

LA GESTION DES DÉCHETS SUR LE CHANTIER DE L'IMOCA LES P'TITS DOUDOUS



SOMMAIRE

1. LE CONTEXTE

- a. **La construction d'un IMOCA dans une démarche d'économie circulaire**
 - i. Le carbone déclassé
 - ii. Un travail sur le moule
 - iii. Des foils moins impactant
 - iv. Un travail sur d'autres aspects
 - v. L'héritage - la création d'une filière de pièces d'accastillage en titane recyclé
 - vi. La gestion des déchets
- b. **Typologie des déchets et gestion habituelle des déchets dans la course au large**

2. LES SOLUTIONS MISES EN PLACE POUR REVALORISER LES DÉCHETS

- a. **Les prérequis**
- b. **La formalisation d'une méthodologie**
- c. **Les solutions de revalorisation pour les environnements**
 - i. Airtech
 - ii. Biotop
 - iii. L'Uzinou
- d. **Le carbone**
- e. **Les déchets "classiques"**
- f. **Autres pistes**
- g. **Informations sur la mise en œuvre de la gestion de ces déchets**
- h. **Les avantages et les inconvénients de cette gestion des déchets**
 - i. **Le taux de revalorisation**
 - j. **Le coût de ces actions**
- k. **L'héritage**

3. POUR ALLER PLUS LOIN

- a. **Des procédés qui n'existent pas encore**
- b. **La nécessité de mutualiser les déchets**
- c. **Une réglementation à adapter**

INTRODUCTION

Depuis la fin de son premier Vendée Globe, en 2021, Armel Tripon a la volonté de participer de nouveau à cette course, avec un bateau performant et qui s'inscrit dans **une démarche d'économie circulaire**.

Ce bateau est construit avec un outillage mutualisé, du carbone déclassé, nous travaillons pour faire des pièces d'accastillage en titane recyclé.

Un ensemble d'actions est mené pour construire un bateau performant tout en limitant l'impact environnemental du projet.

Le sujet de **la gestion des déchets** est rapidement apparu comme étant **un enjeu important** sur la maîtrise de l'impact : c'est une problématique importante et nous avons un pouvoir d'action conséquent.

De 2021 à 2023, la Classe IMOCA a réalisé des ACV pour 13 IMOCA neufs. Côté déchets, les résultats de cette étude sont que **construire une coque pontée structurée de 2,8 tonnes génère 5,9 tonnes de déchets**.

Nous avons donc commencé par faire un tour d'horizon des pratiques dans les autres chantiers et autres Teams. Nous avons constaté que de nombreux déchets avec un potentiel de revalorisation étaient encore enfouis ou incinérés.

Nous nous sommes donc lancés dans une **cartographie détaillée** des différents types de déchets sur le chantier de construction d'un IMOCA.

Nous avons contacté ou été contacté par **un ensemble d'acteurs** : recycleurs, plasturgistes, associations, artisans, fabricants ... pour essayer de trouver des solutions pour tous les flux qui nous semblaient valorisables.

Nous avons eu une **démarche expérimentale** : ce chantier sert de laboratoire pour tester différentes solutions ainsi que leur pertinence d'un point de vue impact environnemental, facilité de mise en place, coûts...

Ce rapport décrit la gestion des déchets que nous avons mis en place, pourquoi nous l'avons mis en place et quelles seraient les pistes pour aller encore plus loin. L'objectif de ce rapport est de partager notre expérience afin de voir si avec d'autres acteurs, elle pourrait être améliorée d'un point de vue impact environnemental.

1 - LE CONTEXTE

a. La construction d'un IMOCA dans une démarche d'économie circulaire

i. Le carbone déclassé

La condition d'Armel Tripon pour se lancer dans la construction d'un nouveau bateau était de pouvoir le faire en se basant sur des **matières qui existent déjà**.

Nantes Métropole l'a alors mis en relation avec le **Technocentre d'Airbus**.

En effet, cet acteur de l'aéronautique produit chaque année, de manière structurelle, un volume important de taux de chute de carbone (préimprégné) : **170 tonnes** l'année avant le Covid, 114 tonnes en 2023.

Il y avait donc d'un côté une offre de matière et de l'autre une demande.

Des premiers **tests d'éprouvette** ont été réalisés par le Technocentre d'Airbus, via le **laboratoire CETIM**, pour s'assurer qu'un IMOCA pouvait être construit en carbone "RePurpose".

EVEA, société coopérative de conseil en ACV a réalisé une étude pour aider Armel Tripon à connaître l'impact environnemental (en termes de réchauffement climatique ; d'utilisation des ressources fossiles et d'utilisation des ressources fossiles et minérales) relatif à l'utilisation de carbone « **RePurpose** » (à hauteur de **69%**) pour la construction de la coque et du pont. Cette étude a été réalisée en 2021.

Les résultats de ces deux études étant concluants :

- Le carbone "RePurpose" garde les qualités mécaniques nécessaires pour construire un IMOCA
- Réutiliser du carbone (à hauteur de 69% du carbone total pour la coque et le pont) permettrait de diviser par 7 les émissions de GES, par rapport à la fabrication de 100% de fibre de carbone vierge

Armel a donc décidé de se lancer dans la construction d'un IMOCA, en utilisant, à hauteur de **65% pour la coque et le pont, du carbone déclassé**.

Ce carbone déclassé est un le point de départ de la démarche d'**économie circulaire** dans laquelle Armel souhaite inscrire la construction de son IMOCA.

Armel a continué de passer au crible les différents éléments de son bateau pour voir quels seraient les autres éléments qui pourraient être réemployé, réutilisé ou recyclé.

L'utilisation du carbone déclassé est le point de départ de la construction de l'IMOCA.

Les autres actions découlent d'une approche simple : **essayer de construire avec, le plus possible, ce qui existe déjà**.

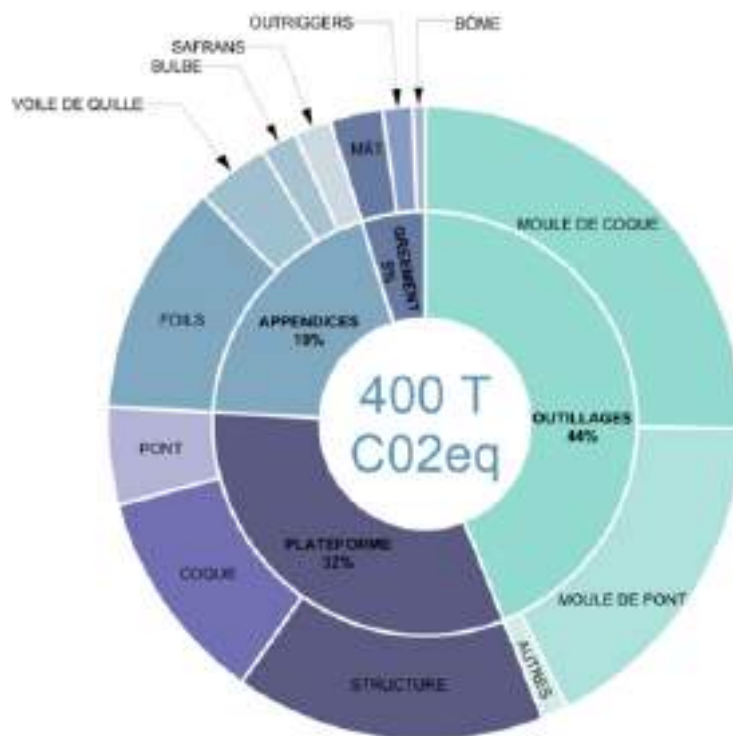
Par ailleurs, un autre levier pour maîtriser l'impact environnemental est de **réduire le taux de chute**.

