PROTEGE

Avancement et fiches prototypes cordages en fibres de coco

Rapport technique intermédiaire

Polyacht – Vaihuti Fresh

Novembre 2022

Financé par l'Union européenne
Pacific Community Communauté du Pacifique
Gouvernement de la Nouvelle Calédonie
Polynésie française
Wallis et Futuna
Îles Pitcairn
POLYACHT
VAIHUTI FRESH RAIATEA

Le projet régional océanien des territoires pour la gestion durable des écosystèmes, PROTEGE, est un projet intégré qui vise à réduire la vulnérabilité des écosystèmes face aux impacts du changement climatique en accroissant les capacités d'adaptation et la résilience. Il cible des activités de gestion, de conservation et d'utilisation durables de la diversité biologique et de ses éléments en y associant la ressource en eau. Il est financé par le 11ème Fonds européen de développement (FED) au bénéfice des territoires de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française, de Pitcairn et de Wallis et Futuna.

L'objectif général du projet est de construire un développement durable et résilient des économies des pays et territoires d'Outre-mer (PTOM) face au changement climatique en s'appuyant sur la biodiversité et les ressources naturelles renouvelables.

Le premier objectif spécifique vise à renforcer la durabilité, l'adaptation au changement climatique et l'autonomie des principales filières du secteur primaire. Il est décliné en deux thèmes :

- Thème 1 : la transition agro-écologique est opérée pour une agriculture, notamment biologique, adaptée au changement climatique et respectueuse de la biodiversité ; les ressources forestières sont gérées de manière intégrée et durable.
- Thème 2 : les ressources récifo-lagonaires et l'aquaculture sont gérées de manière durable, intégrée et adaptée aux économies insulaires et au changement climatique.

Le second objectif spécifique veut renforcer la sécurité des services écosystémiques en préservant la ressource en eau et la biodiversité. Il se décline également en 2 thèmes :

- Thème 3 : l'eau est gérée de manière intégrée et adaptée au changement climatique
- Thème 4 : les espèces exotiques envahissantes sont gérées pour renforcer la protection, la résilience et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre.

La gestion du projet a été confiée à la Communauté du Pacifique (CPS) pour les thèmes 1, 2 et 3 et au programme régional océanien pour l'environnement (PROE) pour le thème 4, par le biais d'une convention de délégation signée le 26 octobre 2018 entre l'Union européenne, la CPS et le PROE. La mise en œuvre du projet est prévue sur 4 ans.

Ce rapport est cité comme suit :

Rapport technique intermédiaire : avancement et fiches prototypes cordages en fibres de coco – 38 pages avec les annexes.

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité de la SARL POLYACHT et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.

Financé par l'Union européenne

Résumé exécutif :

Titre du Livrable	**Rapport technique intermédiaire : fiches prototypes cordages en fibres de coco**
Auteurs	**Jean Pagny, Thierry Lison de Loma, Benoit Parnaudeau et Christophe Monnier**
Année d'édition du Livrable	**2022**

Objectif	**Description des méthodes, des partenariats mis en place plannings et fiches prototypes des cordages en fibres de coco pour évaluer les temps de rouissage adéquate à la confection de cordage en fibre de coco résilients en milieu marin et permettre une l'industrialisation locale**
Contexte	Ce rapport technique intermédiaire s'inscrit dans le projet de valorisation de la fibre de coco, porté par la société Polyacht, basée à Tahiti. En juin 2019, le président de la Polynésie française, Edouard Fritch, a exprimé la volonté de son gouvernement de tirer davantage de ressources des déchets de la coprahculture[1]. En effet, des 48 millions de noix de coco exploitées chaque année, sur un gisement de 60 millions au total, seule la chair est utilisée pour la fabrication du mono'i et exportée pour la cosmétologie. Les « déchets du coprah » (bourre de coco, coques), déjà valorisés dans d'autres pays, se dégradent naturellement ou sont brûlés en Polynésie. Le projet Cocorig, initié en 2020 dans le cadre du concours international d'innovation « Tech4Islands » et second lauréat de cet événement dédié aux innovations résilientes pour les territoires insulaires, aujourd'hui porté par les sociétés partenaires Polyacht et Vaihuti Fresh, vise à valoriser, par transformation mécanique, la bourre de coco afin de produire différents produits utilisables dans les secteurs maritimes ou agricoles, et en particulier des cordages. Après deux ans de crise sanitaire qui ont mis à l'arrêt quasi-total la première ressource propre du Pays, le tourisme, la nécessité est devenue encore plus flagrante de développer des projets semi-industriels ou industriels, autonomes, et générateurs de ressources pour le Fenua. Ce rapport s'inscrit ainsi dans le programme PROTEGE, en coordination avec la Direction des Ressources marines et la Direction de l'Agriculture de Polynésie française. Il constitue le deuxième livrable du projet.
Méthode	Afin de connaitre le comportement des cordages en fibre de coco en milieu marin et leur vieillissement nous avons établi des partenariats avec : - IFREMER BREST - IFREMER VAIARE - FERME CHANPOT - CORAL GARDENER Les objectifs sont de connaitre l'impact du temps de rouissage sur le vieillissement et de comparer différentes méthodes de fabrication.

[1] https://la1ere.francetvinfo.fr/polynesie/tahiti/valorisation-filiere-du-cocotier-label-coprah-polynesie-723062.html . Lors de la venue des représentants du groupe Daudruy Van Cauwenberghe et fils sur le territoire.

Financé par l'Union européenne

	Nous saurons aussi quels sont les organismes qui se développent sur les cordages et l'impact de ces cordages sur le milieu marin. Pour la fabrication des cordages nous avons acheté une machine dite toronneuse qui nous permet de fabriquer des cordages toronnés, appelés Torons dont le diamètre peut être choisi entre 3 et 9 mm. Pour la fabrication de cordage de plus gros diamêtre nous avons établi un partenariat avec la Corderie H. LANCELIN à qui nous apportons les torons pour fabriquer des cordages tressés. Les différents tests effectués nous ont permis de sélectionner une machine tresseuse adéquate de 12 fuseaux.
Principaux résultats	A ce stade nous n'avons que très peu de résultats puisque les phases de vieillissement, même accélérée prennent du temps… Les premiers retours de l'IFREMER se feront en mai. Les mises en situation nous ont permis de constater que les organismes se développent plus vite sur un cordage en fibre de coco que sur un cordage en plastique polyamide. De plus les cordages en fibre de coco étant rêches, les nœuds d'accroche sont très difficiles à défaire.
Limites du livrable	Les fiches sont une première version qui évoluera et s'étoffera en fonction des résultats de la réalisation des prototypes et des échanges avec d'autres prestataires du programme PROTEGE sur la thématique Biomatériaux. Elles permettront également une harmonisation avec ces projets.

Financé par l'Union européenne

PROTEGE
PROJET RÉGIONAL OCÉANIEN DES TERRITOIRES POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES

Table des matières

1) 6

2) 7

a) 9

b) Le Tamis (fiche technique en annexe) 9

3) Analyses à l'IFREMER - BREST 13

a) Cordages tressés à la main 13

b) Cordages toronnés à la main 14

c) Cordages toronnés à la machine 15

d) Cordage tressé à la machine 15

4) Analyses à l'IFREMER VAIRAO – TAHITI 17

5) Utilisation en conditions réelles : Ferme perlière CHAMPON – Ile de Taha'a 18

6) Utilisation en conditions réelles : CORAL GARDNERS – Ile de Moorea 20

7) Fabrication de cordages prototypes 23

a) Description 23

b) 27

8) Fiches prototypes 27

A) Fiche TORON 27

B) Fiche PROTO 29

C) Fiche ECHANTILLON PROTO 31

9) Conclusion 33

10) Annexes 36

a) Annexe 1 : Fiche technique Défiebreuse 36

b) Annexe 2 : Fiche technique Tamis 37

c) 39

d) 40

e) Annexe 5 : Fiche technique Banc de Traction 100 T 40

f) Annexe 6 : Fiche TORON, exemple code n° T6DR1EM3ED3 41

g) Annexe 7 : Fiche PROTO, exemple code n° P6T6DR1EM3ED3 42

Financé par l'Union européenne

1) Résumé

L'appel à projet de la Communauté du Pacifique Sud dans le cadre du programme PROTEGE : « Fabrication de cordages en fibre de coco en Polynésie française, résilients en milieu marin » s'inscrit pleinement dans le projet COCORIG de valorisation des déchets de la coprahculture, porté par POLYACHT et VAIHUTI FRESH.

