



RAPPORT

Mission d'expertise de gestion des déchets plastiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente, Cap Vert

Projet n°210493 – V2 – 24/02/2022

BIOSFERA



Ce rapport a été financé par le Fonds pour les îles de l'association SMILO avec le soutien du Fonds Français pour l'Environnement Mondial.



CLIENT

RAISON SOCIALE	Biosfera
COORDONNÉES	Rua de Moçambique, nº 28 - Mindelo Caixa Postal 233 ilha de São Vicente Cabo Verde
INTERLOCUTEUR	Blandine MELIS Diretora ONG Biosfera Tel / Whatsapp : 00 238 97 66 758 E-mail : bmelis@hotmail.com

SCE

COORDONNÉES – Siège social	Siège Social 4, rue Viviani – CS26220 44262 NANTES Cedex 2 FRANCE Tél. 02.51.17.29.29 - Fax 02.51.17.29.99 Courriel : sce@sce.fr
SAS au capital de 1 000 000 € - RCS NANTES B 345 081 459 - SIRET 345 081 459 00330 - N° TVA intracommunautaire FR55345081459 – NAF : 7112 B Représentant Légal : Yves Gillet	
ENTITE EN CHARGE DE L'ETUDE	SCE – Nantes 4, rue Viviani – CS26220 44262 NANTES Cedex 2 FRANCE
INTERLOCUTEUR	Timothée DAVID – Chef de projet Tél. / Whatsapp : +33 7 85 62 83 80 E-mail : timothee.david@sce.fr

RAPPORT

TITRE	Mission d'expertise sur la gestion des déchets plastiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente, Cap Vert
NOMBRE DE PAGES	51 (hors annexes)
NOMBRE D'ANNEXES	2
OFFRE DE RÉFÉRENCE	IP011069 V2 du 19/04/2021
N° COMMANDE	Bon pour accord en date du 03/05/2021

SIGNATAIRE

RÉFÉRENCE	DATE	VERSION DU DOCUMENT	OBJET DE LA RÉVISION	RÉDACTION	APPROBATION
210493	07/12/2021	V1	-	Moïsa FEILLES	Timothée DAVID
210493	24/02/2022	V2	Remarques Biosfera	Moïsa FEILLES	Timothée DAVID

Sommaire

1. Contexte et objectifs de la mission.....	6
2. Etat des lieux liés à la gestion des déchets plastiques sur les îles de Santa Luzia et de São Vicente.....	7
2.1. Caractéristiques géographiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente	7
2.2. L'île de Santa Luzia	7
3. Expertise sur la gestion des macrodéchets échoués de la plage d'Achados sur l'île de Santa Luzia	11
3.1. Caractérisation et quantification du gisement de macrodéchets	11
3.2. Amélioration des moyens de collecte, de transport et de traitement des déchets plastiques de l'île de Santa Luzia.....	20
4. Expertise sur la stratégie de gestion des déchets plastiques à l'échelle de l'île de São Vicente	27
4.1. Etude du cadre réglementaire au Cap Vert.....	27
4.2. Initiatives Capverdiennes de recyclage des déchets plastiques	29
4.3. Etude de solutions de valorisation des déchets plastiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente.....	30
4.4. Proposition de solutions de valorisation des déchets plastiques	46
5. Conclusions	51

Table des figures

<i>Figure 1 : Vue aérienne de l'archipel du Cap Vert et des îles de São Vicente et Santa Luzia (source Google).....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 2 : Macrodéchets présents sur le littoral de Santa Luzia (source Biosfera).....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Vue aérienne de l'île de Santa Luzia et de la plage d'Achados (source Google).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 4 : Gestion des macrodéchets sur l'île de Santa Luzia (source Biosfera).....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 5 : Résidus et concrétions imbrulées de filets de pêche (source SCE 2021).....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 6 : Caractéristiques des zones de dépôts (source SCE 2021).....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 7 : Emprises estimatives des zones impactées par les macrodéchets (source SCE 2021).....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 8 : Schéma de répartition des placettes sur la bande d'échantillonnage (dimensions non représentatives) ; Source : Protocole de caractérisation SCE.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 9 : Exemple de placette P2 de prélèvement (source SCE 2021).....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 10 : Exemple de placette P1 de prélèvement (source SCE 2021).....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 11 : Pots à poulpes collectés par Biosfera sur la plage d'Achados en 2019 (source : Biosfera 2019).....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 12 : Distribution massique et volumique par catégories de matières (source SCE 2021).....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 13 : Photos de filets de pêche et pot à poulpe collecté à Santa Luzia (source : SCE 2021).....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 14 : Répartition des différentes résines plastiques prélevées en masse et volume (%) (source SCE 2021).....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 15 : Marques identifiées lors de la campagne de nettoyage en 2019 (source Biosfera) .</i>	<i>19</i>
<i>Figure 16 : Constitution des casiers de stockage temporaire des macrodéchets lors de la campagne de 2021 (source SCE).....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 17 : Accès à l'île de Santa Luzia (source SCE).....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 18 : Présentation du matériel pressenti pour le chantier test de collecte et de transport des déchets marins.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 19 : Première caractérisation et quantification des déchets produits annuellement sur l'île de São Vicente (source PENDER).....</i>	<i>27</i>
<i>Figure 20 : Schéma de valorisation des filets de pêche (source SCE).....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 21 : Ligne d'extrusion du PE - entreprise RECYPLAST ; Côte d'Ivoire (Source SCE 2019).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 22 : Illustrations des différents modèles de toitures fabriqués par ROOF ECO (source https://www.roofecosystem.com/).....</i>	<i>35</i>

<i>Figure 23 : Briques en sortie d'extrusion dans les ateliers de Conceptos plasticos.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 24 : Modèles de machines développées par Precious Plastic</i>	<i>38</i>
<i>Figure 25 : Diagramme de fonctionnement des lignes de valorisation des déchets par EXTRUPAS ; Source : Pontoverde "Jornadas técnicas 2015"</i>	<i>39</i>
<i>Figure 26 : Exemples de produits fabriqués par EXTRUPAS (transat 185 €, cabane 1 200 €, chaise 94 €) ; Source : http://www.extruplas.com.....</i>	<i>40</i>
<i>Figure 27 : Byblocks fabriqué par BYFUSION ; Source : www.byfusion.com</i>	<i>41</i>
<i>Figure 28 : Bloker fabriqué et breveté par BUFUSION ; Source : https://www.byfusion.com/blocker/.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 29 : Démonstrateur élaboré par GET PLAST.....</i>	<i>42</i>
<i>Figure 30 : Proposition de SCE pour la mise en œuvre d'un projet évolutif de valorisation des déchets plastiques</i>	<i>47</i>
<i>Figure 31 : Schéma de fonctionnement du centre de tri et de valorisation des plastiques à réaliser sur l'île de São Vicente (source SCE).....</i>	<i>49</i>

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Résines plastiques identifiées selon le système SPI d'identification des résines (Society of the Plastics Industry).....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 2 : Typologie des déchets retrouvés par catégorie de matière (campagne SCE-Biosfera 2021).....</i>	<i>15</i>
<i>Tableau 3 : Présentation des 10 objets les plus retrouvés lors des prélèvements - toutes catégories confondues (campagne SCE-Biosfera 2021).....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 4 : Quantification du gisement de déchet et de plastique par zone d'échouage (Source : SCE 2021)</i>	<i>20</i>
<i>Tableau 5 : Comparaison du diesel de Scarabtech et le diesel commercialisé en Afrique du Sud</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 6 : Application des différentes solutions de valorisation en fonctions des résines plastiques (source SCE).....</i>	<i>44</i>

Table des annexes

<i>Annexe 1 : Localisation des bandes de prélèvements de caractérisation des macrodéchets – campagne sce 2021 (2 pages)</i>	
<i>Annexe 2 : Caractérisation des résines plastiques (campagne SCE 2021) (1 page)</i>	

1. Contexte et objectifs de la mission

L'île de Santa Luzia située au nord de l'archipel du Cap Vert et à environ 8,5 km au sud-est de l'île de São Vicente est une réserve naturelle d'une richesse floristique et faunistique exceptionnelle.

