



## Deliverable n°4.4.1

### Compte rendu de la réalisation du voilier

12 avril 2022

PP LEADERS: KAIROS



European Regional Development Fund



## Partenaires

**KAIROS, TEILLAGE VANDECANDELAERE**

## Travail réalisé

### 1) Objectifs :

L'objectif de ce rapport est de présenter les étapes de réalisation du voilier à foil Birdy Fish, les problèmes rencontrés et les moyens mis en œuvre pour les résoudre. Il présente les différents modes opératoires suivis et les sous-traitants impliqués pour la réalisation de ce prototype. Les avantages et Inconvénients de la solution développée y sont détaillés.

Ce rapport technique s'appuie sur les livrables précédents du module de travail *MT 3 - Semi-produits cousus et tissés, exclusivement constitué de fibres* et des livrables du module MT4 (T4.3.1 et T4.3.2).

### 2) Partenaires et Sous-traitants

Plusieurs entités ont été impliqués dans la réalisation du voilier Birdy Fish en lin. Parmi les partenaires FLOWER, Teillage Vandecandelaere a fournis les semi produits permettant la réalisation du voilier. Ils ont fourni les tissus biaxiaux développés dans le module de travail MT3 et également des semi-produits équilibrés et unidirectionnels utilisés dans les diverses zones du voilier (c.f. Livrable T4.3.2 plan de fabrication voilier).

Plusieurs sous-traitants ont également été impliqués dans la réalisation du voilier.

Kairos a loué les moules de coque, pont et cloison à La société Birdy Fish. La société Birdy Fish a également mis à disposition une ressource humaine pour accompagner Kairos dans la réalisation des de la coque, du pont et des cloisons structurelles en biocomposite. Le montage de l'accastillage et des équipements standards a été également été réalisés par la société Birdy Fish.

La société AMICO est le fabricant des pièces composites du voilier Birdy Fish. AMICO a mis ses locaux à disposition du projet et a accueilli Kairos pour la réalisation du voilier Birdy Fish en lin.

La société Atelier de la fibre est intervenu en appuie à la société Kairos pour la mise en œuvre des pièces en biocomposites

### 3) Procédé de fabrication et matériaux

Un des objectifs de FLOWER est de faciliter la dissémination des semi-produits développés dans le cadre du projet. Ainsi Kairos a sélectionné le procédé d'infusion pour la mise en œuvre du voilier. Ce procédé est conventionnellement utilisé dans la construction navale. Il consiste, dans un premier temps, à déposer les semi-produits textiles et les matériaux d'âme dans le moule de la pièce à réaliser, puis à faire migrer la résine à travers les semi-produits grâce à la différence de pression générée par



une pompe à vide. Ce procédé est communément utilisé dans la mise en œuvre de pièce de grande dimension réalisées en faible quantité. Il se prête bien à la mise en œuvre des pièces composites en construction navale. Ce procédé est également bien adapté à la mise en œuvre des composites à base de fibres de lin.

Les connaissances développées lors des essais sur les paramètres d'infusion, présentés dans le livrable T4.1.1 on permis d'optimiser le procédé de mise en œuvre du voilier. Les principales évolutions des paramètres d'infusion apportées par ces essais sont les suivantes :

- Niveau de vide : favoriser un taux de vide le plus élevé possible, proche de la pression atmosphérique.
- Etat de la résine : favoriser les résines fluides (< 170 mPa.s) et contrôler la température lors de la mise en œuvre (entre 20 et 25 °C).
- Etuver les fibres avant la mise en œuvre dans une enceinte à 20°C et 40% d'humidité pendant minimum 4h avant le drapage.
- Laisser les fibres sous vide avant l'infusion de la résine pendant 12h au minimum.