Le chantier qui construit le bateau, **Duqueine Atlantique**, utilise un **logiciel de calepinage** très efficace, permettant de minimiser le taux de chute.

ii. Un travail sur le moule

La classe IMOCA a réalisé **12 ACV d'IMOCA**, entre 2021 et 2024, pour identifier quels étaient les éléments les plus impactant de la construction d'un bateau.

Voici un schéma (réalisé par la classe IMOCA) qui hiérarchise sous le prisme du pouvoir de réchauffement global (en KgCO₂eq), les différents impacts de chaque élément de la construction d'un bateau.



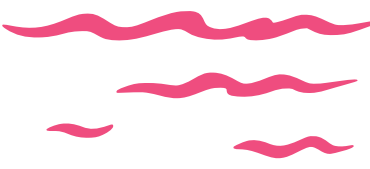
Impact moyen basé sur plus de 12 bateaux étudié, excluant les notions de mutualisation et réutilisation d'outillage.

L'outillage (à savoir le moule de la coque et le moule du pont) représente **44% des émissions de CO₂eq**, c'est donc un levier clé pour réduire l'impact d'un IMOCA.

Armel Tripon a décidé de **réutiliser les moules de Malizia II**, le bateau de Boris Herrmann.

Il a également récupéré de ce bateau : **des voiles (J0, J2, J3), le bulbe, différents outillages...**

Des ingénieurs qui ont travaillé sur Malizia II, accompagnent également la construction de l'IMOCA Les P'tits Doudous. Leur partage d'expérience permet d'optimiser des éléments de construction, économisant ainsi de la matière.



iii. Des foils moins impactants

Toujours dans cette démarche d'économiser des ressources, nous avons regardé le tableau ci-dessus et remarqué que les trois principaux éléments émetteurs d'émissions de CO₂eq étaient :

1. **L'outillage**. Donc nous avons choisi de réutiliser des moules existants
2. **La plateforme** (la coque, le pont et la structure). C'est pourquoi nous avons réalisé une coque et un pont en intégrant 64% de carbone déclassé.
3. Le troisième poste d'émission sont **les appendices**, et notamment **les foils**.

Le choix de la méthode de construction des foils est donc un enjeu important car ils représentent **14% des émissions totales du bateau**.

Nous avons confié la fabrication de nos foils à **Avel**, des pionniers dans les nouveaux procédés de fabrication de foils.

Ces foils ont été réalisés avec des fibres "**Towpreg**" de Toray, conçues et imprégnées en France.

Un robot de pointe a pris en charge leur production, utilisant des bobines de fibres de carbone pour se passer des séparateurs.

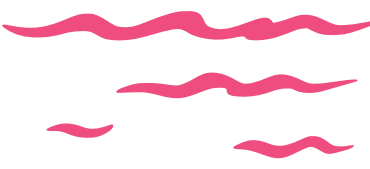
Grâce à cette technologie, le taux de chute de carbone a été considérablement réduit.

iv. Un travail sur d'autres aspects

Après avoir étudié les trois principaux éléments émetteurs d'émissions sur le bateau, nous nous sommes demandé comment penser les autres aspects du bateau en s'intégrant dans **une démarche d'économie circulaire**.

Nous avons cartographié les différents achats afin d'identifier ceux qui pouvaient être réalisés différemment.

Certains éléments n'ont pas encore abouti (comme le réemploi de composants électroniques par exemple) mais d'autres sont mis en place, à différentes échelles.



Par exemple :

- All Purpose va réaliser tous les éléments de sellerie avec **des voiles des précédents projets d'Armel Tripon** et a acheté trois voiles avant d'un autre IMOCA (J0 ; J2 ; J3)
- Quand cela est possible, nous remplaçons certains déchets non recyclables par des **déchets recyclables**. Par exemple, au lieu d'utiliser du floorliner habituel, qui est un multicouche de différents plastiques, nous utilisons du carton.
- Nous utilisons partiellement de la **résine biosourcée** de la marque Sicomin (la Greenpoxy 33)
- Nous avons servi de laboratoire pour le test d'**une nouvelle bâche de compactage Airtech : la Biolon**. Nous utilisons pour des petites pièces cette bâche et nous leur avons fait des retours sur le comportement de ce nouveau produit.
- ...

De nombreuses actions restent à mettre en place, mais nous nous efforçons d'agir sur un maximum d'éléments.

v. L'héritage - la création d'une filière de pièces d'accastillage en titane recyclé

Un autre élément important de la démarche d'économie circulaire, est d'essayer de réaliser les **pièces d'accastillage de l'IMOCA, en titane recyclé**.

Ce titane proviendrait du milieu médical.

Armel Tripon et Nolwenn Febvre, présidente de l'association Les P'tits Doudous, ont eu cette idée car ils sont partis de trois constats :

- Le titane utilisé dans le milieu médical et pour les pièces d'accastillage est le même. Il s'agit de **titane TA6V**.
- L'association Les P'tits Doudous forme **un réseau de collecte** dans toute la France ce qui permet de collecter, en peu de temps, un poids important de titane. En parallèle, les fabricants de pièce d'accastillage n'utilisent pas encore de titane recyclé.
- Le titane est un métal qui se trouve dans différents **minerais extrêmement énergivores à extraire**. On ne trouve pas de gisement de ces minerais en Europe.



Il y a un enjeu important à essayer de recycler le titane d'autant plus qu'il existe un **gisement de titane médical** captable par l'association Les P'tits Doudous et un débouché moins contraignant par des **enjeux de stérilisation** que le médical : **les pièces d'accastillage**.

À date :

- La collecte a été lancée (ce sont actuellement **2,3 tonnes** qui ont été collectées)
- Des laboratoires ont fait des **tests sur la compatibilité** entre des vis médicales et des pièces d'accastillage
- Des laboratoires travaillent actuellement sur le processus de recyclage.

L'objectif est d'équiper l'IMOCA avec certaines pièces d'accastillage en titane recyclé et, à terme, de développer une filière dédiée à la fabrication de ces pièces, issues du recyclage de titane provenant du secteur médical.

vi) La gestion des déchets

Nous avons donc ici parlé de la démarche globale du projet à savoir : **construire avec ce qui existe déjà et essayer de réduire les déchets**.

Pour les déchets qui ne peuvent être évités, ils nous semblent primordial d'essayer de les **valoriser**.

Et c'est l'objectif de ce rapport :

- Montrer quels sont les déchets et comprendre quelle est la gestion habituelle des déchets dans les chantiers et autres équipes de course au large
- Décrire les actions que nous avons mis en place pour essayer d'améliorer cette gestion des déchets
- Faire un bilan de ces actions et lister ce qui pourrait être amélioré.



b. Typologie des déchets et gestion habituelle des déchets dans la course au large

En premier lieu, pour comprendre comment revaloriser les déchets liés à la construction d'un bateau, il faut comprendre quels sont les déchets auxquels nous avons à faire.

Voici donc une cartographie, non exhaustive, des déchets que l'on retrouve sur un chantier :

- **La matière première.**

Un bateau est fait de carbone, de différentes âmes, de colle.

Il a également quelques pièces en métal.

Les déchets sont donc des chutes de :

- Carbone (carbone non polymérisé (préimprégné ou fibres sèches) ou carbone cuit (voie humide ou préimprégné, en monolithique ou sandwich...)
- Colle
- Résine (époxy et polyester)
- Ame (différents types de mousse, nid d'abeille en Nomex...)
- Métaux (inox, plomb, titane...)