Le présent document vise à décrire l'état d'avancement du projet et à proposer des fiches PROTOTYPES nécessaires pour le suivi des travaux.

La première partie du projet « Recherche du savoir-faire » nous a permis de collecter des cordages en fibre de coco de fabrications et de temps de rouissage différents.

Des échantillons de ces cordages ont été livrés à l'IFREMER Brest et l'IFREMER Vairao pour des tests en laboratoire, d'autres échantillons de cordages ont été livrés à la ferme CHAMPON sur l'île de Tahaa et à CORAL GARDENERS sur l'île de Moorea, pour une mise en situation réelle.

Les retards accumulés pour la mise en service des machines dites Défibreuse, Tamis et Toronneuse ne nous ont pas encore permis de réaliser des cordages avec les demi-noix de coco que nous avons collectées.

Cependant les cordages de fabrication manuelle, que nous avons achetés en Inde du Sud, nous ont permis de tester différentes machines à la corderie H. LANCELIN. De ces essais, nous avons choisi une machine de tressage 12 Fx (soit un maximum de 12 torons) pour réaliser nos futurs cordages prototypes.

Les temps de rouissage de la fibre coco, la méthode de fabrication des cordages et les résultats attendus, sont décrits dans le présent document.

Des codes pour chaque cordage PROTOTYPE ont été élaborés de manière à identifier facilement les temps de rouissage en eau de mer et eau douce, le diamètre du toron utilisé, et le nombre de torons dans le cordage.

Les fiches PROTOTYPE proposées pour le suivi, sont destinées à évoluer.

Enfin, il est à noter que la collecte des bourres de coco sur l'île de Raiatea ne nous permet pas d'identifier la variété du cocotier d'origine.

Financé par l'Union européenne

2) Rouissage

Le « rouissage » est l'immersion que l'on fait subir aux plantes textiles dans l'eau douce ou dans l'eau de mer. Cela permet d'une part, de faciliter la séparation de l'écorce filamenteuse et de la fibre et d'autre part, une série de réactions chimiques ou changement d'état pendant lesquels la fibre de coco acquiert une meilleure solidité.

L'ensemble de la littérature documentée au cours du projet insiste sur l'importance de la phase de rouissage. En particulier, le temps de rouissage est essentiel pour la qualité de la fibre et sa durée dans le temps. Autant une fibre longue produira un cordage plus résistant à la traction qu'un cordage à base de fibres plus courtes, autant la tenue dans le temps (que ce soit dans l'air ou dans l'eau) des cordages en fibre de coco dépendra du rouissage.

Des échanges par e-mail avec Christophe Mary, un français installé en Inde du Sud qui produit des cordages en fibre de coco suivant les critères du commerce équitable, ont permis un début de réponse à ces questions. Selon lui, pour qu'un cordage soit résilient en milieu marin, le temps de rouissage doit être de 9 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce.

La durée du programme PROTEGE ne nous permettant pas de réaliser ce rouissage, puis de faire subir à la fibre et aux cordages réalisés avec cette fibre, des tests de vieillissement, nous lui en avons acheté quelques centaines de mètres de deux diamètres différents, 10 mm et 15 mm.

Ces cordages nous servent en particulier à réaliser les tests décrits dans les chapitres suivants.

Par ailleurs, dans l'optique de la création d'une filière industrielle de production de cordage en fibre de coco, ces durées de 9 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce sont difficilement envisageables. En effet, les volumes de bourre de coco ou de fibre à mettre en rouissage dans un cadre industriel avec ces durées imposeraient des espaces lagonaires (rouissage en eau de mer), puis des bassins sur terre (eau douce) de très grandes dimensions. La situation foncière en Polynésie française, incomparable à celle des grands pays producteurs de cordage à base de fibre de coco (et dont la plupart réalisent d'ailleurs une phase de rouissage relativement courte – 3 à 6 mois), ne le permet pas.

La littérature étudiée, en revanche, ne fournit aucune donnée chiffrée permettant de comparer la durée du temps de rouissage à la résistance dans le temps du cordage. C'est l'un des objectifs de ce programme.

1ère mise en rouissage : Juin 2022

600 demi-noix de coco ont été mises en rouissage dans l'eau de mer sur le site de VAIHUTI FRESH. Ces demis noix de coco proviennent de l'île de Raiatea, et sont issues de la coprahculture ou de la fabrication de lait de coco. Les bourres de coco récupérées contiennent donc parfois la coque, parfois pas.

Les demi-noix ont été mises dans l'eau de mer, dans un parc réalisé en grillage plastique dans 1 mètre de profondeur (photo 1).

Pour la collecte des bourres de coco, il faut compter 3 m^3/h avec 2 personnes pour le remplissage d'un camion, et du gasoil (fonction de la distance de collecte).

La collecte des bourres de coco issues des gisements disponibles à Raiatea a permis d'estimer qu'un volume d'un mètre cube contient en moyenne 280 demis noix de coco. Ce chiffre moyen a été obtenu par 10 comptages successifs.

Financé par l'Union européenne

Une difficulté émergeante est apparue depuis le début de projet, celle de trouver des sites de collecte réguliers, car la production de vanille, consommatrice de bourre de coco pour le substrat de culture, est en forte hausse sur Raiatea et Taha'a. Elle ne met cependant pas en danger l'approvisionnement de la bourre pour les besoins du présent projet.

Photo 1. Mise en rouissage 600 demi-noix de coco – site VAIHUTI FRESH

Le 01 juin 2022, 600 demi-noix de coco ont été immergées dans l'eau de mer (photo 1). Au bout de quelques jours, les cocos coulent et reposent sur le fond. La profondeur du bassin doit donc être adaptée afin de ne pas avoir à plonger trop profondément pour récupérer les cocos.

Nous déplorons la perte des deux tiers du stock placé en rouissage suite à des intempéries.

Les 200 demi-noix restantes seront maintenues immergées jusqu'à fin novembre, soit une durée de 6 mois en eau de mer. Elles seront ensuite immergées 3 mois en eau douce (jusqu'à fin février 2023).

La tourbe obtenue avec ce rouissage devra être analysée pour connaître sa capacité à être utilisable en agriculture.

Avec la fibre récupérée sur ces 200 demi-coco, nous espérons pouvoir réaliser 50 mètres linéaires de cordage tressé en 6 torons.

Problèmes rencontrés

Point important : L'autre projet porté en parallèle par VAIHUTI FRESH dans le cadre de PROTEGE sur la fabrication de terreaux de semis par la production de tourbe de coco montre que celle-ci est déjà salée et

Financé par l'Union européenne

devrait subir un traitement pour, entre autres, diminuer sa teneur en sel. Un rouissage à l'eau de mer, même suivi d'un rouissage dans l'eau douce, risque d'augmenter encore le teneur en sel.

Or les deux projets, terreau et corde, utilisent la même ressource et les mêmes machines, toronneuse exceptée. Les mêmes bourres permettent d'extraire fibres et tourbe.

Par ailleurs, ici encore, la durée du programme et la démarche envisagée pour la création d'une filière ne nous permettent pas d'attendre quelques mois pour savoir si, après rouissage en eau de mer puis en eau douce, la tourbe est toujours utilisable.

Nous avons donc décidé, en accord avec la DRM, de commencer par la séparation de la tourbe et des fibres, avant de mettre ces dernières en rouissage.

2ème mise en rouissage : septembre à novembre 2022

La séparation de la tourbe et des fibres de la bourre de coco est réalisée par 2 machines à motorisation électrique en amont du rouissage.

a) Une défibreuse (fiche technique en annexe)

Photo 2. Défibreuse

Les demi-noix de coco sont placées dans la bouche d'entrée de la défibreuse (photo 3.a), puis la séparation est effectuée par battage des bourres par 3 rangées de lames en acier soudées sur un axe rotatif, propulsé par un moteur électrique de 22 KW. On obtient alors un premier mélange de tourbe et de fibres courtes qui tombe dans un caisson dédié, et un deuxième mélange de fibres longues et courtes, de coque et de tourbe résiduelle, est projeté sur le côté (photo 3.b).

Le premier mélange, de tourbe et de fibres courtes, est traité par VAIHUTI FRESH.