Cette richesse tient au fait qu'elle constitue un lieu important dans l'Atlantique pour la reproduction d'espèces marines telle que et la tortue *Caretta Caretta*. En outre, en raison de son isolement géographique, l'île de Santa Luzia abrite des reptiles et des oiseaux endémiques qui sont menacés.

La plage d'Achados située au nord-est de l'île est jonchée de déchets marins apportés en permanence par les vents dominants. Plus de 80 % de ces déchets sont constitués d'engins et matériels de pêche perdus ou abandonnés (filets, bouts de cordage en nylon et plastique, bouteilles, caisses de pêche en plastique). Ces déchets plastiques génèrent un impact important tout particulièrement sur les activités de reproduction des tortues (enchevêtrement de celles-ci).

L'ONG Biosfera œuvre depuis 15 ans dans la promotion de la conservation des espèces côtières et marines et de leurs habitats et mobilise la société civile du Cap Vert pour protéger l'environnement.

Depuis plusieurs années, Biosfera intervient au mois de mai sur la plage d'Achados pour collecter les macrodéchets échoués. Cette opération est réalisée avant la saison de ponte des tortues. Plusieurs tonnes de déchets plastiques sont ainsi enfouies ou brûlées sur place. Ces pratiques occasionnent des impacts à court et long terme sur l'environnement (fragmentation des déchets en microplastiques, relargage massif des macrodéchets sur le littoral compte tenu de l'érosion des sites d'enfouissement, production de polluants organiques persistants suite au brûlage de ces matières, exposition aux fumées nocives pour les bénévoles, etc.). Biosfera souhaite améliorer ses pratiques et tendre vers une valorisation vertueuse de ces déchets. Pour ce faire elle recherche l'appui d'un expert pour l'accompagner dans sa démarche.

La stratégie de conservation déployée par Biosfera sur la période 2020-2025 intègre un volet de lutte contre la pollution marine par les plastiques. Si les activités de nettoyage des plages restent essentielles, Biosfera souhaite renforcer son expertise sur les mesures appropriées de collecte et d'élimination des déchets à Santa Luzia.

L'île de Santa Luzia est engagée depuis 2017 dans la démarche de labellisation Ile Durable de l'association SMILO (Small Islands Organisation). Dans ce cadre, Biosfera a obtenu un financement du Fonds pour les îles de SMILO pour réaliser cette mission d'expertise de gestion des déchets plastiques de Santa Luzia.

La mission d'expertise proposée par SCE s'inscrit sur deux volets :

- ▶ Sur les macrodéchets échoués sur la plage d'Achados de l'île de Santa Luzia en :
 - Caractérisant et quantifiant le gisement de macrodéchets plastiques présents.
 - Examinant les moyens de collecte, les solutions de traitement à court terme des macrodéchets plastiques sur l'île de Santa Luzia, les solutions de transport des macrodéchets plastiques vers l'île voisine de São Vicente, les solutions de valorisation des macrodéchets plastiques de l'île de Santa Luzia vers l'île voisine de São Vicente.
 - Proposant l'amélioration des moyens collecte, transport et valorisation de ces déchets.
- ▶ Sur la stratégie de gestion des déchets plastiques à l'échelle de l'île de São Vicente en :
 - Réalisant une analyse bibliographique du contexte et des perspectives à court / moyen termes de l'Etat du Cap Vert.
 - Définissant le type de solutions à mettre en œuvre en formulant deux à trois scénarios de valorisation des déchets plastiques de l'île de Santa Luzia et de São Vicente.

Les résultats de la présente mission réalisée en mai et juillet 2021 sont présentés aux chapitres suivants.

2. Etat des lieux liés à la gestion des déchets plastiques sur les îles de Santa Luzia et de São Vicente

2.1. Caractéristiques géographiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente

L'île de Santa Luzia, située au nord de l'archipel du Cap Vert couvre une superficie d'environ 34,27 km² et représente une des plus petites îles de l'archipel. Elle accueille quelques campements de pêcheurs.

L'île de Santa Luzia est située à environ 8,5 km au sud-est de l'île de São Vicente qui s'étend sur une superficie de près de 227 km² et représente la seconde île la plus peuplée des îles du Cap-Vert. Mindelo en est la ville principale. Seconde ville du pays, elle concentre une grande partie de la population de l'île avec 72 300 habitants. L'île, d'aspect sec et de climat aride, tire ses principales ressources de la pêche, du tourisme et de l'exploitation de son port très fréquenté, le Porto Grande.

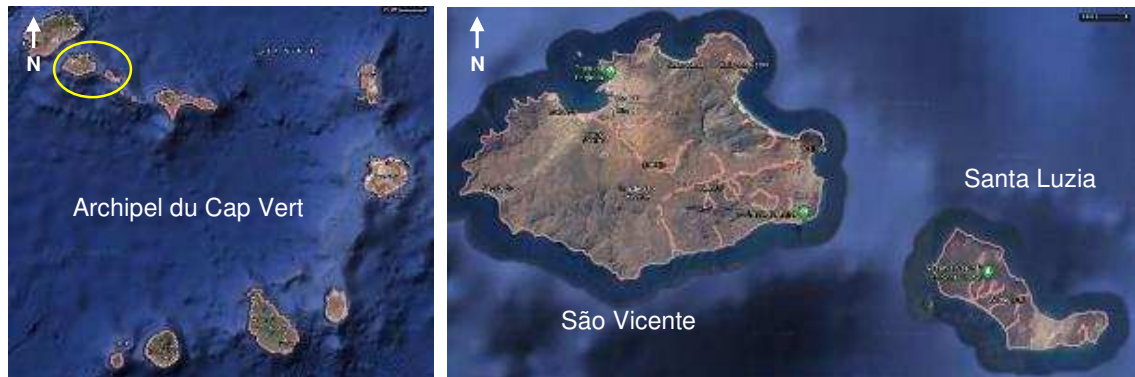


Figure 1 : Vue aérienne de l'archipel du Cap Vert et des îles de São Vicente et Santa Luzia (source Google)

2.2. L'île de Santa Luzia

2.2.1. Une réserve exceptionnelle de biodiversité

La morphologie de l'île de Santa Luzia est caractérisée par la prédominance de terrains accidentés. Cette île possède un massif montagneux central, soumis à une usure intensive sur les deux côtés et couronnée par le mont Topona, le point le plus haut de l'île avec 397 m. On y trouve aussi des reliefs intermédiaires (collines ondulées) et une zone côtière d'aplatissement, qui entoure l'ensemble de l'île avec quelques plages de sable blanc.