Le carbone préimprégné et la colle induisent également des séparateurs (en papier silicone et en polyéthylène dans le cadre du prepeg et de la colle que nous avons utilisée)

- **Les environnements pour travailler ce carbone, à savoir :**

- Des bâches de cuisson et de compactage (suivant les bâches il peut s'agir d'un mélange de polyamide et de polyoléfine, de nylon etc.)
- Du feutre drainant (nous avons utilisé du feutre en polyester)
- Du grillage de compactage (polypropylène et LDPE / EVA)
- Du tissu micro-perforé (PEHD)
- Du tissu d'arrachage (polyamide)
- Du complexe de mise sous vide (multi-matériaux : PEHD, polyéthylène etc.) - Des tuyaux d'infusion (polyéthylène)
- Du joint de vide
- Du ruban adhésif (silicone ou caoutchouc)
- Des séparateurs (polyéthylène)
- ...

- **Des consommables**

- Des gants (en latex)
- Du papier ponce
- Des lunettes de protection
- Des boules quies
- Des protections tyvek
- Des masques à cartouche
- Du scotch
- Des pinceaux
- De la peinture
- Des barquettes
- Des bâches (en polyane)
- Du floorliner
- Des chions
- Des sacs à poussière
- ...

- **Des emballages avec notamment**

- Des cartons
- Des films plastiques
- Du polystyrène (expansé et extrudé)
- Du papier
- ...

La plupart des recycleurs proposent de recycler :

- **Le DIB** (pour de l'enfouissement dans le Finistère et de l'incinération dans le Morbihan par exemple)
- **Les films plastiques transparents** (pour du recyclage)
- **Les cartons** (pour du recyclage)
- **Les emballages souillés** (ils sont décontaminés avant d'être valorisés ou éliminés de manière sécurisée)
- **Les aérosols** (dépressurisation avant recyclage quand cela est possible des métaux et neutralisation des éléments chimiques)

Certains teams de course au large cherchent également une solution de revalorisation pour **les déchets carbone**.

De nombreux acteurs se développent : Apply Carbon, Gen 2 Carbon, Extractive, Fairmat, Alpha Carbone, Nova Carbon...

Mais aucun ne propose de solution intéressante pour tous les types de déchets carbone (fibres sèches ou préimprégnées, fibres crues ou cuites) d'un team et à date, il semblerait qu'aucun Team ne passe par un maillage d'acteurs pour répondre aux différents besoins.

Par ailleurs, certains de ces recycleurs sont encore en phase de R&D.



Voici donc une rapide présentation de **la gestion habituelle des déchets dans la course au large**.

Il y a eu beaucoup de progrès ces dernières années, une réelle prise de conscience, mais **le taux de valorisation des déchets reste assez faible**.

On rappelle que l'on calcule ainsi le taux de valorisation :

$$(1 - (\text{Total sorties non valorisées (enfouissement)} / \text{Total entrées})) \times 100 = \text{Taux de valorisation global}$$

Le taux de valorisation représente donc la part des déchets qui ne sont pas valorisés (c'est-à-dire qui ne sont ni enfouis ni incinérés sans valorisation énergétique).

Les déchets de la course au large (et liés au composite de manière plus générale) sont complexes à valoriser car :

- Ils représentent à la fois des volumes importants, mais ils sont répartis en de nombreux types de déchets et donc ne représentent pas in fine des **volumes** qui pourraient intéresser les recycleurs.
- Par ailleurs, ils sont régulièrement **souillés** par de la résine, ce qui complexifie l'action de recyclage.
- Et enfin, ces déchets sont souvent **multi-matériaux**, alors qu'une règle basique du recyclage est qu'un produit monomatière se recycle bien plus facilement qu'un produit avec différents matériaux.

Voici différents exemples pour illustrer ces propos.

Via les commandes que nous réalisons, nous avons beaucoup de déchets en **polystyrène**. Nous sommes contraints de les jeter dans le "tout venant" car ils ne peuvent aller dans la poubelle "déchets plastiques transparents" que nous propose notre partenaire actuel sur la gestion des déchets, à savoir **GLD**.

Nous avons des faibles volumes de polystyrène par trimestre (on l'estime à max 75 kg pour une période de trois mois dans une période de forte activité) néanmoins cela représente des grands volumes de matière car le polystyrène est léger.



Voici les réponses de deux acteurs en mesure de recycler du polystyrène :

- **Soprema**, un producteur de matériaux pour la construction, et notamment d'isolant, nous a répondu :

"[...] Nous pourrions être intéressés par ce type de matière, cependant, afin d'assurer un transport raisonné, nous collectons les déchets conditionnés en balles de 400 kg sur palette.

Dans votre cas, il s'agit de petits volumes de vrac, ce qui est difficile pour nous à transporter, nous ne pourrions donc malheureusement pas les collecter. [...]"

- **Knauf Industrie**, une entreprise d'emballages alimentaires et qui a l'habitude de recycler du polystyrène pour l'intégrer dans des bacs à marée, nous a répondu qu'ils ne se déplaçaient pas pour moins de 20m³.

- Sur le fait que les déchets soient souillés de résine, une personne travaillant pour **Cap Eco Recycling** nous a répondu :

"[...] Merci pour votre demande, malheureusement nous n'aurons pas de solutions à apporter sur vos matériaux, nous ne travaillons pas avec le secteur de l'activité nautique, notamment à cause des souillures de résines et diverses pollutions. [...]"

Enfin, sur le fait que certains déchets plastiques soient multi-matériaux, un spécialiste de chez **Veolia** nous a dit que la meilleure solution à date était le **CSR (Combustible Solide de récupération)**. Cette méthode de traitement des déchets permet qu'ils servent de combustibles dans des filières spécialisées telles que les chaufferies CSR ou les cimenteries.

Cela montre que si la moins pire des solutions pour revaloriser des déchets est le CSR, alors les déchets multi-matériaux sont très difficilement revalorisables.

Fort de ce constat qu'il semblerait qu'il n'existe pas, à date et pour les raisons ci-dessus, **de manière de gérer les déchets qui semble satisfaisante, nous avons décidé de créer une nouvelle manière de gérer les déchets.**

Cette approche s'appuie sur le fait de faire appel à différents acteurs, du milieu du recyclage ou non et de parfois envoyer nous-même ou déposer nous même les déchets chez ces acteurs.

La partie suivante décrit en détails les solutions que nous avons mis en place.



2 - LES SOLUTIONS MISES EN PLACE POUR REVALORISER LES DÉCHETS

a. Les prérequis

Deux pré-requis semblent important pour pouvoir mettre en place une gestion des déchets un peu plus poussée :

- **Dédier une ressource à ce sujet.** Et c'est ce qu'Armel Tripon et Nolwenn Febvre ont décidé de mettre en place. Dès le tout début de la construction du bateau, ils ont confié la mission de la gestion des déchets à une personne qui travaille à mi-temps là-dessus.
- **Travailler avec un chantier qui est prêt à intégrer de nouvelles pratiques.** C'est la première fois que le chantier Duqueine Atlantique construisait un IMOCA. De nombreuses méthodes étaient donc nouvelles pour eux et la gestion des déchets avec une dizaine de bacs différents, du compactage et du stockage des déchets, a été très facilement acceptée et mise en place.

b. La formalisation d'une méthodologie

Avec Gauthier Cavois et Kellie Covington qui sont les référents "Impact environnemental" de **Sail of change**, nous avons essayé de formaliser une méthodologie pour évaluer chaque potentiel débouché des différents déchets. Nous avons commencé par cartographier nos différents déchets avec ces deux données : **type de déchet et quantité associée.**

Cette quantification a été réalisé pour deux activités différentes :

- La construction d'un IMOCA
- L'entretien de la flotte de bateaux appartenant à Sail of change (différents Easy to fly et Maxi-Trimaran).

Nous avons également cartographié quels étaient les différents acteurs du recyclage et du réemploi selon quelle typologie de déchets, allant de l'APER à Ty Waste en passant par Reviplast, Passe Coque, Fairmat...