Le second mélange, fibres longues et courtes, est passé dans un tamis dans le but de récolter les fibres utilisables pour le cordage.

Financé par l'Union européenne

Photo 3.a

Photo 3.b

Problèmes rencontrés :

Lors du passage dans la défibreuse, le taux d'humidité des bourres de coco doit être maîtrisé.

En effet, s'il est trop élevé, un bourrage de la machine est observé, résultant de l'agglomération de fibres courtes et de tourbe.

S'il est trop faible, la séparation des différentes fractions n'est pas optimale, et les fibres longues restent reliées à des morceaux d'écorce et de tourbe (photo 4). Ceci les rend inutilisables pour le toronnage subséquent.

Photo 4. Fibres mal séparées en raison d'un taux d'humidité trop faible des bourres.

Après quelques passages de bourre dans la défibreuse et observation de la qualité des fibres qui en sortent, l'opérateur acquiert rapidement une idée du degré d'humidité correct, en fonction du poids de la bourre de coco**.**

Il faudrait définir le taux d'humidité relatif pour le bon fonctionnement des machines, avec un appareillage de mesure adapté. (type d'appareil et grandeurs des paramètres à définir – une sonde d'humidité adaptée est recherchée).

Financé par l'Union européenne

Dans le contexte des Tuamotu, un axe de travail serait de pouvoir utiliser l'eau de pluie pour jouer sur le taux d'humidité de la bourre, l'eau utilisée devant être douce.

Il faut noter que cette machine est très bruyante, et projette à sa sortie, de la fibre avec des résidus de coques. Ceci constitue un risque sur le personnel ouvrier et nécessite le port de protection individuel pour les voies respiratoires, auditives et oculaires.

b) Le Tamis (fiche technique en annexe)

Le mélange de fibres longues et courtes, ainsi que de coque et de tourbe résiduelle récupéré à la sortie de la défibreuse est passé dans un Tamis rotatif, actionné par un petit moteur électrique (photos 5.a et 5.b) :

On obtient une production de fibres de coco longue, nettoyées de ses impuretés : morceaux de coques, tourbe et fibre courte.

Les résidus d'impureté obtenus peuvent être valorisables dans d'autres produits comme le paillage.

Photos 5.a et 5.b. Tamis ou screener

Les fibres de coco ainsi récupérées sont ensuite mises dans des sacs en toile de jute (photo 6.), fournis par l'huilerie de Tahiti. Ces sacs, de seconde main, servent habituellement au conditionnement du coprah en vue de son transport des îles vers l'huilerie de Tahiti à Motu Uta.

Financé par l'Union européenne

Photo 6. Mise en sac des fibres produites

Ces sacs sont ensuite fermés par couture et ancrés dans le parc créé pour le rouissage en eau de mer. Cette technique nous permet en partie de protéger la fibre des UV et de limiter le développement potentiel de végétation sous-marine sur les fibres.

Les 20 premiers sacs de 50 L produits contenant des fibres longues de coco ont été immergés en eau salée le 07/09/2022, puis 16 sacs le 04/11/2022. Cela correspond à environ 4 500 demis noix de coco collectées. Les premières phases de production montrent que les gisements collectés suffiront largement à pourvoir au nombre de bourres de coco nécessaire à la réalisation du projet.

Chaque opération de défibrage et tamisage permet d'affiner le calcul du nombre de demi-noix de coco nécessaire à la production d'un sac de 50 L de fibres longues.

La mise en rouissage a pris du retard, notamment en raison de la décision de séparer la fibre de la tourbe avant sa mise en rouissage. En effet, il a fallu attendre la mise en service de la défibreuse et du tamis, pour pouvoir réaliser cette opération. La mise en service de la défibreuse a été plus longue que prévu pour plusieurs raisons :

- La demande en énergie électrique a tout d'abord nécessité le déplacement de l'installation vers un second site qui pouvait fournir l'électricité nécessaire, le transformateur du fournisseur local étant sous-dimensionné sur le site initialement prévu.
- L'installation a ensuite nécessité le coulage de plots en béton afin d'éviter le déplacement de la machine sous l'action des vibrations lorsqu'elle est en marche.
- Enfin, le démarrage de la défibreuse demande des pics d'intensité de fort ampérage (> 60 A). Cela faisait disjoncter le compteur électrique. Un variateur de fréquences, qu'il a fallu importer de Chine, a donc été installé, avec un délai de 6 semaines supplémentaires.

Nous avons acté un planning de rouissage selon le tableau ci-après.

Financé par l'Union européenne

code fibre de coco		Etat coco	Qté Demi coco collectée	Qté sac (50L)	Date mise en rouissage en eau de mer	Date sortie Eau de mer	Date mise en Eau douce	Date sortie Eau douce	Marqueurs
RD0	EM6ED3	Demi-coco sec	200		01/06/2022	01/12/2022	01/12/2022	01/03/2022	AUCUN
DR0	EM0ED0	Demi-coco sec	4 000	32	FEV -MARS 2023				
DR1	EM3ED3	fibre en sac	1 250	10	07/09/2022	07/12/2022	07/12/2022	07/03/2023	AUCUN
DR1	EM6ED3	fibre en sac	1 250	10		07/03/2023	07/03/2023	07/06/2023	BLANC
DR2	EM1ED0,3	fibre en sac	325	3	04/11/2022	04/12/2022	04/12/2022	14/12/2022	ORANGE
DR2	EM3ED1	fibre en sac	325	3		04/02/2023	04/02/2023	04/03/2023	ORANGE ET BLANC
DR2	EM6ED3	fibre en sac	1 250	10		04/05/2023	04/05/2023	04/08/2023	ORANGE BLANC BLEU
DR3	EM0ED3	fibre en sac	500	4			04/12/2022	04/03/2023	
DR3	EM3ED0	fibre en sac	500	4	04/12/2022	04/02/2023			
DR3	EM3ED3	fibre en sac	4 500	36	04/12/2022	04/02/2023	04/05/2023	04/08/2023	
DR4	EM3ED3	fibre en sac	5 000	40	04/02/2023	04/05/2023	04/08/2023	04/08/2023	
DR5	EM3ED1	fibre en sac	5 000	40	04/04/2023	04/07/2023	04/07/2023	04/08/2023	
Total			24 100	192					

Dans ce tableau le code fibre de coco permet de faciliter le suivi de la fibre en rouissage.

Lexique du code fibre de coco :

RD pour lot de demi noix de coco, avec rouissage avant défibrage, suivi du numéro de lot.

DR pour lot de demi noix de coco, avec défibrage avant rouissage, suivi du numéro de lot.

EM pour temps de rouissage en eau de mer suivi du nombre de mois.

ED pour temps de rouissage en eau douce suivi du nombre de mois.

Exemple :

DR1EM3ED3 correspond au lot numéro 1 de demis noix coco défibrées avant rouissage de 3 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce.

Ce tableau fait apparaître les quantités de coco par lot ainsi que les dates de début et de fin des différents rouissages.

Un marquage par étiquettes colorées sur les sacs permet de différencier les lots dans les zones de stockage.

Les cases jaunes correspondent à la mise en rouissage pour la production de cordage destiné au livrable final.

Les dates en rouge montrent ce qu'il reste à faire. Une partie de la production se fera donc en mars 2023, et permettra de fournir des torons pour les tests subséquents réalisés en métropole, et la majeure partie de la production aura lieu en août 2023.

3) Analyses à l'IFREMER - BREST

Une série d'analyses et de tests est réalisée sur différents matériaux dans le cadre du présent projet par l'équipe de Peter Davies, responsable du Laboratoire Structures Matériaux Avancés et Sollicitations Hyperbares (PDG-REM-RDT-SMASH) de l'IFREMER. Dans le cadre d'une thèse qu'il supervise (thésard - Louis LE GUE), Il est envisagé de caractériser mécaniquement les fibres de coco.

Des cordages ont été fournis au laboratoire le 10/10/2022 et les études ont déjà commencé.

Une recherche de l'influence du vieillissement dans l'eau de mer sur les propriétés en traction va être suivie, afin de pouvoir estimer la durée de vie. Puis les propriétés physico-chimiques seront caractérisées, en

Financé par l'Union européenne

particulier par des analyses en microscopie optique et microscope électronique à balayage (MEB), afin de visualiser les mécanismes de dégradation.