L'île de Santa Luzia possède un panorama géomorphologique composé de scénarios et paysages différents qui reflètent des faciès écologiques et des sols très divers comme les plages, les dunes mobiles, les bas des rivières et les lits d'écoulement larges, les formations de laves, les surfaces de dépôt de sédiments, les plates-formes basaltiques, les dalles en calcaire superficielles, les collines ainsi que les massifs montagneux (crêtes, sommets, vallées et pentes abruptes sculptées).

Le caractère unique de ce complexe est dû au fait qu'il constitue un lieu important dans l'Atlantique pour la nidification et la reproduction des espèces marines en particulier de la tortue commune (*Caretta caretta*). En outre, en raison de son isolement géographique, l'île de Santa Luzia abrite des reptiles et des oiseaux endémiques (puffin et alouette de l'îlot Raso), qui sont menacés d'extinction.

Inhabitée, celle-ci accueille quelques dizaines de pêcheurs traditionnels ainsi que les gardes de la réserve.

2.2.2. La problématique des macrodéchets sur l'île de Santa Luzia

Exposé aux courants marins dominants, la plage d'Achados située au nord-est de l'île et d'une longueur d'environ 4 km, accumule des tonnes de déchets issus de l'océan, rendant difficile l'accès aux tortues *Caretta Caretta* pour leur nidification.

Les vents dominants apportent les déchets marins en permanence. D'après Biosfera, plus de 80 % d'entre eux sont constitués d'engins et matériels de pêche perdus ou abandonnés (filets, bouts de cordage en nylon et plastique, bouteilles, caisses de pêche en plastique).



Figure 2 : Macrodéchets présents sur le littoral de Santa Luzia (source Biosfera)

Depuis quelques années, Biosfera mène des campagnes de nettoyage du littoral avant la saison de reproduction. L'enlèvement des déchets sur le littoral permet de rendre accessible cet espace et d'augmenter la progression des juvéniles vers l'océan.

Les contraintes d'accessibilité à la plage d'Achados sont des paramètres déterminants à prendre en compte dans la gestion des macrodéchets :

- ▶ L'île de Santa Luzia est accessible de Mindelo (après 5 heures de mer). Il n'y a pas de débarcadère à Santa Luzia. Le personnel est débarqué sur la plage de sable de Francisca, située au sud, sous le vent de l'île.
- ▶ Il faut environ 30 minutes pour rejoindre à pied la plage d'Achados où se trouve les déchets. Le parcours pour rejoindre Achados traverse des dunes et de la végétation.

Les campagnes de nettoyage sont réalisées avec des moyens modestes, mobilisant des bénévoles sur plusieurs jours.

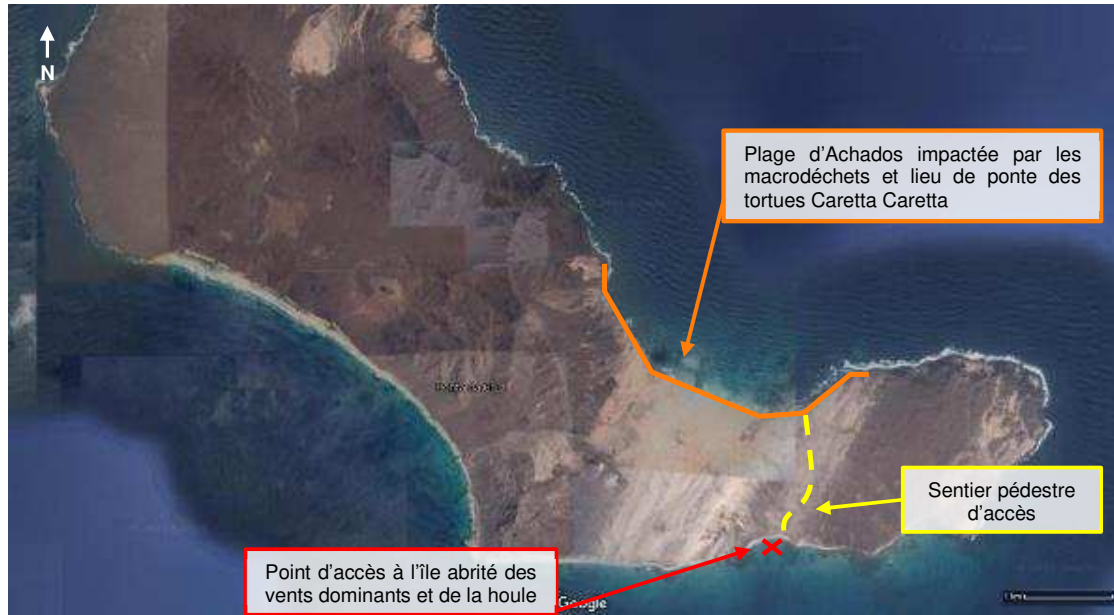


Figure 3 : Vue aérienne de l'île de Santa Luzia et de la plage d'Achados (source Google)

Depuis quelques années, des méthodes expérimentales sont mises en œuvre afin de gérer dans l'urgence les déchets. En 2019, quatre fosses ont été creusées dans le sable jusqu'à 3 m de profondeur sur 3 m de largeur et 5 m de longueur environ. Les macrodéchets collectés ont pu être enfouis. Mais il a été constaté lors des années suivantes que les fouilles comblées s'étaient érodées et que les macrodéchets plastiques se fragmentaient en petits éléments, libérant ainsi progressivement des microplastiques dans l'environnement. Ces fosses totalisent pour chacune un volume de 45 m³ de déchets. Considérant une masse volumique de 0,5 pour les différentes catégories de déchets enfouis, il peut être attendu un tonnage en place au droit de ces 4 fosses de près de 90 tonnes.



Figure 4 : Gestion des macrodéchets sur l'île de Santa Luzia (source Biosfera)

Des opérations expérimentales de brûlage ont été menées précédemment, faute de solution sur l'île et sur celle de São Vicente. Lors de l'expertise menée par SCE en 2021, des traces de sous-produits issus du brûlage ont été observés au sol. A ces impacts résiduels il convient d'ajouter les impacts immédiats (envols des résidus, impact atmosphérique et retombées de poussières et gaz nocifs pour l'environnement).



Figure 5 : Résidus et concrétions imbrulées de filets de pêche (source SCE 2021)

L'île de Santa Luzia étant inhabitée, aucune solution de valorisation des déchets n'est envisageable compte tenu de l'absence d'infrastructures.

Sur l'île voisine de São Vicente, les déchets sont acheminés au sein de la décharge municipale de Mindelo où la pratique du brûlage est omniprésente. Aucune solution pérenne n'est actuellement déployée.

La dernière campagne de ramassage des macrodéchets date de 2019. Des campagnes annuelles étaient préalablement conduites par Biosfera et ses partenaires. Jusqu'à présent, les déchets sont ramassés sans triage. Aucune caractérisation de ces déchets n'a été réalisée.