Puis nous avons élaboré un formulaire d'audit type afin d'essayer d'évaluer :

- **La pertinence** de la solution de revalorisation
- **Les émissions** liées à cette revalorisation (transport, processus de recyclage ou de réemploi etc.)

Cette évaluation a pour objectif d'essayer de discerner quelles sont les solutions pertinentes et celles dont le ratio émissions émises / émissions évitées ne valent pas la peine d'être choisies.

Voici le détail de cet audit :

Identification de l'exutoire	Nom du prestataire
Contact opérationnel	Coordonnées
Critères	Unité
Localisation (impact environnemental du transport)	Nombre KM depuis le lieu où sont générés les transports
Possibilité de massification des gisements dans le 56	Oui /Non
Maturité de la solution	Qualitatif : en cours de développement / développé
Consommation d'eau et d'énergie	M3 eau et MJ/Kg
Comment conditionner les déchets	Qualitatif (description du mode de conditionnement)
Logistique	Zone de collecte, type de transport...
Process contrôle matière et traçabilité	Descriptif
Quantité matière minimum nécessaire pour être collectée	M3 / Kg / Tonne
Capacité de traitement matière / an	M3 / Kg / Tonne
Taux de valorisation matière	%
Taux de chute des déchets non revalorisés	% chute / % poids de la matière jetée
Quantité déchets utilisés / quantité produits recyclés valorisés	
Conservation propriété mécanique	%
Débouchés (matière ? objet utile ? vers la voile ? durée de vie ? Valeur économique de ce débouché)	Qualitatif : Matière ? objet utile ? accessoire ? durée de vie ?
Répliquabilité de la solution	Oui/ Non + quantité min (ou max) de déchets pour le recycleur
Emissions évitées	teqCO2
Il y a t-il eu un ACV de réalisé sur le produit recyclé ?	Oui / Non

Nous avons également essayé d'**aller voir** par nous-même différents acteurs afin de se rendre compte le mieux possible de la réalité de chaque solution proposée.

Pauline Gerardin est par exemple allée voir : **L'Uzinou, Biotop, Apply Carbone, Karbon Creations ...** et a posé les questions ci-dessus afin de pouvoir comparer les différents audits.

Rentrons maintenant dans quelles solutions de revalorisation nous avons choisi pour chaque type de déchets :

c. Les solutions de revalorisation pour les environnements

i. Airtech

On entend par “environnement” les **différents tissus qui permettent de mettre en oeuvre le composite**.

Nous avons été contactés par **Airtech**, un fabricant d’environnements.

En effet, ces derniers, pour recycler leurs nombreuses chutes de production ainsi que par souci de responsabilité des produits qu’ils mettent en place sur le marché, ont décidé de tester différentes manières de recycler certains de leurs produits.

Ils nous ont dit avoir des processus spécifiques pour :

- Leurs bâches de compactage et de cuisson type “**Big Blue**” qui est en **polyoléfine**. Cette matière serait **re broyée pour être revendue à un industriel** qui en fait des pièces non structurelles de l’**automobile**.
- Le tissu de **drainage** (appelé “**Airweave**”) en **polyester**. Lui serait traité pour être vendu à un industriel qui en ferait de l’**isolation pour les voitures**.



Nous leurs avons également rendu trié leur bâche “**Biolon**”, en **nylon**, ainsi que le grillage de compactage “**Green Flow**”, en **polypropylène**, pour qu’ils essayent également de voir s’il est possible de recycler ces déchets.

Pour leurs transmettre ces déchets, nous avons enlevé le joint des différentes bâches, compacté, cerclé et mis sur palette ces différents déchets.

Comme Airtech est en **phase d’expérimentation** de ce mode de recyclage, ils nous ont affrété un transporteur (mutualisé avec d’autres marchandises) pour leur envoyer, depuis Malville jusqu’à leur usine près du Luxembourg, nos déchets.

Nous avons fait deux envois : un à mi-parcours (en mai 2024) et un à la fin (en novembre 2024) de la construction chez Duqueine Atlantique.

Au total, ce sont **1152kg de déchets** que nous avons expédié chez Airtech dont :

- 415kg de bâche à vide
- 717kg de feutre de drainage
- 20 kg de grillage de compactage



Pour l'instant, nous n'avons pas beaucoup de recul sur cette situation car :

- Nous ne nous sommes pas encore rendus sur place.
- Il faut attendre d'avoir des quantités suffisamment importantes pour faire tourner les machines de broyages donc pour l'instant elles n'ont pas réalisé de cycle de broyage.

Néanmoins nous suivons au plus près ce processus de recyclage et ne manquerons pas d'actualiser ce rapport dès que nous aurons plus d'informations.

Enfin, nous trouvons que le principe que le fabricant crée des process pour recycler ses produits lorsqu'ils deviennent ses déchets soit très cohérent.

ii. Biotop

Tous nos tissus d'environnements ne proviennent pas d'Airtech. Il a donc fallu chercher une solution pour ces autres déchets.

On nous a parlé de **Biotop, un réseau d'éco-entreprises**, situé près de La Rochelle.

L'offre de cet éco-réseau est *"unique car elle permet de prendre en charge plus de **70 flux de déchets différents, d'attester de leur traitement (BSD), d'assurer sa conformité réglementaire et de maîtriser ses dépenses.**"*, selon le site internet de Biotop. Et cela se vérifie en se rendant sur place.

Les employés font de la **massification** de déchets dans un hangar et trouvent des exutoires pour ces déchets. Cela peut être du réemploi (vente directe) ou un conditionnement adapté pour des recycleurs, des plasturgistes etc.

Pour la collecte de déchets, c'est un ESAT qui gère les transports. Les clients sont en moyenne entre 15 et 35 km et ils étendent leur rayon d'action à 75km. Afin d'optimiser le transport vers le lieu de revalorisation, ils compactent. Ils ont un compacteur et deux broyeurs.



En termes de plastiques, ce sont **20 flux de plastiques** qu'ils sont capables de revaloriser. Alors que des acteurs comme **Veolia** peuvent recycler en termes de familles de plastiques rigides : du PE, PP, PVC, et en plastiques souples du PE, Biotop a réussi à étendre le recyclage à d'autres familles de plastique plus compliquées à recycler comme le **polyamide**.

C'est ainsi qu'ils recyclent pour le chantier :

- **Les bâches de compactage et de cuisson en polyamide** provenant du fournisseur **Diatex**. Elles seront broyées pour être réinjectées dans de la matière neuve. Cela représente **250 kg de bâches** que nous allons leur déposer. Pour stocker correctement ces bâches nous avons enlevé les joints et nous les avons compactées.



Un autre enjeu important pour la construction de la coque et du pont est l'utilisation de **carbone préimprégné**.

Selon Duqueine, ils ont utilisé environ **4000m² de prepeg**.

Si on considère qu'en moyenne, le prepeg a deux séparateurs, cela fait 4000m² de séparateurs en ouate de cellulose et 4000m² de séparateurs en polyéthylène à revaloriser.

Voici les solutions que Biotop a trouvé :

- **Les séparateurs en ouate de cellulose** seront utilisés par l'entreprise Soprema pour en faire de **l'isolant**.
- **Les séparateurs en polyéthylène** seront broyés pour être réinjecté dans de la **matière neuve**, par le recycleur Suez.
- **Les séparateurs de teflon en PVC** sont re broyés pour aussi être réinjectés dans de la **matière neuve**.



Nous avons trouvé ces solutions en cours de construction donc 100% des séparateurs n'ont pas pu être revalorisés.

Au total, ce sont **270kg de séparateurs** qui sont envoyé chez Biotop.

Les séparateurs sont collectés dans des bacs spécifiques, puis triés une seconde fois par nos soins et stockés dans des sachets en plastique transparent.