#### 4) Etapes de réalisation

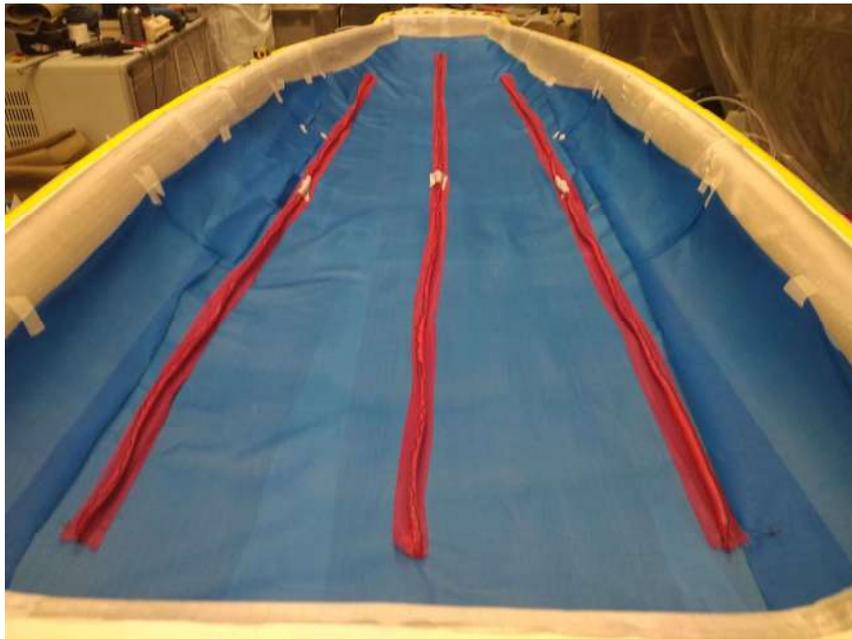
##### a) Fabrication de la coque



*Gel Coat et drapage de la peau extérieure*



*Drapage du matériau d'âme liège*



*Drapage de la peau intérieure et des périphériques d'infusion*



*Placement de la bâche à vide et des rampes d'injection*



*Infusion de la coque*



*Démoulage de la coque*



## b) Fabrication du pont



*Drapage du pont*



*Infusion du pont*



c) Fabrication et assemblage de la structure interne



*Structure interne*

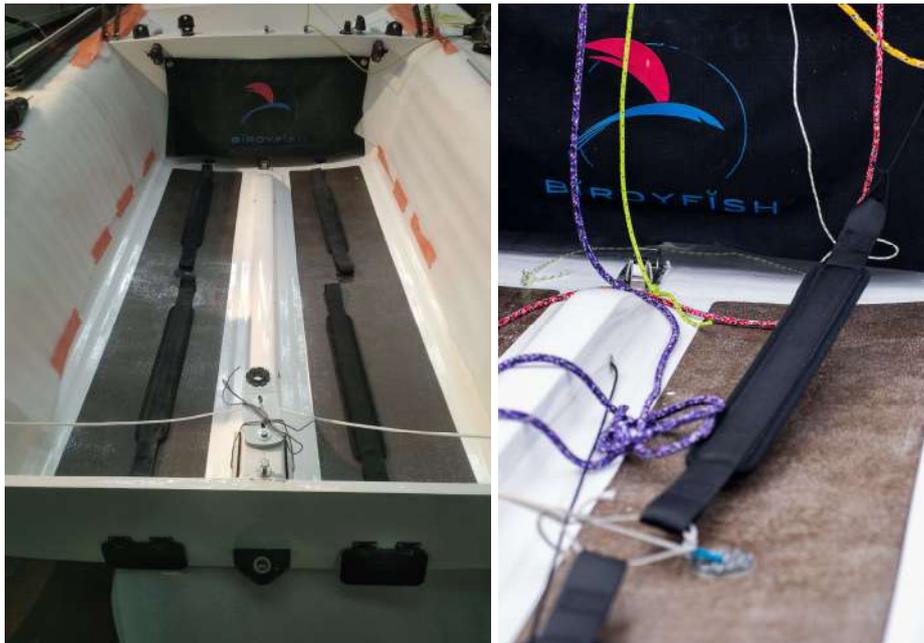
d) Assemblage et finition



*Assemblage coque / pont*



*Montage de l'accastillage*



*Vernissage du cockpit lin apparent*

## 5) Essais en navigation



*Sur la plage prêt à partir*



*Premier vol du Birdy Fish en lin*

## 6) Les étapes à venir

A partir de juin 2022 le voilier sera utilisé par l'école de voile des Glénans. Des stagiaires en apprentissage de la voile pourront utiliser ce bateau et prendre conscience que les fibres de lin et les bateaux en biocomposites peuvent être aussi performants que des bateaux fabriqués avec des fibres de verre. Cet usage en école de voile permettra de suivre l'évolution du vieillissement du bateau à la suite d'un usage intensif.

## Conclusion

Ce rapport présente une synthèse des travaux qui ont été réalisés pour la construction du voilier Birdy Fish en lin. Il s'appuie sur les résultats obtenus lors des travaux menés sur les modules MT3 et MT4. Les multiaxiaux développés dans le module de travail MT3 ont montrés qu'ils étaient techniquement adaptés à la construction navale et qu'ils permettaient de réaliser un démonstrateur de voilier à haute performance. Ces multiaxiaux peuvent être proposés dès à présent pour des usages industriels. Des optimisations mineures, notamment sur la possibilité d'obtenir les multiaxiaux en faible largeur, sont en cours avec Teillage Vandecandelaere pour en faciliter l'usage dans certaines circonstances. La fabrication du bateau, dont l'ensemble des étapes avaient été anticipées et scrupuleusement planifiées, s'est déroulée sans problème particulier.

Ce travail démontre la faisabilité d'introduire des fibres de lin dans une structure nautique. Dans le cas présent, les principaux avantages des fibres de lin que nous avons utilisées sont liés à leur facilité de manipulations et également au confort des opérateurs, celles-ci étant nettement moins agressives que les fibres de verre. Elles affichent également un bilan environnemental très favorable lors de leur production. En revanche, en raison d'une imprégnation moins simple que pour les fibres de verre, nous



ne pouvons pas en mettre autant, par conséquent la quantité de résine reste supérieure ce qui provoque un alourdissement des pièces. Dans le futur, il sera nécessaire de se focaliser sur la qualité et l'individualisation des fibres au sein des renforts pour pouvoir améliorer les taux de fibres. Un taux de fibres supérieur permettra également d'avoir des performances mécaniques plus élevées et donc de pouvoir faire des bateaux plus légers.