En 2020, la crise du Covid 19 n'a pas permis de réaliser de collecte des macrodéchets sur le littoral d'Achados. Il est donc attendu un stock conséquent de macrodéchets sur la période 2019/2021.

3. Expertise sur la gestion des macrodéchets échoués de la plage d'Achados sur l'île de Santa Luzia

3.1. Caractérisation et quantification du gisement de macrodéchets

3.1.1. Objectifs

L'objectif de cet état des lieux est :

- ▶ De disposer de données représentatives de la pollution de la plage d'Achados par les macrodéchets :
 - Caractérisation du gisement selon le protocole OSPAR¹.
 - Quantification du gisement selon le retour d'expérience de SCE.
- ▶ De définir le potentiel de valorisation des déchets plastiques en vue d'intégrer ces déchets dans un schéma global de valorisation sur l'île voisine habitée de São Vicente.

3.1.2. Caractéristiques des zones d'échouages et de dépôts

La méthodologie opérationnelle de caractérisation des déchets échoués sur la plage d'Achados a été élaborée de manière à être modulable en fonction des morphologies du terrain d'étude. Pour cela, une reconnaissance de terrain a été réalisée au préalable de la campagne de caractérisation.

La reconnaissance terrain a permis de définir les différentes morphologies en présence :

- ▶ **L'estran** : correspondant au linéaire de la plage, c'est un espace soumis à la marée où les déchets atterrissent en premier, mais où ils peuvent également être remobilisés. L'estran possède différentes caractéristiques : celui-ci est en majorité composé de sables et peut être entremêlés à des galets. Des rochers sont présents au pied de celui-ci, immergés. Cet espace concentre la majorité des déchets. Suivant la morphologie de la côte, des secteurs peuvent présenter des fortes concentrations de déchets.
- ▶ **Les dunes** : zone légèrement vallonnée qui surplombe la plage, composées de sable et de petits bosquets végétalisés. Les conditions météorologiques (vents forts notamment) transportent les déchets mobiles et légers (bouteilles plastiques, pot à poulpe, débris de filets, etc.) depuis l'estran vers cet espace sur plusieurs centaines de mètres localement.

Les photographies suivantes présentent les caractéristiques de ces zones.

¹ Protocole développé par la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Ouest (OSPAR).



Figure 6 : Caractéristiques des zones de dépôts (source SCE 2021)

Suite aux reconnaissances de terrain, les emprises estimatives des deux typologies de zones impactées par les macrodéchets sont présentées à la figure suivante :



Figure 7 : Emprises estimatives des zones impactées par les macrodéchets (source SCE 2021)

3.1.3. Méthodologie d'échantillonnage mise en œuvre

La méthodologie opérationnelle a été élaborée au démarrage de l'étude en avril 2021 par SCE dans l'objectif de comprendre le comportement des macrodéchets échoués, ainsi que de mesurer les différents niveaux de difficultés qui peuvent être rencontrés durant les campagnes de collecte.

Cette méthodologie a été élaborée de manière à pouvoir observer ces différences en fonction de la distance entre la zone d'échouage et le niveau de l'eau.

Pour cela, à plusieurs reprises, deux prélèvements systématiques ont été réalisés dans une « bande » sélectionnée durant la phase de reconnaissance terrain.

Une « bande » commence du haut de plage jusqu'en partie basse de l'estran (Océan Atlantique), elle est divisée en 3 parties : les 2 placettes de caractérisation de 10m x 10m (X et Y) ; et la zone non caractérisée se situant entre ces deux placettes, qui a été mesurée également.

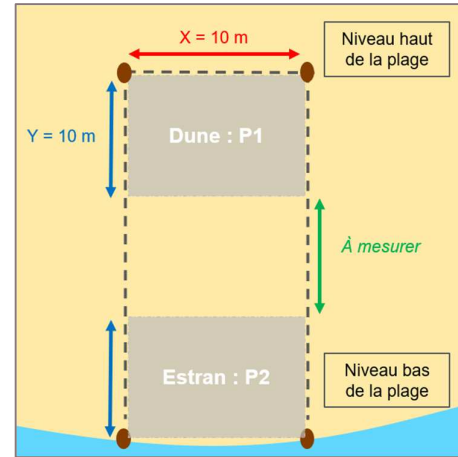


Figure 8 : Schéma de répartition des placettes sur la bande d'échantillonnage (dimensions non représentatives) ; Source : Protocole de caractérisation SCE

Afin de disposer de données représentatives, 5 bandes ont été sélectionnées le long des 4 km du littoral, permettant ainsi de caractériser 10 placettes.



Figure 9 : Exemple de placette P2 de prélèvement (source SCE 2021)



Figure 10 : Exemple de placette P1 de prélèvement (source SCE 2021)

La localisation des placettes de prélèvement est présentée à l'**Annexe 1**.

3.1.4. Méthode de tri des déchets

Le tri consiste à caractériser et dénombrer les déchets suivant la méthode « OSPAR Marine Litter ».

La Commission OSPAR, composée des représentants des 15 gouvernements, s'est rapidement penchée sur la problématique des déchets marins résultant des activités humaines. Un projet pilote sur la surveillance des déchets sur les plages, mené de 2000 à 2006, a ainsi été à la genèse du programme OSPAR.

Ce projet a permis de développer un protocole commun et standardisé de comptage des déchets sur les plages. Les données obtenues sont intégrées à une base de données commune et alimentent également les données du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement). Cette base de données permet de suivre l'évolution des macrodéchets retrouvés et leurs caractéristiques.

Ce protocole standardisé répartit les objets en fonction de leur composition matière (plastique, papier, bois, etc.), la grille est donc composée des 11 catégories matières. Elles sont ensuite subdivisées en 111 sous-catégories représentées par la typologie d'objets (sacs plastiques, bouteilles, bouchons, etc.). L'utilisateur de cette grille doit ainsi dénombrer les objets pour remplir la grille. Cette classification est donc très précise pour réaliser le tri des macrodéchets et répondre aux objectifs de cette caractérisation.

Eu égard des conditions de cette campagne de caractérisation, SCE a adapté sa méthode afin de faciliter son déroulement de la collecte, en simplifiant le nombre de catégories en prenant en compte les retours d'expérience de bénévoles de Biosfera ayant déjà participé à un nettoyage de la plage d'Achados. La méthodologie appliquée prenait donc en compte 10 catégories matière, sous-divisé en 52 catégories d'objets. Dont une catégorie supplémentaire : « les pots à poulpe », déchet incontournable sur l'ensemble de l'archipel capverdien.



Figure 11 : Pots à poulpes collectés par Biosfera sur la plage d'Achados en 2019 (source : Biosfera 2019)

D'autre part, au-delà de la méthode OSPAR, SCE a effectué un tri des plastiques par résine afin de pouvoir évaluer les possibilités de recyclage matière des macrodéchets plastiques sur le marché local et international. Ce tri est basé sur le système international SPI².