Dans la mesure du possible, nous réutilisons ces sachets, qui sont souvent des emballages ayant servi au stockage du prepeg.

Ensuite, un membre de l'équipe transporte ces déchets en camion jusqu'à Biotop.

Biotop facture un forfait de **250€ pour le traitement de nos 520kg de déchets, couvrant 6 à 10 palettes**.

Ce forfait inclut le traitement, la traçabilité et un rapport détaillé.

iii. L'Uzinou

Nous aimerions travailler avec L'Uzinou pour revaloriser le tissu micro-perforé en PEHD.



L'Uzinou est une manufacture locale, inclusive et coopérative, basée à Crac'h (Morbihan).

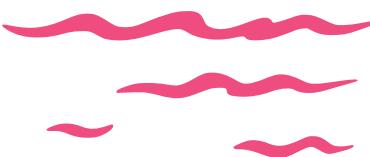
Concrètement, il s'agit d'une **communauté professionnelle qui partage un espace, des ressources et des savoir-faire.**

Parmi leurs trois pôles d'activité, celui qui nous intéresse est dédié au mobilier. Ce pôle conçoit de nouveaux produits recyclés et durables à partir de déchets plastiques et de mobilier scolaire usé.

Ils collectent notamment des plastiques (**principalement du PE et du PP**), les broient, puis utilisent un procédé de **thermocompression** avec une plaque chauffante simple et **peu énergivore** pour créer des plaques de plastique. Ces plaques sont ensuite transformées en éléments de mobilier dans un atelier fonctionnant de manière similaire à une menuiserie.

Lorsque le gisement de déchet initial est petit, leur modèle économique est de revendre à l'émetteur de déchets, des objets spécifiquement pour eux.

Travailler avec **L'Uzinou** est encore en cours d'étude, pour des raisons budgétaires mais l'initiative est **locale et cohérente** donc nous essayons activement de trouver une solution afin de pouvoir coopérer.



b. Le carbone

Comme nous l'avons déjà dit, il existe plusieurs types de déchets en carbone :

- **Du carbone non polymérisé** que ce soit en préimprégné ou fibres sèches
- **Du carbone cuit** que ce soit en voie humide ou preg, en monolithique ou en sandwich...)

Recycler le carbone est un enjeu colossal car cette matière est extrêmement **émissive** (entre 30 et 50 teq CO2 suivant le module de la fibre).

Ces données sont compliquées à obtenir car les fabricants de fibre ne communiquent pas ces émissions.

L'enjeu est de taille car **l'impact des fibres de carbone recyclées serait de 5 teq**, soit 5 à 10 fois inférieur à de la fibre de carbone vierge.

Il existe de nombreux acteurs qui se sont lancés dans des process de recyclage de la fibre de carbone : **Apply Carbon, Gen 2 Carbon, Extracthive, Fairmat, Alpha Carbone, Nova Carbon...**

Voici les acteurs sur lesquels je me suis renseignée :

- **Apply Carbon**

Ils sont basés à Plouay (56). Ils recyclent exclusivement des **fibres sèches** pour les rebroyer et en faire de la poudre ou des fibres très courtes avec comme application du renfort dans les matières pour des freins, des garnitures d'embrayage, des joints, des produits de scellement et des produits à base caoutchouc...

Nous allons leur confier **nos chutes de fibres de carbone sèches** mais nous n'avons que de très faibles quantités de cette fibre de carbone.

- **Fairmat**

Ils utilisent un procédé de **recyclage mécanique des composites à fibres de carbone**. Les déchets sont transformés en copeaux puis consolidés sous forme de laminés avec un liant polymérique. Le procédé est peu énergivore et permet de conserver à minima 55% de la performance du composite recyclé. Fairmat aurait pu notamment recycler nos fibres de carbone ReUse (Hecxel) car ils ont déjà recyclé ces fibres en travaillant avec Duqueine.

- **Extracthive**

Ils réalisent de la **solvolysé avec les fibres de carbone**. Ils parviennent à conserver les propriétés mécaniques des fibres de carbone initiale. Ils sont encore en phase de R&D et ont accepté d'étudier la possibilité de prendre nos chutes de prepeg non polymérisées (notamment les fibres Gurit SE75).

Nous ne sommes finalement pas passés par ces solutions, malgré les divers intérêts qu'elles avaient, car nous avons rencontré un artisan basé à Quimper, qui réalise des objets avec les chutes de carbone provenant de la course au large.

Jolan Trecherel a en effet monté l'entreprise **Karbon Creations**.

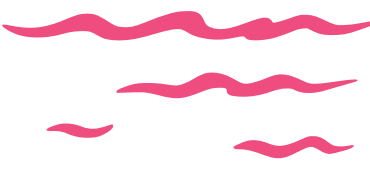
Ses procédés de mise en œuvre sont peu énergivores et travailler avec lui est cohérent pour le modèle économique de l'association Les P'tits Doudous car Jolan réalise des objets (porte-clés ou bracelets) aux couleurs de l'association et les bénéfices sont répartis entre l'association et son entreprise.

Jolan a récupéré environ **200 kg de chutes de carbone** et il a pris tout type de chutes (du prepeg non polymérisé, des chutes de sandwich cuit...) Les chutes qui ne sont pas valorisables sont envoyées chez **Guyot** qui en fait du **CSR**.



Nous avons également confié **100kg de chutes de carbone à la classe IMOCA** qui a mis en place une benne pour les déchets carbone des différents Teams.

Ils cherchent activement quelle serait la solution adaptée pour revaloriser ces déchets.



c. Les déchets “classiques”

Pour les déchets dits “classiques” :

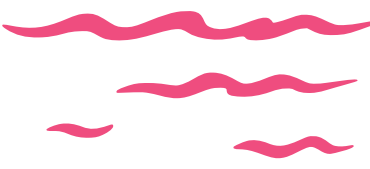
- Le prestataire de Duqueine Atlantique est **Veolia**
- Dans notre atelier à Saint Philibert où le team travaille, nous passons par GLD Environnement.

GLD Environnement est un acteur dans la collecte, le traitement et la valorisation des déchets. Ils travaillent notamment avec Veolia.

Avec eux nous avons mis en place des bennes pour :

- **Le DIB**, pour de l'incinération.
- **Les films plastiques transparents**, pour du tri puis du recyclage.
- **Les cartons**, pour du recyclage.
- **Les emballages souillés**, pour de la décontamination avant d'être soit valorisés soit éliminés de manière sécurisée.
- **Les aérosols** pour de la dépressurisation avant recyclage quand cela est possible des métaux et de la neutralisation des éléments chimiques.

GLD nous loue des bennes et vient régulièrement réaliser des enlèvements de déchets.



d. Autres pistes

A chaque phase du projet de l'IMOCA (construction, fonctionnement, chantiers d'hiver ou d'été...) correspond des flux de déchets.

Nous anticipons donc la phase de fonctionnement et par exemple :

Pour les chutes de voiles, nous travaillons avec Second Souffle, le projet porté par la voilerie All Purpose, basée à Carnac.

La voilerie récupère des anciennes voiles pour, suivant leur état :

- Réaliser des voiles pour la plaisance
- Fabriquer des éléments de sellerie
- Revaloriser la matière (ils sont encore en train de chercher quelle serait la solution la plus cohérente)

Les éléments textiles de l'IMOCA seront réalisés par Second Souffle avec des anciennes voiles des précédents projets d'Armel Tripon.

Pour les chutes de bouts, nous pourrons :

- Soit les renvoyer à la corderie Lancelin, pour qu'ils réutilisent les âmes.
- Soit les donner à l'Uzinou. Avec ces chutes, ils réaliseront des éléments de bagagerie.