Ce laboratoire possède des bancs de traction qui vont déterminer les charges de rupture des fibres et des cordages.

Le protocole de vieillissement accéléré de l'IFREMER est réalisé dans plusieurs bacs d'eau de mer.

Ces bacs sont régulés en température et en radiation ultraviolet. Les fibres ou cordages en fibre de coco sont immergés dans plusieurs de ces bacs dont les paramètres en températures et en ultraviolet sont contrôlés. Les plages de régulations de température sont comprises entre 10 et 40° Celsius.

La durée prévue des tests de vieillissement est de 6 mois Les premiers résultats sont donc prévus pour avril 2024.

Quatre types de cordage en fibre de coco sèche ont été remis à l'IFREMER Brest :

- 2 cordages tressés à la main,
- 3 cordages toronnés à la main,
- 1 cordages toronnés à la machine,
- 1 cordage tressé à la machine.

Comme décrit ci-après :

a) Cordages tressés à la main

PROTO A1 (photo 7)

Photo 7. Nape de fabrication artisanale de Tubuai.

Nape de fabrication artisanale et traditionnelle provenant de l'Île de TUBUAI, Archipel des Australes. Se dit Aha en langue locale.

Les noix de coco utilisées proviennent d'un cocotier sélectionné et planté par l'artisan il y a 50 ans.

Temps de rouissage : 7 semaines dans l'eau de mer

Méthode de fabrication : Tressage de 3 torons à la main, cordage assez plat.

Diamètre: 4 mm.

Financé par l'Union européenne

PROTO A2 (photo 8)

Photo 8. Nape de fabrication artisanale et traditionnelle, Île de TAHUATA, Archipel des Marquises.

Les cocos utilisés proviennent du cocotier dit le Grand Nape. Les fibres sont les plus longues que l'on trouve en Polynésie française.

Temps de rouissage : 1 semaine dans l'eau de mer.

Méthode de fabrication : Tressage de 3 torons à la main, Cordage assez plat.

Diamètre : 4 mm

b) Cordages toronnés à la main

PROTO B1 (Photo 9)

Photo 9. Cordage toronné de fabrication manuelle en Inde du sud.

Financé par l'Union européenne

Les cocos proviennent de petites cocoteraies près des habitations et rivières. Nous ne disposons pas d'informations sur le traitement (chimique notamment) des cocotiers, des bourres ou de la fibre qui ont permis de réaliser ce cordage.

Temps de rouissage de la bourre : 9 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce.

Méthode de fabrication : Toronnage de 3 torons à la main après filage et fabrication des torons à la main.

Diamètre : variation entre 10 et 12 mm pour un diamètre annoncé de 10 mm.

PROTO B2 (photo 10)

Photo 10. Cordage toronné de fabrication manuelle en Inde du sud.

Temps de rouissage de la bourre : 9 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce.

Méthode de fabrication : Toronnage de 3 torons à la main après filage et fabrication des torons à la main.

Diamètre : 15 mm.

PROTO B3 (photo 11)

Financé par l'Union européenne

Photo 11. Cordage toronné. Fabrication à la main en Inde du sud.

Il s'agit d'un toron récupéré sur un cordage de type PROTO B2 ci-dessus.

Diamètre 6 mm, Torons peu serrés.

c) Cordages toronnés à la machine

PROTO C1 (photo 12)

Photo 12. Cordage toronné, Fabrication industrielle en Inde du sud.

Ce cordage toronné a été acheté sur le site Amazon.

Les demi-noix de coco proviennent de grandes cocoteraies dont certaines ont 150 ans.

Elles n'ont pas subit de traitement par rouissage. La bourre de coco est simplement humidifiée à l'eau douce, à l'aide d'un tuyau d'arrosage.

Financé par l'Union européenne

Méthode de fabrication : Toronnage de 2 torons par une machine qu'on alimente en fibre.

Diamètre : 7 mm, les torons sont serrés régulièrement.

d) Cordage tressé à la machine

PROTO D1 (photo 13)

Photo 13. Cordage tressé 12 torons.

Ce cordage a été fabriqué dans les locaux de la Corderie H. LANCELIN à la machine.

Méthode de fabrication : Tressage de 12 torons de type PROTO B3.

Diamètre : 18 mm.

e) Rendu attendu :

Les résultats attendus de IFREMER vont permettre une première approche concernant l'impact du rouissage sur le vieillissement du cordage en eau de mer et l'impact de la méthode de fabrication pour la résistance à la charge et dans le temps.

Une deuxième campagne de tests à l'IFREMER BREST sur de nouveaux cordages prototypes basés sur les fibres en cours de rouissage, débutera en mars 2023, pour un retour en septembre 2023.

Le tableau suivant récapitule les différents temps de rouissage qui seront analysés par l'IFREMER Brest au cours des deux campagnes de tests :

Financé par l'Union européenne

PROTOTYPE		Duée Rouissage Eau de mer		Duée Rouissage Eau douce		Etat d'avancement
Echantillon test n°	1	Eau de mer	0	Eau douce	1 semaine	Analyse en cours
Echantillon test n°	2	Eau de mer	0	Eau douce	3 mois	Rouissage à venir
Echantillon test n°	3	Eau de mer	1 semaine	Eau douce	0	Analyse en cours
Echantillon test n°	4	Eau de mer	1 mois	Eau douce	10 jours	Rouissage à venir
Echantillon test n°	5	Eau de mer	7 semaines	Eau douce	0	Analyse en cours
Echantillon test n°	6	Eau de mer	3 mois	Eau douce	0	Rouissage en cours
Echantillon test n°	7	Eau de mer	3 mois	Eau douce	1 mois	Rouissage en cours
Echantillon test n°	8	Eau de mer	3 mois	Eau douce	3 mois	Rouissage en cours
Echantillon test n°	9	Eau de mer	6 mois	Eau douce	3 mois	Rouissage en cours
Echantillon test n°	10	Eau de mer	9 mois	Eau douce	3 mois	Analyse en cours

Les seuls résultats fournis à ce jour, sont les Charges de Rupture (CR) des deux cordages indiens de fabrication artisanale, PROTO B1 et PROTO B3, qui sont respectivement de 170 kg et 280kg.

Peter Davies, nous a confirmé, que ces CR sont dans la moyenne de ce qu'il a pu trouver sur internet, ce malgré un temps de rouissage de la fibre de ces deux cordages très important : 9 mois dans l'eau de mer et 3 mois en eau douce.

Ceci confirme que le temps de rouissage de la fibre de coco n'a pas d'influence sur la CR des cordages réalisés avec cette fibre.

Il est à noter que les cordages utilisés par les fermes perlières en polyamide, de même diamètre, et construit de la même manière : 3 Torons toronnés, ont comme CR respectives 1 850 kg et 4 200 kg (Catalogue Corderie H. LANCELIN).

Les cordages en fibre de coco ont donc une résistance à la traction bien inférieure aux cordages plastiques de mauvaise qualité.

4) Analyses à l'IFREMER VAIRAO – TAHITI

Nous sommes en contact avec Guillaume Mitta, responsable Ressources Marines en Polynésie française (RMPF), de l'IFREMER de Vaiaro.

Un échantillon de 20 mètres de cordage de type PROTO B2, cordage indien en fibre de coco de fabrication artisanale de diamètre 15 mm, a été remis le 10/11/2022 à Guillaume. Le but sera ici d'analyser l'exposition à la colonisation par les organismes marins en mettant quelques échantillons dans l'eau de mer.

Une analyse sera également faite en laboratoire pour caractériser la toxicité éventuelle sur différentes espèces marines présentes en Polynésie française. Ainsi, la comparaison de la toxicité des lixiviats issus de cordages classiquement utilisés pour construire les lignes d'élevage en perliculture (polyamide et polypropylène) avec les cordages Dyneema, hybrides (trossard/coco) ou des cordages coco sera réalisée. Ces tests de toxicité se feront à l'IFREMER de Vairao sur les larves de différentes espèces dont les protocoles zootechniques sont maîtrisés (mollusques bivalves par exemple). Cependant, dans le cas où le cordage indien serait traité, ces résultats seront à réévaluer. La toxicité ne serait sans doute pas la même avec un cordage local non traité. L'analyse des résultats permettra de mettre en évidence la présence d'un traitement.

Les résultats de ces analyses sont attendus pour le milieu d'année 2023.