1	2	3	4	5	6	7
PET	PEHD	PVC	PEBD	PP	PS	OTHER

Tableau 1 : Résines plastiques identifiées selon le système SPI d'identification des résines (Society of the Plastics Industry)

3.1.5. Résultats de la caractérisation

3.1.5.1. Typologie des déchets

La typologie des déchets observés selon les 10 catégories de matières est la suivante.

Tableau 2 : Typologie des déchets retrouvés par catégorie de matière (campagne SCE-Biosfera 2021)

Catégorie	Nombre d'objets	% en nombre
Plastique/ Polystyrène	8 195	84,2 %
Bois (usiné)	1 422	14,6 %
Verre	60	0,6 %
Métal	38	0,4 %
Vêtements / Textiles	9	0,1 %
Caoutchouc	5	0,1 %
Déchets sanitaires & médicaux	2	< 0,1 %
Poterie / Céramique	0	0,0 %

² Society of the Plastics Industry

Papier / Cartons	0	0,0 %
Autres polluants	0	0,0 %
Total	9 731	100%

La catégorie la plus retrouvée en nombre est la catégorie « Plastique / polystyrène ». Ces déchets représentent 84,2 % des déchets prélevés.

Nous constatons que 3 catégories n'ont pas été retrouvées, cela s'explique par le comportement de ces différentes matières :

- ▶ Poterie/ Céramique : ces éléments ayant une densité élevée, il est normal que leur transport par les courants marins ne soit pas observé, ils coulent rapidement. De plus, contrairement au verre, ces éléments ont rarement une forme creuse et fermes (type bouteille) qui permet leur flottaison.
- ▶ Papiers/ cartons : étant des matières organiques, ils se dégradent rapidement dans l'eau.
- ▶ Autres polluants : cette catégorie comporte des matériaux très spécifiques (cire, gomme, etc.), il n'est pas surprenant de ne pas en retrouver en raison de leur présence minime sur le marché.

La caractérisation a permis d'identifier et dénombrer les différents objets sur le site. Il en ressort les éléments suivants :

Tableau 3 : Présentation des 10 objets les plus retrouvés lors des prélèvements - toutes catégories confondues (campagne SCE-Biosfera 2021)

	Objets	Nombre d'objets	% nombre
Bâche, emballage de produits industriels, film plastique		3 204	32,93%
Bois usiné		1 422	14,61%
Filet et cordage emmêlés		1 106	11,37%
Caisse, panier (hors pêche)		961	9,88%
Cordage (diamètre < à 1 cm)		750	7,70%
	Objets	Nombre d'objets	% nombre
Bouteille de boisson		658	6,76%
Autres (inclus tubes plastiques)		314	3,23%
Pot à poulpe		286	2,94%
Filet et morceaux de filet (> à 50 cm)		143	1,47%
Produit de nettoyage		115	1,18%
Autres*		772	7,93%
	Total	9 731	

*Autres : regroupe les 42 catégories restantes

Durant cette campagne, 9 731 objets ont été caractérisés. Nous constatons que le top 10 des catégories retrouvées représente 92% des objets prélevés sur les 52 catégories.

- ▶ **6 catégories sont des objets liés à l'activité de pêche, soit 66% des objets retrouvés.** Cette donnée met en avant la forte implication de cette activité sur les volumes de déchets marins. La problématique n'est pas exclusive au Cap vert, en effet l'IFREMER a indiqué en avril 2021 : « En 2018, les engins de pêche représentaient 27 % des déchets marins plastiques retrouvés sur les plages européennes »³.
- ▶ **Deux catégories sont issues de bien de consommation, représentant à elles seules 28 % en nombre :** les « bouteilles de boissons » et les « produit de nettoyage ». Ces deux objets ont un design creux, ce qui facilite leur transport sur de longues distances. Néanmoins, il témoigne de la présence de déchets issus des ménages (produit de nettoyage) dans le milieu marin.
- ▶ **Le « bois usiné » est le seul objet du classement qu'il n'est pas en plastique,** identifié en bleu sur le tableau, ce sont essentiellement des morceaux de palettes. Ces résultats reflètent la part de 84,2 % qu'occupent les objets plastiques.

3.1.5.2. Répartition par matière

La répartition par matière des déchets échantillonnés permet, au regard de l'étude des filières locales de recyclage, d'identifier les débouchés industriels possibles pour ces déchets.

En outre, elle va permettre également de mieux apprécier la composition des différents stocks de déchets présents sur la plage d'Achados.

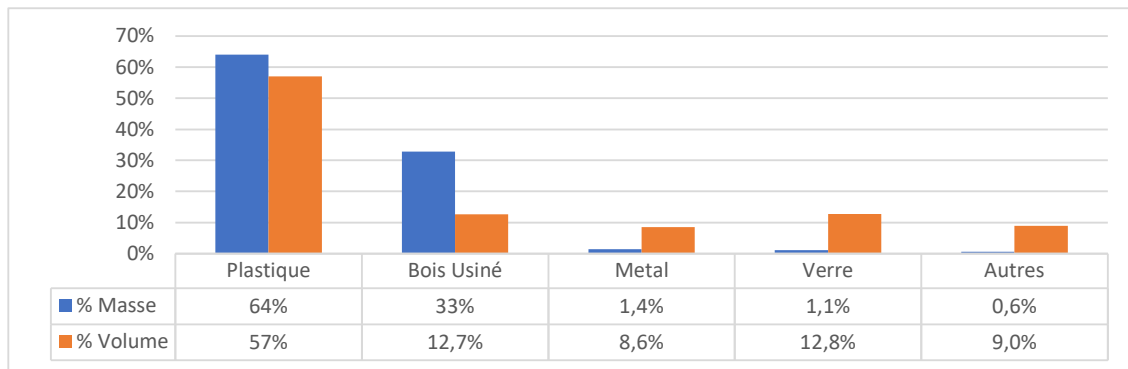


Figure 12 : Distribution massique et volumique par catégories de matières (source SCE 2021)

Le plastique est majoritaire en termes de masse et de volume. Il représente 64 % en masse et 57 % du volume caractérisé.

Le bois usiné forme la seconde catégorie la plus retrouvée, comme décrit dans le paragraphe « typologie des déchets », le bois est le seul matériau que l'on retrouve dans le top 10 des objets retrouvés. Sa densité supérieure à celle du plastique - notamment quand il est humide – explique l'écart entre la part massique et la part volumique qu'il représente.

Quant aux fractions tel que le métal et le verre, à l'inverse, leur part volumique est plus important que celle massique malgré leur densité, ce phénomène s'explique par le design des objets retrouvés. Ce sont principalement des objets creux, ce qui facilite leurs transport (bouteille de gaz, aérosols, bouteille de boisson).

3.1.5.3. Résines plastiques identifiées

Dans une démarche d'identification des plastiques rencontrés afin d'étudier leur valorisation, les polymères ont été étudiés suivant les 7 classes de résines identifiées par le système international SPI.

³ <https://www.ifremer.fr/Espace-Presses/Communiqués-de-presses/4-000-dechets-d-engins-de-peche-signales-en-6-mois>

Ce classement par résine permet de distinguer la part des matières recyclables et non recyclables localement.