Toutes les chutes de métaux (inox et cuivre) sont déposées chez le ferrailleur Derichebourg et les bénéfices sont reversés à l'association Les P'tits Doudous.

Le polystyrène sera soit déposé chez Biotop soit chez Knauf Industrie..

Et nous continuons de chercher des débouchés pour d'autres flux de déchets. Nous savons que certains débouchés vont être plus faciles à trouver que d'autres (par exemple, **la glassine** semble plus facilement revalorisable que le tissu d'arrachage ou le complexe de mise sous vide..)

Mais nous continuons d'essayer de découvrir toutes les solutions qui existeraient déjà.

e. Informations sur la mise en œuvre de la gestion de ces déchets

Une fois les débouchés identifiés pour les différentes catégories de déchets, les enjeux sont :

- De trier à la source
- De stocker les déchets, pour optimiser le temps et l'impact environnemental du transport.

Pour trier à la source, nous avons mis en place différentes poubelles chez Duqueine Atlantique (une dizaine de poubelles différentes à la zone déchet du chantier ainsi que de nombreuses poubelles proches des différents postes des opérateurs).



Les différents opérateurs devaient retirer les joints des différentes bâches et compacter ces déchets.

La référente déchets des P'tits Doudous, accompagnées par une ou deux personnes de chez Duqueine (Jérôme, responsable qualité, et Enzo puis Colas, stagiaires en ACV) passaient environ une **demi-journée toutes les trois semaines à sur-trier et compacter des déchets**.

Tous ces déchets ont été stockés dans un container de 20 pieds.

Il a fallu expédier une partie des déchets chez Airtech, à la moitié de la construction, sans quoi il n'aurait pas été possible de stocker tous les déchets.



L'IMOCA est désormais basé à son port d'attache : à La Trinité-Sur-Mer, et le hangar est à Saint Philibert.

Les poubelles et le conteneur sont également déplacés pour continuer d'effectuer ce tri.

Pour les déchets qui ne sont pas directement enlevés sur site, le transport est réalisé par un transporteur (partagé avec d'autres entreprises) pour les déchets **Airtech** :



Et le transport chez **Biotop** a été fait en camion :

Voici une vidéo qui résume tout ce que nous avons mis en place chez Duqueine Atlantique pour la gestion des déchets :

https://www.linkedin.com/posts/activity-7209223422663389184-LSle?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

Essayons maintenant de comprendre quel est l'impact de ces actions.



3 - LE BILAN DE CETTE GESTION DES DÉCHETS

a. Les avantages et les inconvénients de cette gestion des déchets

i. Le taux de revalorisation

Toutes les pesées dans ce rapport sont celles réalisées durant la phase de construction de la coque, du pont et de certaines cloisons chez Duqueine.

Ces données ne concernent pas pour le moment, la fin de la construction de cette coque pontée et structurée. Elles ne concernent pas non plus l'ensemble des autres éléments du bateau (quille, bulbe, mât, bôme, safran, foils, aménagements, voiles, bouts, textile, moteur, électronique embarqué...).

Donc, pour cette phase de construction chez Duqueine, nous avons essayé de peser les déchets le plus précisément possible mais elle comporte nécessairement une part d'aléa.

Certaines données ont été extrapolées (par exemple, pour le DIB, des pesées ont été réalisées pendant 5 mois puis extrapolées pendant les 16 mois de construction du bateau).

Voici donc les données des pesées des déchets que l'on considère comme étant revalorisées par Véolia :

- Films plastiques transparents : 575kg
- Cartons : 300kg

Déchets revalorisés par Biotop :

- Bâches Diatex : 250kg
- Séparateurs : 270kg
- Tissu micro-perforé : 83kg

Déchets revalorisés par AirTech :

- Bâches : 415kg
- Feutre drainant : 717kg
- Grillage de compactage : 20kg

Déchets carbone revalorisé par Jolan : 200kg

Déchets carbone revalorisé par la classe IMOCA : 100kg

En bref dans cette valorisation on aurait environ :

- Presque 1 tonne valorisée par Veolia
- 1,1 tonne envoyée chez AirTech
- 600 kilos valorisés par l'intermédiaire de Biotop
- 300 kg de carbone

Soit au total **2929kg de déchets qui devraient être revalorisés.**

Les déchets qui ne sont pas revalorisés sont le DIB. Eux représentent **2994kg**. Cela est lié à tous les consommables et aux environnements que nous n'arrivons pas à recycler, à la voie humide ...

Cela fait donc un total d'environ **6 tonnes de déchets**, et un **taux de valorisation estimé à 49%**.

La question devient donc : quelle est notre valeur ajoutée dans ce tri ?

On ne peut pas compter la tonne des déchets revalorisée par Véolia car elle l'aurait été dans tous les cas.

Ni les 300kg de carbone car Duqueine Atlantique a l'habitude de revaloriser ce type de déchet.

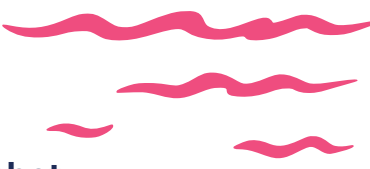
En revanche, on peut considérer que **nous avons permis de revaloriser : 1,1 tonne de déchets envoyés chez Airtech et 600kg envoyés chez Biotop, soit 1,7 tonne au total.**

Ces chiffres sont probablement peu parlant car les plastiques sont des déchets peu denses.

La surface parlerait certainement plus que le poids :

- Nous tentons de revaloriser **8000m2 de séparateurs**, soit une surface plus grande qu'un terrain de foot standard (7000m2).
- En bâche et en feutre drainant, la surface compactée de ces déchets a rempli **1,5 conteneur de 20 pieds.**





Dans un monde aux ressources limitées **il n'y a pas de "petit" déchet.**

Donc au-delà des chiffres, le fait de pouvoir visualiser ces déchets permet à tous ceux qui travaillent sur ce projet IMOCA (opérateurs, skipper, ingénieurs, logisticiens...) de mieux se représenter les déchets qu'impliquent la construction de ces nouveaux bateaux.

Cela permet aussi d'un peu mieux imaginer la démesure de consommation en eau, en énergie, en épuisement de ressources non renouvelables, en potentiel de réchauffement planétaire, en eutrophisation marine... et autres indicateurs sur l'impact de notre environnement.

ii. Les limites de ce taux de revalorisation

Si on considère qu'on a permis de **valoriser 1,7 tonne**, on sous-entend que les différents acteurs comme Biotop, Airtech, Karbon Creations et la Classe IMOCA ont garanti le recyclage des déchets que nous leur avons confié.

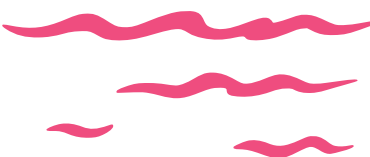
Pour **Biotop**, il y a une traçabilité, en lien avec la réglementation, qui garantit une traçabilité des déchets.

Côté **Airtech**, il s'agit encore une phase expérimentale où nous sommes dans l'attente de leurs retours sur comment sont revalorisés les différentes matières que nous leur avons fait acheminer. Mais nous trouvons qu'il est intéressant de participer à accompagner cet acteur dans la création de process de recyclage de ses matières.

Pour **Karbon Creations**, nous savons que Jolan n'utilise qu'une petite partie (10% maximum) des chutes de carbone que nous lui avons donné car les objets que nous avons décidé ensemble sont petits.

Pour les 90% restants, il peut soit les utiliser pour d'autres projets, soit faire du CSR, ce qui reste une solution moins pire que de l'incinération standard" ou de l'enfouissement.

Enfin, la **classe IMOCA** cherche la solution la plus adaptée pour revaloriser les déchets de carbone collectés dans la benne. Le fait d'avoir participé à remplir cette benne renforce l'importance de trouver une solution environnementalement intéressante.