Financé par l'Union européenne

5) Utilisation en conditions réelles : Ferme perlière CHAMPON – Ile de Taha'a

Nous sommes en relation avec Aymeric Champon, le responsable de cette ferme perlière, à qui nous fournissons des cordages pour qu'il les mette en immersion dans diverses situations.

Les cordages qu'il utilise habituellement sont en polyamide.

En plus d'observer le vieillissement et la dégradation en milieu naturel, ses retours d'expérience nous permettent d'identifier des problèmes liés à l'emploi des cordages en perliculture, et de chercher des solutions pour y palier.

Le 08/04/2022 nous lui avons livré 20 mètres de cordage type PROTO B1 et PROTO B2, et 3 x 5 ml de cordage type PROTO B3.

Le mauvais temps lors de notre dernière rencontre le 04/11/2022, ne nous a pas permis de faire le tour de toutes les installations de la ferme.

Nous retenons deux mises en situation :

	Photo 14. Les cordages de type PROTO B3 ont été testés pour remplacer les cordages polyamide de diam 5 servant à accrocher les grillages plastique contenant 6 à 8 huitres perlières. Problème rencontré : Le nœud sur le lien entre la cage et la ligne est difficile à défaire, surtout en apnée par 5 m de profondeur. Le cordage en fibre de coco est rêche, et la végétation sous-marine qui se développe sur le cordage rendent très difficile le retrait de ce nœud. Il faudra trouver un traitement naturel pour faire en sorte que ce cordage soit plus glissant. Le tressage peut faciliter cela par rapport à un cordage toronné.

	Photo 15. Les cordages de type PROTO B2 ou B3 pourraient remplacer le support pour tenir les huitres en développement en remplacement du cordage en Polyamide. Photo avant immersion. Problème : l'utilisation d'un petit fil nylon pour attacher l'huitre au cordage qui ne pourra pas être remplacé par du fil coco, pas assez résistant pour ce diamètre. Trouver une alternative en fibre naturelle

Financé par l'Union européenne

Notre prochain déplacement sur site sera l'occasion de recenser tous les cordages utilisés dans la ferme et de voir le vieillissement des cordages en fibre de coco donnés en avril 2022, et les problèmes rencontrés, en fonction de chaque utilisation.

En capacité de produire, nous espérons pouvoir tester d'autres cordages en situation.

Enfin, comme cela avait été annoncé, il n'a pas encore été conclu de partenariat avec une deuxième ferme perlière pour pouvoir comparer et enrichir ces mises en situations. Cette ferme sera choisie avec les conseils et l'appui de la DRM.

Financé par l'Union européenne

6) Utilisation en conditions réelles : CORAL GARDENERS – Ile de Moorea

Nous sommes en contact avec Evelyne Chavent, responsable of Reef Restoration and Science.

Sous l'impulsion de Titouan Bernicot, créateur et gérant de CORAL GARDENERS, des morceaux de corail poussent dans une nurserie sur l'île de Moorea puis sont plantés à proximité.

Cette nurserie utilise des cordages en polyamide de diamètre 16 mm.

Les torons du cordage sont écartés pour glisser un petit morceau de corail, le toronnage enserre le morceau, qui ne bouge plus (Photo 16).

Photo 16. Insertion d'un fragment corallien dans le toronnage de la corde.

20 mètres des deux cordages indien, fabriqués de manière artisanale, de type PROTOB1 et PROTO B2, ont été livré sur site en avril 2022 puis rapidement mis en situation. Des caméras, sur leur chaîne Youtube, permettent de suivre en permanence l'évolution des coraux ainsi que de nos cordages.

Les premiers retours que nous avons indiquent que la végétation sous-marine se développe plus rapidement sur ces cordages en fibre de coco que sur les cordages en polyamide.

CORAL GARDENERS nettoie régulièrement les cordages pour permettre au corail de mieux se développer.

Sur les cordages en fibre de coco, la phase d'adaptation du corail à son nouvel environnement est plus longue que sur un cordage polyamide.

Cela ne semble pas impacter autrement son développement.

Financé par l'Union européenne

6) Réalisation de cordages et tests à la CORDERIE H. LANCELIN (CHL)

Un premier déplacement du 5 au 7 octobre 2022 à la corderie a permis de nous informer et de nous former sur les différentes méthodes et les différentes machines existantes pour la fabrication de cordages. Cette formation a été assurée par Nicolas Lancelin, responsable de CHL.

Les choix de production retenus font suite aux échanges et aux analyses des coûts machines, de la place nécessaire à l'installation et à l'entretien.

Le choix porte sur une tresseuse 12 fx, elle permet la réalisation de cordage tressé, constitué de 6 ou 12 torons et répond à la production d'un cordage pouvant atteindre 20 millimètres de diamètre. (Fiche technique Tresseuse, en annexe)

Les avantages du cordage tressé par rapport au toronné sont la solidité à la traction, la résistance temporelle et une production moins coûteuse.

Il y a une différence entre la longueur des torons utilisés pour le tressage et la longueur de cordage tressé finale. Pour évaluer la longueur de toron nécessaire à la fabrication, on applique un coefficient de réduction qui n'est pas connu aujourd'hui. Ce coefficient sera déterminé lors de la fabrication à la corderie, et nous avons choisi un coefficient probable de 1.2 pour calculer les quantités de matières nécessaires à la réalisation du planning prévisionnel.

En plus de son savoir-faire, Nicolas Lancelin met à disposition les machines de la Corderie et les techniciens qui les font fonctionner. Les torons produits à Raiatea seront envoyés à CHL pour être tressés sur place. Nous avons aussi accès à son banc de traction pour caractériser la Charge de Rupture (CR) des cordages tests obtenus en sortie de fabrication (annexe fiche technique - Banc de Traction).

Les tests de CR sont réalisés avec 3 échantillons du même type de cordage d'une longueur de 2 mètres.

Ils sont accrochés l'un après l'autre dans le banc de traction et étirés jusqu'à rupture. Durant cette phase de test, on enregistre l'allongement pour une charge de traction instantanée. On obtient une Courbe d'allongement en fonction de la charge jusqu'à la rupture.

Les 3 résultats seront moyennés pour donner la CR théorique du cordage.

Problèmes rencontrés

Financé par l'Union européenne

Le passage du toron en fibre de coco dans la tresseuse dégage de nombreuses poussières. Le plateau tournant supportant les 12 bobines de fil devra être placé en vertical sur le côté. Cela est en option sur ce genre de machine et pourrait éviter le dépôt de ces poussières abrasives dans les mécanismes de la machine.

Il était prévu un déplacement en novembre de Nicolas Lancelin à Raiatea pour la mise en route de la toronneuse indienne. Suite aux retards dans la livraison et à l'incertitude qui suit, nous ne savons pas quand Nicolas Lancelin pourra venir, et la mise en route de la machine se fera vraisemblablement avec son assistance à distance.

7) Fabrication de cordages prototypes

a) Description

Une machine dite Toronneuse a été commandée en avril 2022 en Inde du Sud (fiche technique en annexe).

La fibre est filée en 2 fils distincts que l'on appelle fil de base, et constitue la première phase de transformation. La seconde phase réalise un toronnage à partir de ces 2 fils de base, elle produit un cordage à 2 torons.

Les caractéristiques du cordage obtenues sont fonction des réglages de la machine, et permettent de faire varier le diamètre des fils de base pour obtenir des cordages de diamètres pouvant varier de 3 à 9 mm.

Ce cordage qui sera produit sur le site de Vaihuti FRESH sera appelé Toron. Il pourra, soit directement être exploité sous forme de cordages, soit servir de toron de base pour la fabrication de cordages tressés de plus forte section. Ces cordages sont appelés cordage Proto.

Dans le but de réaliser ces cordages tressés, nous espérons pouvoir fabriquer 5 types de torons : Toron diam 3 mm, Torons diam 4-5 mm, Torons diam 6 mm, Torons diam 7-8 mm et Torons diam 9 mm.

Cela permettra de voir, après passage dans la tresseuse, les diamètres minimum et maximum qu'il est possible de réaliser pour les cordages en tresse de 6 torons, ainsi que pour les cordages en tresse de 12 torons.

L'idée pour les Torons de diamètre 4-5 mm et 7-8 mm serviront de cordages pour des mises en situation et seront fournis à la Direction des ressources marines de Polynésie française et à la Communauté du Pacifique Sud comme échantillon pour le Rendu 3 du programme.