En compléments, deux autres catégories ont été ajoutées :

- ▶ Les filets de pêches, majoritaires dans le gisement (55.4 % en masse et 46.5 % en volume). Au vu des typologies de filets identifiés (filets de chalutage principalement), et sur la base des échanges avec Fil & Fab, on peut s'attendre à ce que ces filets soient en majorité composés de PE.
- ▶ Les pots à poulpes, très présents également, et dont la composition reste à confirmer. Des analyses visant à identifier leur composition seront réalisées.



Figure 13 : Photos de filets de pêche et pot à poulpe collectés à Santa Luzia (source : SCE 2021)

Les filets de pêches et pots à poulpes ne sont pas seulement les plus fréquents en nombre, ils le sont également en masse et volume.

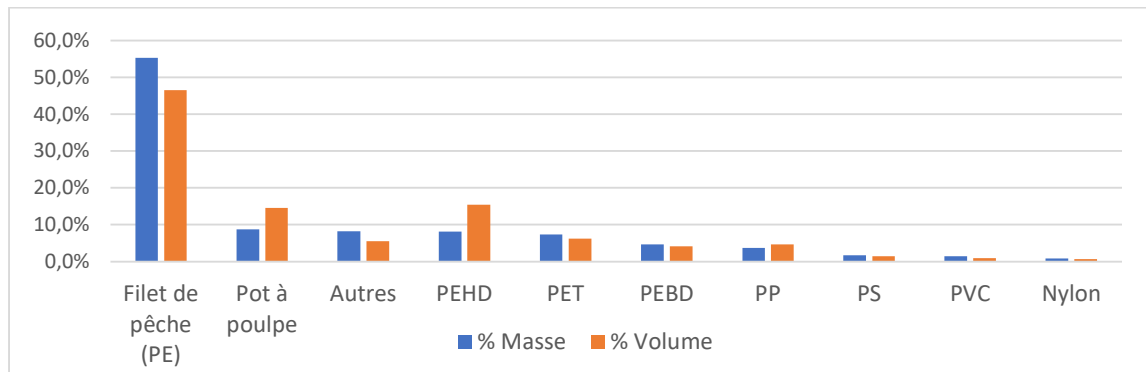


Figure 14 : Répartition des différentes résines plastiques prélevées en masse et volume (%) (source SCE 2021)

Le PE est le gisement le plus important parmi les résines plastique, avec un total de 68 % en masse et 66% en volume (filets de pêche, avec PEHD et PEBD).

La catégorie « Autres » regroupe les autres résines plastiques, ainsi que les résines non identifiées (fragment trop petit, absence d'indications, etc.). Dans un processus de traitement, trier ces déchets pour un recyclage matière ne serait pas économiquement pertinent. Ainsi, pour refléter les conditions envisageables pour le futur dispositif (la limitation des compétences humaines et techniques) les déchets trop fragmentés ont été classés dans la catégorie « Autres ».

Le détail de la caractérisation des résines plastiques est présenté à l'**Annexe 2**.

Ainsi, ces données permettent de démontrer que sur Santa Luzia, 80 % du gisement de déchets plastique en masse, et 78 % en volume, est valorisable.

3.1.5.4. Marques reconnues

Les provenances de ces déchets sont très diverses. Certains déchets proviennent du Cap-Vert, d'autres des côtes ouest-africaines, et même au-delà. Les « pots à poulpes » en plastique qui sont les principaux traceurs d'une typologie de pêche sont principalement utilisés par des pêcheurs mauritaniens, dérivent et s'échouent ainsi jusqu'aux îles du Cap Vert⁴ et notamment sur l'île de Santa Luzia.

En 2019, en partenariat avec l'ONG Sea Shepherd⁵, Biosfera a organisé une campagne d'identification des pays producteurs de ces déchets (lieux de fabrication du produit). L'examen des étiquettes de bouteilles en plastique a permis d'identifier près de 25 pays différents (Colombie, Brésil, Thaïlande, Ghana, Afrique du Sud, ...). Cette première campagne d'identification a surtout permis de démontrer que le Cap-Vert n'est pas le seul producteur de ces déchets.



Figure 15 : Marques identifiées lors de la campagne de nettoyage en 2019 (source Biosfera)

3.1.5.5. Masse surfacique et volumique

L'objectif du calcul de ces paramètres permet de calculer le volume et la masse du stock de déchets échoués sur deux configurations d'échouage : les dunes et l'estran.

Les formules de calculs de ces deux paramètres sont indiquées ci-après. Ils ont été établis pour chaque site d'échantillonnage (10).

- ▶ Masse Volumique (ρ) : $\rho = \frac{M}{V}$ ($kg \cdot m^{-3}$)
- ▶ Masse Surfaccique (σ) : $\sigma = \frac{M}{S}$ ($kg \cdot m^{-2}$)

Unités :

M : la masse (kg)

S : la surface (m^2)

V : le volume (m^3)

3.1.6. Quantification des macrodéchets échoués

La quantification des macrodéchets est estimée à partir des données issues de la masse surfaccique et volumique et de la surface de l'atterrissement.

Cette quantification permet, dans un premier temps, de mesurer la quantité de déchets marins en présence, tout en définissant les parts matières pouvant être retrouvées. Dans un second temps, elle permet aussi de définir le taux de déchets valorisables au sein du stock.

⁴ Sources Fondation Maio Biodiversidade et Projeto Biodiversidade à Sal

⁵ Sea Shepherd Conservation Society est une organisation internationale d'actions directes pour les Océans créée en 1977 au Canada

Tableau 4 : Quantification du gisement de déchet et de plastique par zone d'échouage
(Source : SCE 2021)

	Surface (m ²)	MS générale (kg.m ⁻²)	MS plastique (kg.m ⁻²)	Total général (t)	Total plastique (t)
Dune En moyenne 100 m de large par 4 000 m de long	400 000	0.08	0,06	32	24
Estran En moyenne 30 m de large par 4 000m de long	120 000	3.06	1,9	367	228
Gisement général (t)				399	252

L'ensemble des données collectées définit le gisement présent sur Achados en 2021 à près de 400 tonnes de déchets, dont 252 tonnes de plastiques. Ce tonnage élevé peut s'expliquer par l'absence de campagne de nettoyage en 2020, en raison de la Covid. Néanmoins, même étalé sur deux années, cela représente un flux de 126 t/an.

Biosfera réalise ces campagnes de nettoyage depuis 2015, les bénévoles réguliers témoignent de l'augmentation de ce gisement depuis le démarrage des interventions. Il n'est donc pas à exclure que la problématique des déchets marins, et son impact sur cette aire maritime protégée, augmente dans les prochaines années.

Le suivi des 10 placettes répertoriées pourra être mis en œuvre lors des prochaines campagnes de ramassage par Biosfera. Cette surveillance permettra de suivre l'évolution du stock et ses caractéristiques.

3.2. Amélioration des moyens de collecte, de transport et de traitement des déchets plastiques de l'île de Santa Luzia

3.2.1. Amélioration et mécanisation des moyens de collecte

Pour améliorer les conditions de travail des volontaires réalisant chaque année les campagnes de ramassage des déchets échoués sur le littoral d'Achados, une mécanisation de certaines actions est possible. A ce stade, les actions suivantes pourront être mises en œuvre :

- ▶ Poursuivre les actions de ramassage des déchets menée chaque année (mai/juin) préalablement de la saison de reproduction des tortues *Caretta Caretta*. Biosfera effectue chaque semaine des rotations de personnels (groupe de 10 à 20 bénévoles) un mois avant la saison de reproduction.
- ▶ Mécaniser autant que possible le ramassage des éléments les plus lourds (filets, gros débris) pour soulager les opérations de manutention manuelle.
- ▶ Mécaniser les opérations de transfert des déchets ramassés vers un point de stockage temporaire / d'expédition vers l'île de São Vicente.