Un autre aspect à prendre en compte sont **les émissions de CO2 du transport** :

- 2 AR Malville / Luxembourg pour les déchets Airtech avec 3 mètres de plancher linéaire d'un transporteur
- 1 AR en camion entre Saint Philibert et La Rochelle pour les déchets Biotop
- 2 AR Malville / Quimper pour les déchets carbone

Ces déchets auraient sinon été gérés plus localement par Veolia.

Il faut également comparer les émissions de CO2 de ces processus de recyclage par rapport à des processus classiques.

Pour conclure, sur ces 1,7 tonnes de déchets théoriquement mieux valorisés, on ne peut garantir à 100% que la valorisation des 600kg revalorisés par Biotop ainsi que 10% de 200kg (à savoir 20kg) revalorisé par Jolan.

Néanmoins, ces 1,7 tonnes s'inscrivent toutes dans une dynamique d'essayer de faire bouger les lignes :

1. Prendre conscience du volume de déchets que génère la construction d'un IMOCA est réfléchir avec plus d'attention à comment réduire ses déchets.
2. Accompagner la phase test d'un fabricant qui essaye de mettre en place des processus de recyclage pour recycler ses propres produits.
3. Contribuer à la massification d'un gisement de déchets déjà existant pour augmenter l'intérêt des recycleurs à travailler sur cette problématique.
4. Notre action donne des idées à des acteurs de ce secteur et d'autres équipes nous ont contactés pour essayer d'également mettre en place une gestion plus responsable des déchets.

iii. La perception des équipes

Comme cette gestion des déchets est nouvelle, il nous est paru important d'avoir un retour d'expérience des équipes de Duqueine pour comprendre comment était perçue cette démarche, ce qui a fonctionné et ce qui aurait pu être amélioré.

En voici un compte-rendu :

16 personnes ont répondu à ce questionnaire : cela représente plus de la moitié des effectifs travaillant sur le bateau au moment où le formulaire a été envoyé (il s'agit donc d'un échantillon représentatif).

De ces 16 personnes, 50% sont des techniciens composites et les autres 50% alternent entre le bureau d'études et l'atelier.

Question 1 : Comment avez-vous perçue cette gestion des déchets ?

Mettez une note de 1 : inutile à 10 : utile

Réponse 1 : La note moyenne est de 8,2/10.

Question 2 : Faire le tri des déchets vous a-t-il paru : De 1 : complexe à 10 : facile

Réponse 2 : Note moyenne : 7,56

Question 3 : Combien de temps supplémentaire (par rapport à une gestion plus classique des déchets) cela vous a-t-il pris par jour ?

Réponse 3 : Temps moyen : 7,5 minutes

Question 4 : Quels éléments auraient pu être améliorés selon vous ?

3 personnes ont répondu "RAS" ou "C'est parfait".

2 personnes ont répondu que la signalétique pouvait être améliorée : code couleur en accord avec les bacs, noms plus clairs des déchets etc.

1 personne a suggéré que la rotation des bacs soit plus rapide

1 personne a listé les déchets pour lesquels nous n'avons pas encore trouvé de solutions (résine, colle, déla etc.)

1 personne a conseillé d'augmenter encore la sensibilisation et la communication sur l'utilisation de ces poubelles.

1 personne propose qu'il y ait une personne dédiée à enlever le joint des bâches.

Pour conclure, les opérateurs semblent avoir apprécié cette démarche. Du moins elle est apparue comme étant utile (note de 8,2/10). De nombreux opérateurs ont remercié la personne en charge des déchets en leur disant que le chantier avait ainsi plus de sens. L'effort demandé (7,5 minutes par jour et par personne) semble plutôt raisonnable mais n'est pas négligeable et est donc à prendre en compte dans les plannings et dans les coûts RH.

Il reste néanmoins des éléments à améliorer, notamment en signalétique et en sensibilisation.

b. Le coût de ces actions

Un élément important, pour la mise en place ou non de nouveaux procédés, est combien cela a coûté par rapport à une solution standard.

Voici donc la liste des coûts.

Coûts des prestataires :

- Airtech : 0€
- Biotop : 250€ + 150€ de transport pour aller à La Rochelle
- Jolan : avance de trésorerie puis gains, encore en cours d'analyse (les ventes des bracelets et porte-clés sont encore en cours)
- Benne classe IMOCA : 0€

Total : 400€ (auxquels il faudra soustraire les recettes générées par les ventes de Jolan).

Coûts de la logistique associée :

- Achat d'un conteneur d'occasion + transport jusqu'à Malville + transport jusqu'à Saint-Philibert : 2700€
- Utilisation du compresseur chez Duqueine : compris dans le prix global du bateau
- Achat de différentes poubelles, réparties entre Duqueine et l'équipe Doudous Sail : 500€

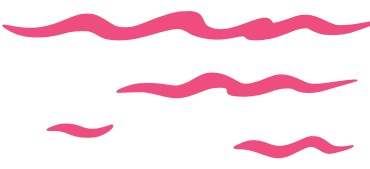
Total : 3200€

Coûts RH associés :

- 2 jours par semaine sur ce sujet d'une chargée de mission (taux jour 250€) : 9 jours X 13 mois x 250€ = environ 30 000€
- 1 jour par mois d'un cadre chez Duqueine (taux jour : 300€) : 1 jour x 16 mois x 300€ = 4800€
- ½ temps de deux stagiaires ayant des stages de 6 mois : 1000€ x 12 mois = 12 000€
- 7,5 minutes par jour pour 16 personnes à un taux horaire de 20€ de l'heure = 2heures/ par jour x 22 jours ouvrés x 16 mois x 20€ = 28160€. NB : la construction chez Duqueine a duré 16 mois. Les salaires sont des ordres de grandeur.

Total : 74900€

Coût total : 78500€



Regardons maintenant les recettes de cette opération déchets.

Recettes directes :

- Actuellement, le cout de traitement du DIB est de 274€ la tonne. On a évité que 1,7 tonnes aille au DIB, ce qui a donc fait économiser 465€. A laquelle on peut ajouter la location de deux bacs pendant 16 mois (location 1 bac/mois = 90€) + le coût d'un enlèvement par mois (120€). Soit $90€ \times 2 \text{ bacs} \times 16 \text{ mois} + 120€ \times 16 \text{ mois} = 4\,800€$.
- Un mécène a soutenu la construction de l'IMOCA spécifiquement pour cette action de recyclage, à hauteur de 20 000€.

Total recettes directes : 25 265€.

Donc coût total = coûts directs - recettes directes = 53 235€.

Recettes indirectes :

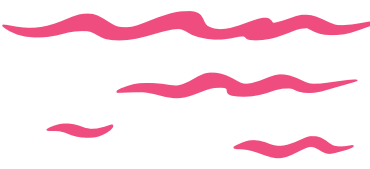
- Certains mécènes soutiennent le projet pour sa cohérence globale dont le recyclage fait partie
- Le recyclage fait partie des éléments que nous avons à raconter. Il est mentionné dans pratiquement toutes les interviews au sujet de l'IMOCA, certains articles et vidéos ont été tournés spécifiquement sur ce sujet, ce qui participe à accroître la désirabilité du projet auprès du grand public et des entreprises.
- Les opérateurs trouvent que cela a du sens de travailler dans un chantier qui essaye d'être plus responsable. Cela peut contribuer à baisser le turnover, or le turnover a un vrai coût.

Les recettes indirectes ne sont pas quantifiables mais il est probable qu'à court terme, mieux traiter les déchets représente un coût important dans l'absolu.

Néanmoins, si on considère que la construction d'un IMOCA neuf coûte 6 millions d'euros, **ces 53 235€ représentent 0,89% du budget.**

Quel est le gain de la préservation de l'environnement ou quel est le coût de sa destruction ?