Il pourra être envisagé de réaliser des cordages tressés avec ces types de Torons suivant les retours d'expérience des différentes mises en situation.

Afin d'identifier les différents Torons et Protos réalisés, nous avons imaginé des codes pour identifier chaque Toron et Proto.

Le code Toron reprend le code Fibre de coco en y ajoutant la lettre T pour Toron suivi d'un nombre indiquant son diamètre en millimètre.

Le code Proto reprend le code Toron, on y ajoute la lettre P pour Proto suivi d'un chiffre définissant le nombre de torons dans la tresse.

Financé par l'Union européenne

Tableau récapitulatif de fabrication des Torons que nous réaliserons pour mars 2023 :

	FABRICATION TORON SITE VAIHUTI FRESH					
CODE TORON	Date Fabrication Toron	Qté sac utilisés	Diam Toron mm	Longueur ml 1 bobine	Nombre de bobine	Longueur Total ml
T3DR0EM0ED0	mars	5	3	60	19	1140
T6DR0EM0ED0	mars	10	6	60	19	1140
T9DR0EM0ED0	mars	15	9	60	19	1140
T4,5DR0EM0ED0	mars	1	4-5	60	1	60
T7,8DR0EM0ED0	mars	1	7-8	60	1	60
T6RD0EM6ED3	mars	2	6	60	7	420
T6DR1EM3ED3	mars	10	6	60	19	1140
T6DR2EM1ED0,3	mars	2	6	60	7	420
T6DR2EM3ED1	mars	2	6	60	7	420
T6DR3EM0ED3	mars	2	6	60	7	420
T6DR3EM3ED0	mars	2	6	60	7	420

ml = mètre linéaire

Lexique du codage :

T pour diamètre du toron en millimètre

DR pour Défibrage avant rouissage suivi du numéro de lot

EM pour temps de rouissage en eau de mer suivi du nombre de mois

ED pour temps de rouissage en eau douce suivi du nombre de mois.

Exemple :

T6DR1EM3ED3 correspond à un toron de 6 millimètres en fibre de coco, défibré avant la mise en rouissage, durée du rouissage : 3 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce.

(Cf Fiche correspondante annexe 6).

Financé par l'Union européenne

Tableau récapitulatif de fabrication des cordages prototypes prévue en mars 2023 :

	FABRICATION PROTO SITE CORDERIE H. LANCELIN				
code cordage prototype	Date fabrication Proto	Nombre de Toron	Longueur ml 1 bobine	Nombre de bobine	Longueur Total ml
P1T3DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P6T3DR0EM0ED0		6	50	1	50
P12T3DR0EM0ED0		12	50	1	50
P1T6DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P6T6DR0EM0ED0		6	50	1	50
P12T6DR0EM0ED0		12	50	1	50
P1T9DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P6T9DR0EM0ED0		6	50	1	50
P12T9DR0EM0ED0		12	50	1	50
P1T4,5DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P1T7,8DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P1T6RD0EM6ED3	mars	1	60	1	60
P6T6RD0EM6ED3		6	50	1	50
P1T6DR1EM3ED3	mars	1	60	1	60
P6T6DR1EM3ED3		6	50	1	50
P12T6DR1EM3ED3		12	50	1	50
P1T6DR0EM0ED0	mars	1	60	1	60
P1T6DR0EM0ED0		6	50	1	50
P1T6DR2EM3ED1	mars	1	30	1	30
P6T6DR2EM3ED1		6	50	1	50
P1T6DR3EM0ED3	mars	1	60	1	60
P6T6DR3EM0ED3		6	50	1	50
P1T6DR3EM3ED0	mars	1	60	1	60
P6T6DR3EM3ED0		6	50	1	50

ml = mètre linéaire

Lexique codage :

P pour cordage Proto suivi du nombre de Toron dans la tresse

T pour Toron suivi du diamètre du Toron en millimètre

DR pour désigner que la bourre de coco a été défibré avant sa mise en rouissage, suivi du numéro de lot

EM pour le temps de rouissage en eau de mer suivi du nombre de mois

ED pour le temps de rouissage en eau douce suivi du nombre de mois

Exemple :

P6T6DR1EM3ED3 correspond à un cordage PROTO de 6 torons de 6 millimètres de diamètre, dont la fibre de coco a été défibrée avant rouissage, et dont la durée du rouissage est 3 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce. (Cf Fiche correspondante en annexe 7).

Financé par l'Union européenne

b) Destination des cordages PROTO fabriqués en mars 2023

Les besoins pour l'analyse à l'IFREMER Brest, sont de 20 mètres pour chaque échantillon de cordage à tester.

Nous fournirons 15 mètres de chaque cordage Proto fabriqué à la ferme CHAMPON pour des mises en situation.

10 mètres de chacun des cordages Proto réalisés seront fournis à la Communauté du Pacifique et à la Direction des ressources marines de Polynésie française fin mars 2022.

Enfin nous nous réservons 5 mètres pour différentes mises en situation.

Ces données sont approximatives, cela dépendra des longueurs des Torons que nous pourrons réellement réaliser en fonction du nombre de sacs de fibre de coco.

Dans ce chapitre, le futur a été employé, car les problèmes de fret maritime international que nous connaissons actuellement, ont entraîné beaucoup de retard dans la livraison de cette toronneuse indienne. Elle est pour l'instant toujours annoncée à Tahiti pour la fin du mois de novembre, étant actuellement sur un cargo entre l'Australie et Tahiti.

Financé par l'Union européenne

8) Fiches prototypes

Nous avons imaginé l'organisation des fiches prototypes de manière à avoir une traçabilité sur l'origine de la fibre, ses traitements en rouissage, les phases de production des fils de bases et des Torons, la fabrication des cordages Prototypes et pour finir les différents tests à réaliser sur les échantillons de cordages Prototypes fabriqués.

Trois fiches de suivi de produits formalisent les différentes étapes du processus de fabrication et les destinations finales de recherches et de tests.

Des codes de suivi sont en même temps créés pour faciliter le suivi. Cf chapitre précédent.

A) Fiche TORON

Nous appelons Toron le cordage qui sort de la machine indienne sur le site de Raiatea.

La fiche TORON est en deux parties :

1- La partie sur la fibre permet de recenser :

- La date d'extraction de la fibre
- La provenance des demi-noix de coco collectées
- La couleur de marquage des sacs de fibre
- Les dates et les temps de rouissage en eau de mer et en eau douce
- Le nombre de demi-noix de cocos collectées pour remplir un sac de 50 litres de fibre
- Le taux d'humidité de la bourre de coco avant passage dans la défibreuse
- Les observations éventuelles durant la phase de traitement de la fibre, son apparence, couleur, présence de résidus, etc…

Toutes ces données permettent de créer le code fibre de coco qui a déjà été décrit dans la partie Rouissage.

2- La partie Fabrication du Toron recense :

- Les paramètres de réglages machine qui seront déterminés lors de sa mise en service
- Le diamètre du fil de base
- Le diamètre du toron en sortie de machine
- La longueur produite
- Le temps de fabrication
- Le nombre de techniciens
- Le nombre de sacs de fibre utilisés
- Le nombre de bobines et la longueur stockée par bobine
- Les observations éventuelles durant la phase de fabrication, l'apparence du fil, du toron, les remarques sur les difficultés d'ouvrage…

Financé par l'Union européenne

Ci-dessous une proposition pour la Fiche Toron :

COCORIG Fenua Arahivi	FICHE TORON			SPC PROGRAMME PROTEGE CS22-2308	
		CODE TORON			
CODE FIBRE COCO					
Date extraction Fibre					
Provenance Demi coco	*Pays*	*Ile*	*Lieu*	*Type de Cocotier*	
Nombre de Demi Noix Coco par sac					
Couleur Marquage Sac					
Date mise en rouissage Eau de mer					
Date mise en rouissage Eau douce					
Date fin de Rouissage					
Taux humidité dans Demi Noix de Coco avant passage Défriebreur					
Oservations / Apparences					
FABRICATION TORON				Date	
Paramètres Réglages machine					
Diamètre Fil		**Diamètre Toron**			
Longueur Produite		Nombre de sac utilisés			
Nombre de Bobine		Longueur de Bobine			
Nombre de Techniciens		Temps de Fabrication			
OBSERVATIONS					
Les longueurs sont exprimé en mètre,					
Les diamètres sont exprimés en minimètre.					