3.2.2. Amélioration des moyens de traitement à court terme et moyen terme

Située au sein d'une Aire Marine Protégée, aucune installation ne peut être mise en œuvre sur l'île.

Les pratiques expérimentales menées jusqu'à présent par Biosfera ont consisté en :

- ▶ Le brûlage à l'air libre des déchets plastiques.
- ▶ L'enfouissement des déchets plastiques dans des fosses profondes de 3 m par 3 m de largeur et 5 m de longueur.

Ces pratiques occasionnent des impacts à court et long terme sur l'environnement : fragmentation des déchets en microplastiques, relargage massif des macrodéchets sur le littoral compte tenu de l'érosion des sites d'enfouissement, impact sanitaire lié à la production de polluants organiques persistants, l'exposition aux fumées nocives pour les bénévoles, etc.

Celles-ci ne constituent pas une solution acceptable au regard de la spécificité de l'île et de sa richesse faunistique / floristique.

Au regard de l'échouage massif sur différents secteurs de la plage d'Achados, la solution temporaire la moins impactante est le stockage temporaire des déchets échoués par le biais de casiers semi-enterrés. Ces casiers sont constitués de matériaux opportunistes (palettes de bois principalement retrouvées en très grande quantité) pour réaliser des murets d'enceinte. Des filets de grande dimension sont déposés sur le dessus pour lester les déchets.

Ce type de stockage temporaire permet de mobiliser moins de ressources humaines pour la confection de celui-ci (déblaiement succinct) et de pouvoir reprendre plus aisément les déchets lors d'une phase ultérieure.

L'expertise réalisée par SCE en 2021 a permis d'étudier :

- ▶ Les lieux propices à un stockage temporaire de ces macrodéchets au regard des zones de collecte (réduction des distances pour le transport terrestre)
- ▶ Les conditions de stockage de ces déchets vis-à-vis des contraintes météorologiques locales (marnage, précipitations, vent, etc.). Des préconisations ont été réalisées dans ce sens pour améliorer les conditions de stockage.
- ▶ Les lieux ne générant pas d'impact sur la faune et la flore.





Figure 16 : Constitution des casiers de stockage temporaire des macrodéchets lors de la campagne de 2021 (source SCE)

L'ensemble des déchets présents au droit de ces fosses / casiers sont en vracs et non conditionnés. Quelques essais ont été réalisés ponctuellement avec des big-bag d'un mètre cube, pour une reprise ultérieure.

La reprise de ces déchets nécessitera des opérations d'excavation et de conditionnement pour les petits éléments pour assurer les opérations de transfert.

Pour rappel, aucune infrastructure n'est présente compte tenu de l'absence d'habitants. Les solutions doivent donc être externalisées sur l'île voisine de São Vicente. Cette île industrialisée permet d'apporter des moyens pour le transport des déchets et de concevoir une activité de valorisation de déchets plastiques. Cette solution est à considérer à moyen terme (2 – 5 ans).

3.2.3. Amélioration et mécanisation des moyens de transport

Compte tenu de l'absence de solution de traitement sur l'île, la solution réside dans le transport terrestre et l'acheminement par voie maritime des déchets stockés sur la plage d'Achados.

Remarque : *compte tenu de l'exposition au vent dominant (secteur NE) de la plage d'Achados, de la présence de hauts fonds sur plus de 200 m ne permettant pas une approche par voie maritime, la solution à étudier réside dans la mise en œuvre de moyens nautiques sur la cote sous le vent abritée des vents dominants et de la houle. La plage de Francisca actuellement utilisée par Biosfera pour les opérations logistiques permet de répondre à cette contrainte.*



Figure 17 : Accès à l'île de Santa Luzia (source SCE)

Cette opération nécessite de :

- ▶ Mécaniser les opérations de relevage des déchets enfouis ou stockés provisoirement dans des casiers.
- ▶ Mécaniser tout transfert de déchets depuis les plages Achados jusqu'à Francisca.

Le recours à la mécanisation de certaines opérations doit être réalisé avec précaution compte tenu de la fragilité du milieu insulaire et de la richesse faunistique et floristique de l'île.

Plusieurs solutions techniques de transfert des déchets depuis la plage d'Achados jusqu'à Francisca (ou depuis un moyen nautique) ont été étudiées :

- ▶ Par voie aérienne :
 - Hélicoptère des déchets conditionnés en big-bag et transfert par hélicoptère jusqu'à un moyen nautique (barge, remorqueur). Cette solution n'a pour l'instant pas été étudiée en détail compte tenu des coûts élevés et moyens nécessaires pour sa mise en œuvre. De plus, aucun appareil n'est présent actuellement sur l'île de São Vicente.
 - Transport par ballon dirigeable (jusqu'à deux tonnes). Cette technologie prometteuse n'est hélas pas encore mûre.

Remarque : outre l'impact financier et la disponibilité de la solution, un point important à souligner est les conditions météorologiques spécifiques sur cette île : le vent et la houle peuvent être des paramètres contraignants pour mener à bien cet exercice. Aucun hélicoptère n'a été recensé au Cap Vert pour réaliser ce type de mission. Cette solution a été écartée.

- ▶ Par voie terrestre : mise en œuvre d'engins motorisés pouvant transporter les déchets (dumper, quad avec remorque, etc.). Un aménagement unique et spécifique sera réalisé pour minimiser l'impact environnemental. Par retour d'expérience, le sol sableux et compact est peu sensible au risque de tassement du milieu.
- ▶ Par voie maritime : acheminement du matériel roulant par barge (engin excavateur, dumper) avec l'assistance d'un remorqueur si besoin depuis Porto Grande jusqu'à la plage de Francisca, chargement des déchets et repli du matériel et des déchets pour un traitement sur l'île de São Vicente.

3.2.4. Solutions envisageables

3.2.4.1. Description de la solution

Les deux solutions combinées (acheminement du matériel par voie maritime et transfert des déchets par voie terrestre) sont retenues car adaptées au contexte et aux spécificités de l'île.

Elles sont présentées dans le paragraphe suivant.

La mise en œuvre de cette solution sera menée à travers la réalisation d'un chantier test dès qu'un centre de valorisation des déchets plastiques sur l'île voisine de São Vicente sera en place et en capacité d'accepter les déchets issus marins de la plage d'Achados. En l'absence de solution de valorisation à court terme sur São Vicente, le stockage temporaire des déchets devra être poursuivi.

3.2.4.2. Analyse de l'état initial du parcours envisagé sur l'île pour la collecte des déchets

Une première analyse des milieux rencontrés de la zone susceptible d'être parcourue par les engins de collecte devra être réalisée. Des relevés floristiques et faunistiques devront être effectués. Un parcours de l'île sera ensuite réalisé afin d'évaluer la rareté des milieux identifiés et des espèces recensés précédemment dans la zone de collecte.

