'	142°25,56'	10-20-30
04/11/2018	TRAR05	16°1,757'	142°25,416'	10-20-30
05/11/2018	TRAR06	16°01,665'	142°26,336'	10-20-30
05/11/2018	TRAR07	16°01,831'	142°26,178'	10-20-30
05/11/2018	TRAR08	16°02,831'	142°25,701'	10-20-30
05/11/2018	TRAR08	au vent		10-20-30
05/11/2018	TRAR09	16°02,074'	142°25,701'	10-20-30
06/11/2018	TRAR10	16°01,021'	142°25,957'	10-20-30
06/11/2018	TRAR lagon	16°01,004'	142°26,403'	10-20-30
06/11/2018	TRAR11	16°01,004'	142°26,403'	10-20
06/11/2018	TRAR12	16°0,896'	142°25,323'	10-20-30
06/11/2018	TRAR13	16°1,088'	142°24,981'	10-20-30
07/11/2018	TRAR14	16°3,497'	142°28,889'	10-20-30-40
07/11/2018	TRAR large 1 mille	16°00,47'	142°28,5'	10-20-30-40
07/11/2018	TRAR large 2 milles	15°59,85'	142°28,88'	10-20-30-40
07/11/2018	TRAR15	16°9,586'	142°31,998'	10-20-30-40
08/11/2018	TMAK 10	16°38,248'	143°33,358'	10-20
08/11/2018	TMAK 11	16°38,485'	143°38,934'	10-20
08/11/2018	TMAK lagon	16°38,620'	143°33,692'	10-20
08/11/2018	TMAK08	16°38,806'	143°33,692'	10-20
08/11/2018	TMAK09	16°38,948'	143°33,333'	10-20
09/11/2018	TMAK02	16°32,396'	143°34,856'	10-20
09/11/2018	TMAK récif	16°37,157'	143°34,201'	10-20-30-40
09/11/2018	TMAK large 1 mille	16°36,5'	143°34,3'	10-20-30-40
09/11/2018	TMAK large 2 milles	16°35,3'	143°34,8'	10-20-30-40
16/11/2018	TRAN22	14°57,545'	147°38,167'	10-20-30-40

18/11/2018	TRAN24	14°58,248'	147°41,413'	10-20
18/11/2018	TRAN25	14°57,595'	147°40,970'	10-20
18/11/2018	TRAN chenai	14°58,242'	147°39,978'	10-20
19/11/2018	TRAN26	14°58'665'	147°37,094'	10-20-30-40
20/11/2018	TRAN16	14°55,876'	147°43,728'	10-20-30-40
20/11/2018	TRAN Large 1 mille	14°55'	147°42,93'	10-20-30-40
20/11/2018	TRAN Large 2 milles	14°54,16'	147°43,05'	10-20-30-40
21/11/2018	TTET03	16°58,916'	149°34,559'	10-20-30-40
21/11/2018	TTET02	16°59,967'	149°35,440'	10-20-30-40
21/11/2018	TTET01	17°02,258'	149°33,707'	10-20-30-40
21/11/2018	TTET Large 1 mille	17°03,01'	149°34,56'	10-20-30-40
21/11/2018	TTET Large 2 milles	17°03,72'	149°35,36'	10-20-30-40