Financé par l'Union européenne

B) Fiche PROTO

Les cordages prototypes fabriqués seront de trois sortes :

- Le cordage simple toron
- Le cordage tressé en 6 torons
- Le cordage tressé en 12 torons.

Plusieurs diamètres seront réalisés et chaque cordage prototype produit sera testé sur le banc de traction de CHL pour déterminer la Charge de Rupture théorique du cordage Prototype.

La fiche PROTO permet de recenser :

- Le Toron utilisé
- Le nombre de Toron
- Les quantités de Toron utilisés
- Le coefficient réducteur
- Le diamètre du cordage Proto
- Les paramètres et réglages de la machine de production
- Le temps de production
- Le nombre de techniciens nécessaires
- La Charge de Rupture
- Le poids par mètre du cordage.

Ci-dessous la Fiche PROTO proposée :

Financé par l'Union européenne

COCORIG Fenua Arahivi	FICHE PROTO		SPC PROGRAMME PROTEGE CS22-2308	
		CODE PROTO		
FABRICATION DU PROTO				
CODE TORON utilisé			**Diamètre Toron**	
Nombre de Toron dans Proto			Longueur Toron	
Diamètre Proto		Longueur Totale de Toron utilisé		0
Longueur Proto			**Coeficient de Réduction**	#DIV/0!
PARAMETRE MACHINE	Longueur Toron dans la Bobine de Tressage			
Réglage machine		Pas		Vitesse
Temps de Fabrication			Nombre de Techniciens	
OBSERVATIONS				
Regularité du Tressage ou du Toronnage - Régularité Diamètre - Aspects visuel et touché				
Problème rencontré à la fabrication				
QUALIFICATION DU PROTO				
Lieu du test Charge de Rupture		Corderie H. Lancelin		Date
Charge de Rupture Test 1		Charge de Rupture Test 3		
Charge de Rupture Test 2			**Charge de Rupture retenue**	0
Poids du cordage produit			**Poids au mètre linéaire**	#DIV/0!
Les longueurs sont exprimées en mètre, les diamètres dont exprimés en minimètre				
Les diamètres dont exprimés en minimètre : mm				
Le poids est exprimé en Kg et le poids au mètre linéaire en gr/m.				

Financé par l'Union européenne

C) Fiche ECHANTILLON PROTO

Comme expliqué plus haut Les prototypes réalisés seront divisés en plusieurs longueurs afin de les dispatcher dans les différents sites retenus pour les tests.

Ces fiches, appelée FICHE ECHANTILLON PROTO, permettent de recenser l'origine du cordage par son code Proto et surtout de suivre le type de tests que l'échantillon subira, la destination finale, les dates de début et de fin de tests et les observations durant la phase test.

Le numéro de code ECHANTILLON PROTO est constitué des 2 premières lettres de l'organisme qui réceptionne l'échantillon suivi d'un numéro d'ordre puis du code proto.

CODE ECHANTILLON	**Lieu Test**	**Nature des tests**	**Durée Tests**
IB	IFREMER BREST	Tests de vieillissement	6 mois
IV	IFREMER VAIRAO	Tests de vieillissement	6 mois
FC	FERME CHAMPON	Mise en situation	9 mois
FX	FERME X	Mise en situation	6 mois
RE	RENDU 3 SPC	Analyse	1 mois
AU	AUTRES	Mise en situation	-

Exemple :

IB1P6T6DR0EM6ED3 : il s'agit de l'échantillon n°1 pour l'IFREMER de Brest, c'est un cordage de type Prototype de 6 torons, de 6mm de diamètre avec rouissage des fibres après défibrage, d'une durée de 6mois dans l'eau de mer et 3 mois en eau douce.

Ci-dessous notre proposition pour la FICHE ECHANTILLON PROTO :

Financé par l'Union européenne

COCORIG Fenua Arahivi	FICHE ECHANTILLON PROTO			SPC PROGRAMME PROTEGE CS22-2308	
	CODE ECHANTILLON PROTO N°				
CODE PROTO					
LIEU DES TESTS			Date Livraison		
Nature des tests			Longueur livrée		
Durée prévue des tests			Date Rendu tests		
Description utilisation du cordage					
Description du cordage après utlisation					
Conclusion					

Financé par l'Union européenne

9) Conclusion

Cette première partie du programme « Réalisation de cordages en fibre de coco en Polynésie française, résilients en milieu marin », nous a permis de nouer plusieurs types de partenariats :

Des partenariats avec les IFREMER de Brest et Vairao (Tahiti) :

Ces partenariats consistent, pour l'IFREMER Brest, à réaliser des tests mécaniques liés au vieillissement de la fibre et des cordages. Deux séries de tests d'une durée de 6 mois sont prévues. La première, en cours, se fait sur les cordages collectés ; la deuxième série de tests se fera sur les cordages que nous fabriquerons. L'objectif recherché est de quantifier l'influence du temps de rouissage sur la résilience des cordages en fibre de coco en milieu marin.

En complément, l'IFREMER Vairao va analyser le biofouling (développement d'organismes marins) qui apparaît sur les cordages en fibre de coco lorsqu'ils sont immergés en eau de mer, et va rechercher l'influence de la fibre de coco sur certaines espèces vivantes que l'on trouve dans les eaux polynésiennes.

A noter qu'outre la complémentarité de ces deux partenariats, la mise en relation que nous avons faite entre les deux IFREMER s'inscrit pleinement dans la démarche de coopération de l'IFREMER entre ses entités.

Des partenariats avec la ferme Champon et Coral Gardener :

Outre ces recherches en laboratoire, il nous est apparu essentiel de mettre en situation nos cordages, afin de voir de visu, leur vieillissement dans l'eau de mer. Le partenariat avec la ferme perlière CHAMPON à Taha'a (Iles sous le vent) nous le permet. Il nous aide aussi à appréhender les besoins en cordages des fermes perlières, et conceptualiser des cordages dédiés.

Nous souhaitions mettre en place un deuxième partenariat avec une autre ferme perlière, afin de pouvoir comparer les résultats. Ce partenariat n'a pas encore été mis en place. Nous devons y remédier. Nous pensons qu'il devrait se faire sous l'égide de la Direction des ressources marines de Polynésie française, le partenariat avec la ferme CHAMPON ne reposant que sur une rencontre et une amitié liée au monde de la voile.

Enfin, des échantillons de cordages en provenance d'Inde, de fabrication artisanale, dont la fibre a le temps de rouissage de référence de 9 mois en eau de mer et 3 mois en eau douce, PROTOB2 et B3, ont été immergés dans l'eau de mer dans une nurserie de corail chez Coral Gardeners. Ils utilisent aujourd'hui des cordages en Polyamide toronné, dans lesquels sont glissés des morceaux de corail, censés se développer suffisamment pour pouvoir être plantés.

La première analyse de ces deux mises en situation révèle que le fouling apparaît plus rapidement sur ces cordages en fibre de coco que sur les cordages en Polyamide.

A ce stade du programme, les échantillons distribués sont en phase de tests, et la machine Toronneuse indienne n'étant pas en service, nous n'avons pas encore pu fabriquer nos propres cordages, qui sont prévus en mars 2023.

Des premiers résultats notables :

Financé par l'Union européenne

Les résultats des tests sur la résistance à la traction, faits sur les deux cordages Indiens PROTO B2 et PROTO B3, confirment que le rouissage n'a pas d'influence sur la Charge de Rupture (CR) des cordages en fibre de coco.

Les CR, de ces cordages en fibre de coco, sont très inférieures aux CR des cordages en polyamide, de même diamètre et de même construction, utilisés aujourd'hui par les fermes perlières.

Le principal point de blocage aujourd'hui est le retard dans la mise en route de la machine Toronneuse Indienne, pourtant commandée en avril 2022, dès réception des fonds du premier versement effectué par la Communauté du Pacifique (CPS).

A l'heure où ces lignes sont écrites, elle est bien arrivée sur le territoire et est en phase de dépotage. La livraison sur le site de VAIHUTI FRESH est annoncée vers le 15/12/2022.