Là réside encore une autre question.



c. L'héritage

Un aspect important à cette démarche est qu'elle a inspiré d'autres acteurs.

A commencer par **le chantier Duqueine Atlantique**.

Au sein de ce chantier, Duqueine a deux bâtiments : un consacré à la course au large et l'autre, bien plus grand, consacré à l'aéronautique.

Un troisième bâtiment est en cours de construction, également pour l'activité de l'aéronautique et des employés de Duqueine nous disent vouloir y mettre en place une gestion des déchets similaire à celle durant la construction de l'IMOCA.

Par ailleurs, un ingénieur ayant travaillé chez Duqueine, est désormais employé dans un autre chantier dans le Sud de la France. Voici le mail qu'il nous a envoyé :

" Bonjour Pauline,

Je me permets de te contacter car je travaillais précédemment sur le projet d'IMOCA Les P'tits Doudous chez Duqueine et j'ai pu constater l'énorme travail pour la réduction de l'impact environnemental que la team a réalisé.

Je travaille ajd pour un chantier de fabrication de catamaran en basalte nommée Windelo et j'ai pour projet de réduire l'empreinte écologique de notre fabrication composite.

Dans ce cadre, je cherche à trouver des filières de valorisation de nos déchets (Consommables d'infusion, bâches, chutes de fibres, chutes de pièces composites, chutes de mousses etc...).

Je sais que vous avez fait un énorme travail dans ce sens, auriez vous des contacts ou des pistes à me conseiller ?"

Ce mail laisse penser qu'il va également essayer de mettre en œuvre une gestion plus approfondie des déchets.

De plus, **le délégué général adjoint de la Fédération des Industries Nautiques (FIN)** a organisé **un atelier sur la gestion des déchets** avec différents chantiers nous a demandé à l'équipe de détailler ce que nous avons mis en place.

Par ailleurs, **la Classe IMOCA et Bretagne Développement Innovation (BDI)** ont organisé un atelier sur la gestion des déchets dans le composite, où 35 personnes de l'industrie (des architectes mais aussi des Teams : Banque Populaire ; Canadian Team ; MerConcept ; Actual...), sont venus voir notre dispositif.

Enfin, **d'autres acteurs du composite** rencontrent ces mêmes problématiques et la responsable RSE de **Climate Impulse** (entreprise fabricant des avions à hydrogène) nous a également contacté pour en savoir plus à ce sujet.

Donc on remarque qu'il existe un réel intérêt sur ce sujet et que le partage de bonnes pratiques peut permettre une progression collective.



4 - POUR ALLER PLUS LOIN

Le sujet de la gestion des déchets dans le composite peut encore largement être amélioré.

Creusons donc quelques pistes pour comprendre concrètement quelles pourraient être les prochaines étapes.

a. Comment réduire les déchets

Le sujet principal est comment réduire les déchets dans le milieu du composite, et plus spécifiquement dans ce cas d'étude, dans la course au large.

Malgré une étude de chaque achat, il nous a été difficile de comprendre comment réduire les déchets.

Le travail du composite génère intrinsèquement au moins 3 fois la surface de matière que l'on retrouve sur le produit fini.

Une première piste est donc de **continuer de limiter la construction de bateaux neufs.**

Mais même les bateaux déjà construits ont toujours des réparations ou des évolutions de structure à réaliser, générant ainsi du travail du composite ainsi que des déchets.

Une deuxième serait pourrait être **un guide des process de mise en œuvre qui utilisent le moins de consommables et/ ou qui utilisent les environnements qui sont le mieux réutilisables puis recyclables.**

Approfondir les études sur comment réaliser du composite avec moins d'environnements à usage unique est également une piste intéressante.

b. Des procédés qui n'existent pas encore

Par ailleurs, il existe de nombreux déchets pour lesquels nous n'avons pas trouvé de solution de revalorisation.

Comme par exemple :

- Tous les consommables (gants en latex, scotch de masquage, combinaison tyvek etc.)
- Certains environnements monomatières (tuyaux d'infusion, tissu d'arrachage etc.)
- Tous les environnements multi matières (complexe de mise sous vide etc.)



Il pourrait être intéressant de trouver des financements publics pour **lancer ou poursuivre des études en recherche fondamentale sur le recyclage de ces éléments.**

Airtech aussi est un exemple que les fabricants sont bien placés pour innover et tenter de trouver des solutions de recyclage pour leur produit, à réinjecter dans leur propre chaîne de valeur.

c. La nécessité de mutualiser les déchets.

De plus, une notion clé dans la gestion des déchets, peu importe le secteur, est la **mutualisation des déchets.**

Cela permet :

- D'obtenir des gisements plus importants auxquels les recycleurs ou autres industriels peuvent s'intéresser
- De réduire le coût par entreprise en mutualisant des RH sur le sujet, et des infrastructures
- D'optimiser l'impact environnemental des transports
- De générer une dynamique, localement, sur une gestion des déchets plus approfondie et par cette dynamique, de sensibiliser plus de personnes à l'importance d'essayer de changer de paradigme et de s'intégrer dans une démarche d'économie circulaire.

Les chantiers navals et équipes de courses au large sont nombreux dans un périmètre assez restreint, entre Vannes et Port-la-Forêt.

Une organisation qui se spécialiserait dans la gestion de la course au large semblerait pertinente et pourrait toucher un nombre important d'acteurs de ce secteur en France.

d. Une réglementation à adapter

Enfin, comme pour l'instant gérer ces déchets le mieux possible représente un réel coût, **des incitations pour le faire semblent nécessaires.**

Des lois pour légiférer les déchets de la construction en composite pourraient être précisées.

Et, à une échelle plus petite, la classe IMOCA pourrait faire évoluer **les règles de classe** en imposant un taux de revalorisation des déchets.

Nous avons conscience que beaucoup d'actions ont déjà été menées dans le sens des idées d'actions listées dans ces quatre paragraphes.

Et que si ce n'est pas déjà fait, c'est notamment car ces idées sont difficiles à mettre en œuvre.

Pour autant, reformuler des éléments permet parfois d'accélérer certaines initiatives, ou du moins de ne pas les perdre de vue.



CONCLUSION

La construction de l'IMOCA Les P'tits Doudous, inscrite dans une démarche d'économie circulaire, a montré qu'il était possible de réduire et **de revaloriser une partie des déchets générés malgré la complexité propre aux composites** (plastiques souillés, multi matériaux, etc.).

Le chantier a servi de véritable **laboratoire** : **cartographie** précise des déchets, tri spécifique avec plus de dix flux distincts, **formation** des équipes, et **création de partenariats** innovants avec des **recycleurs** pour les déchets réglementaires (film plastique transparent ; carton ; aérosol ; emballage vide souillé) et d'autres **acteurs** (**un fabricant** de tissu d'environnement qui récupère ses propres produits une fois qu'ils sont considérés comme des déchets, **un centre de mutualisation de déchets** pour de nombreux déchets plastiques, **un artisan** qui transforme les chutes de carbone en bijoux...)

Grâce à cette méthodologie, **le taux de revalorisation** des déchets a pu être porté de 10 % (taux habituel dans la construction d'un IMOCA) **à près de 50 %**. Bien que perfectible, cette expérimentation met en lumière une évidence : c'est **collectivement** que nous devons repenser la façon de générer moins de déchets dans la course au large, en explorant notamment des pistes comme la mutualisation des filières de traitement.

LA GESTION DES DÉCHETS SUR LE CHANTIER DE L'IMOCA LES P'TITS DOUDOUS

-

Par Pauline GÉRARDIN et toute l'équipe de l'IMOCA *Les P'tits Doudous*