Néanmoins, le programme PROTEGE ayant été rallongé, et le planning de rouissage des différents échantillons de fibre ayant été adapté, ce point de blocage ne remet pas en cause l'offre technique proposée dans notre réponse à l'appel d'offre lancé par la Communauté du Pacifique en début d'année.

La méthodologie pour l'élaboration d'une proposition de « Fiches cordage Prototype « a été guidée par l'élaboration d'un code pour chaque échantillon de cordage en fibre de coco que nous pourrons fabriquer. La lecture de ce code permet de connaître les données essentielles de fabrication du cordage et de l'historique de la fibre.

Pour y parvenir nous avons créé 3 fiches différentes :

- La première fiche, FICHE TORON contient les données du cordage, appelé Toron, que nous fabriquerons à Raiatea, lieu de rouissage des fibres.
- La deuxième appelée FICHE PROTO contient les données des cordages tressés que nous fabriquerons à la Corderie H. LANCELIN en France.
- La troisième appelée FICHE ECHANTILLON PROTO, nous permettra de suivre l'évolution des différents échantillons de ces cordages Prototypes, que nous enverrons à nos différents partenaires.

L'objectif de ces fiches est de pouvoir connaître facilement les données techniques de chaque cordage prototype fabriqué, et de comprendre les résultats des différents tests effectués par nos partenaires sur ces échantillons de cordages Prototypes.

Un travail de réécriture de ces fiches pourra être entrepris avec la Direction des Ressources marines de la Polynésie française, avec la Communauté du Pacifique , afin d'harmoniser leurs outils avec ceux d'autres prestataires du programme PROTEGE.

La réalisation de ce rapport technique intermédiaire et l'élaboration de cette proposition de Fiches Prototypes, a permis à ses auteurs, de faire un point précis du travail accompli et de ce qu'il restait à faire.

Avec l'arrivée de la machine Toronneuse indienne, nous allons pouvoir intensifier la mise en rouissage de sacs de fibre de coco.

Financé par l'Union européenne

Nous espérons pouvoir la mettre en service en début d'année 2023, afin de fabriquer suffisamment de longueur de Toron, pour pouvoir produire à la Corderie H. LANCELIN, en mars 2023, une première série de cordages Prototypes, en fibres de coco.

Financé par l'Union européenne

10) Annexes

a) Annexe 1 : Fiche technique Défiebreuse

CoCoMaN

Coconut Defibering Machine COM15-20

Description

Model	COM15-20
Capacity	Defiber 100 – 150 kg of coconut husk per hour
No of Operator	2
Power Supply	415 V / 3 ph / 50 Hz
Power Rating	20.00 hp
Machine Weight	1000 kg
Machine Size (L X W X H)	2.50 X 1.20 X 2.00 m

Financé par l'Union européenne

b) Annexe 2 : Fiche technique Tamis

CoCoMaN

Coconut Fiber Screener COM15SA

Description

Model	COM15SA
Capacity	Screen 250 – 300 kg of coconut fiber per hour
No of Operator	1
Power Supply	415 V / 3 ph / 50 Hz
Power Rating	5.50 hp
Machine Weight	1500 kg
Machine Size (L X W X H)	8.50 X 2.00 X 2.20 m

Financé par l'Union européenne

c) Annexe 3 : Fiche technique Toronneuse

2M ENGINEERS

Toronneuse à approvisionnement de convoyeur automatique

Cette toronneuse permet un apport de fibre automatique sur le convoyeur, facilitant sa mise en œuvre et permettant à un opérateur, en condition de production industriel, de gérer deux machines à la fois.

Cette machine permet de traiter entre 40 et 120kg de fibre par tranche de 8h et de fabriquer simultanément deux torons de 3mm à 9mm.

Caractéristiques techniques :

- Enroulement automatique des bobines
- Puissance électrique de 2kW
- Faible besoin en maintenance
- Réduction de la perte en fibre
- Haute productivité
- Sans approvisionnement manuel du convoyeur

Table de Production	
Type de fil (m / kg)	Production sur 8h
280-300	40kg
240-250	50kg
150-160	80kg
80-90	120kg

Financé par l'Union européenne

d) Annexe 4 : Fiche technique Tresseuse 12 Fx

Machine de tressage de corde SE 1/12-528

Description
Métier à- tresser des- cordes SE 1/12-528
12 fuseaux
Bobine Ø 290 x 640 mm = 40.464 ccm
Puissance moteur : 3,0 kW
Vitesse : 40 tpm
Recommandé pour la production de cordes de 60 mm de diamètre maximum.

Financé par l'Union européenne

e) Annexe 5 : Fiche technique Banc de Traction 100 T

Bancs d'essais de traction conformément aux normes DIN ISO 2307 et EN 12385.

La précision est supérieure à la classe 1 selon la norme EN ISO 7500-1.

Caractéristiques Techniques pour Capacités 1.000 KN
Test de destruction 1.960 N/mm2 jusq' a 38 mm
Longueur interieure (mm) : 10.000
Distance entre les bords (mm) : 1.000
Points d'encrage du chariot (mm) : 500
Chape/diamètre boulon de fixation (mm) : 110
Largeur des mâchoires (mm) : 135
Longueur de course du cylindre (mm) : 1.500
Vitesse d'approche du cylindre (mm/sec) : 10
Vitesse d'approche du cylindre en charge (mm/sec) : 4
Moteur électrique (kW) : 5,5
Poids (kg) : 12.500
Nota le grade d'huile dépend de la localisation de la machine en cas de chaleur ou de froid extrême.

Financé par l'Union européenne

f) Annexe 6 : Fiche TORON, exemple code n° T6DR1EM3ED3

COCORIG Fenua Arahui	FICHE TORON			SPC PROGRAMME PROTEGE CS22-2308	
		CODE TORON		T6DR1EM3ED3	
CODE FIBRE COCO		**DR1EM3ED3**			
Date de collecte demies noix de coco		30/08/2022		Date Défibrage	30/08/2022
Provenance Demi coco	*PF*	*RAIATEA*	-	-	
Nombre de Demi Noix Coco par sac		140			
Couleur Marquage Sac		AUCUN			
Date mise en rouissage Eau de mer		07/09/2022			
Date mise en rouissage Eau douce		07/12/2022			
Date fin de Rouissage		07/03/2023			
Taux humidité dans Demi Noix de Coco avant passage Défriebreur					BON
Oservations / Apparences					
FABRICATION TORON				Date	08/03/2023
Paramètres Réglages machine		3 / 18 / 7			
Diamètre Fil	5	**Diamètre Toron**		6	
Longueur Produite	254	Nombre de sac utilisés		1	
Nombre de Bobine	1	Longueur de Bobine		214	
Nombre de Techniciens	2	Temps de Fabrication		2 HRS	
OBSERVATIONS					
Les longueurs sont exprimées en mètre,					
Les diamètres sont exprimés en minimètre.					

Financé par l'Union européenne

g) Annexe 7 : Fiche PROTO, exemple code n° P6T6DR1EM3ED3

COCORIG Fenua Arahivi	FICHE PROTO		SPC PROGRAMME PROTEGE CS22-2308		
		CODE PROTO		P6T6DR1EM3ED3	
FABRICATION DU PROTO				Date	21/03/2023
CODE TORON utilisé	**T6DR1EM3ED3**			**Diamètre Toron**	6
Nombre de Toron dans Proto	6			Longueur Toron	40
Diamètre Proto	22		Longueur Totale de Toron utilisé		240
Longueur Proto	35			**Coeficient de Réduction**	1,14
PARAMETRE MACHINE		Longueur Toron dans la Bobine de Tressage			40
Réglage machine		Pas	A	Vitesse	B
Temps de Fabrication	2			Nombre de Techniciens	1
OBSERVATIONS					
Regularité du Tressage ou du Toronnage - Régularité Diamètre - Aspects visuel et touché					
Problème rencontré à la fabrication					
QUALIFICATION DU PROTO					
Lieu du test Charge de Rupture		Corderie H. Lancelin		Date	21/03/2023
Charge de Rupture Test 1	327	Charge de Rupture Test 3		358	
Charge de Rupture Test 2	312			**Charge de Rupture retenue**	332
Poids du cordage produit	0,65			**Poids au mètre linéaire**	18,57
Les longueurs sont exprimées en mètre, les diamètres dont exprimés en millimètre,					
Le poids est exprimé en Kg et le poids au mètre linéaire en gr/m.					

Financé par l'Union européenne