A partir de la cartographie des habitats, des relevés floristiques et faunistiques des espèces en place, une analyse de la sensibilité du milieu au passage des engins devra être définie. Une comparaison des différentes techniques de collecte sera effectuée afin de donner les éléments pour construire la séquence Eviter-Réduire-Compenser pour chacune des solutions retenues et de définir la solution la moins impactante.

Des mesures de réduction d'impact voire de compensation pourront être alors définies.

3.2.4.3. Présentation du test de collecte à réaliser

Sur la base des moyens disponibles localement sur l'île de São Vicente, le test grandeur nature à mener consistera en :

- ▶ L'aménage sur site des équipements de base nécessaires pour la réalisation des opérations et des installations de chantier : deux barges pourront être mises en œuvre. Le matériel pressenti (tractopelle, dumper ou mini-pelle) sera acheminé par ces barges depuis Porto Grande. Le remorqueur mis à disposition par ENAPOR permettra d'apporter un soutien logistique dans la navigation de la barge et le transfert des déchets (grue à bord permettant le transbordement des big-bag contenant les déchets). La barge de la société locale Desindava basée à São Vicente semble adaptée au transport des petits engins et permet avec son faible tirant d'eau de pouvoir accoster et débarquer le matériel sur la plage de Francisca.
- ▶ La création d'une piste de chantier permettant de relier la plage de Francisca à celle d'Achados (élargissement du sentier pédestre) avec mesures de protection environnementales si nécessaire.
- ▶ La création d'une piste unique le long de la plage d'Achados pour la circulation et le transfert des déchets conditionnés avec mesures de protection environnementales si nécessaire.
- ▶ L'excavation des déchets au droit des fosses de stockage temporaire et le conditionnement des déchets dans des big-bag.

- ▶ Le chargement des déchets conditionnés dans un dumper et transfert jusqu'à la plage de Francisca, au niveau de la barge.
- ▶ Le repli du matériel et l'acheminement des déchets à São Vicente à Porto Grande pour une reprise par la municipalité. Les déchets devront être orientés jusqu'à un centre de valorisation de ces déchets.

Les moyens matériels seront adaptés à la configuration de l'île. Il est pressenti le déploiement des engins suivants :



Figure 18 : Présentation du matériel pressenti pour le chantier test de collecte et de transport des déchets marins

A l'issue du test réalisé, une évaluation devra être effectuée afin d'identifier les points positifs et axes d'amélioration à entreprendre. Il sera notamment examiné les impacts sur le milieu, les tonnages de déchets transférés, les difficultés rencontrées, etc.

3.2.4.4. Mobilisation des partenaires autour de cette opération

Toute opération sur le terrain nécessitera au préalable de présenter une demande d'autorisation auprès de la Direction National de l'Environnement (DNA), gestionnaire de l'aire marine protégée de Santa Luzia.

L'ensemble des partenaires concernés par ce chantier test seront mobilisés en amont (phase préparatoire), pendant et après la réalisation de ce chantier test.

Les premiers partenaires mobilisés étant :

- ▶ ENAPOR (autorité portuaire de Porto Grande) dans la mise à disposition d'un remorqueur pour le transfert des déchets (cf. photographie précédente).
- ▶ La Municipalité de Mindelo pour le transport des déchets terrestres depuis le port jusqu'au centre de valorisation futur.
- ▶ Les acteurs privés (hôtel Oasis, restaurant Metaló, embouteilleurs Cavibel et PurÁgua) pour le soutien et la contribution en nature (eau, aliments).

Biosfera interviendra pour la mise en œuvre d'une base vie temporaire, assurer les rotations de personnel pour la collecte manuelle et l'assistance locale.

3.2.4.5. Bilan du test et extrapolation de la solution

La réalisation des opérations de test de mise en œuvre de solutions pour le retrait, le transfert jusqu'à l'île de São Vicente sera analysé en identifiant les points positifs et les axes d'amélioration.

Le retour d'expérience est important dans ce genre de contexte car il permet de disposer de données objectives et recueillies auprès de l'ensemble des parties prenantes.

Les points suivants devront être étudiés et analysés :

- ▶ Organisation générale du chantier.
- ▶ Compréhension des enjeux par les intervenants.
- ▶ Condition de navigation et de transfert du matériel.
- ▶ Typologie d'engins déployés.
- ▶ Cadence journalière pour le transfert des déchets du littoral d'Achados jusqu'à la plage de Francisca.
- ▶ Nuisances sur l'environnement (bruit, piétinement, etc.).
- ▶ Etc.

La capitalisation des enseignements de cette expérience permettra de réaliser un plan d'action afin de modifier les pratiques et pérenniser les solutions de collecte et de transfert des déchets plastiques.

4. Expertise sur la stratégie de gestion des déchets plastiques à l'échelle de l'île de São Vicente

4.1. Etude du cadre réglementaire au Cap Vert

4.1.1. Gestion des déchets solides urbains sur l'île de São Vicente

La stratégie de gestion des déchets plastiques envisagée par Biosfera doit s'inscrire dans le cadre institutionnel de la gestion des déchets sur l'île de São Vicente et au Cap Vert. A cet effet, les documents généraux présentant la stratégie de gestion des déchets ont été analysés. Il en ressort le contexte suivant :

- « **Plano Estratégico Nacional de Prevenção e Gestão de Resíduos em Cabo Verde PENGeR** » ; Agência Nacional de Agua e Seneamento ; janvier 2016.

En tant que point de départ de la stratégie de gestion des déchets à l'échelle nationale, ce document regroupe un grand nombre d'informations sur les besoins et lacunes sur l'ensemble du Cap-Vert. Ce document fournit d'autre part des informations par commune. En effet sur l'île de São Vicente, la compétence de la gestion des déchets est du ressort de la commune de Mindelo. Les indicateurs fournis sont particulièrement pertinents pour la compréhension de l'organisation de la collecte (équipements, nombre d'employés, circuits de collecte, etc.), son modèle économique, et le type de traitement des déchets. Il met en avant que la commune est l'une des pionnières de l'archipel dans la collecte en porte-à-porte sur ses zones urbaines, tout en ciblant les lacunes présentes sur le territoire (absence de procédure, un degré d'organisation moyen, une décharge sans mesure de protection, etc.).

De plus, il comporte notamment les ratios de productions de référence à l'échelle nationale, et par commune. Ainsi, la production de déchets annuelle à São Vicente est estimée à 37 588 t/an, en raison de 1,27 kg/jour/hab (sur le recensement de 2015). On notera que ces productions de déchets sont supérieures à la moyenne nationale qui est de 0,7 kg/hab/jour. Cette différence s'explique par le fait que São Vicente est l'île la plus industrialisée du Cap-Vert (les ratios de production incluent les déchets des activités industriels et économique).

Les résultats de la campagne de caractérisation des résidus urbains solides⁶, indiquent notamment que les déchets plastiques représentent 28,6 % du volume total et 9,9 % de la masse totale. D'après le PENGeR, il est estimé différentes catégories de résines plastiques avec la répartition suivante (figure ci-après).

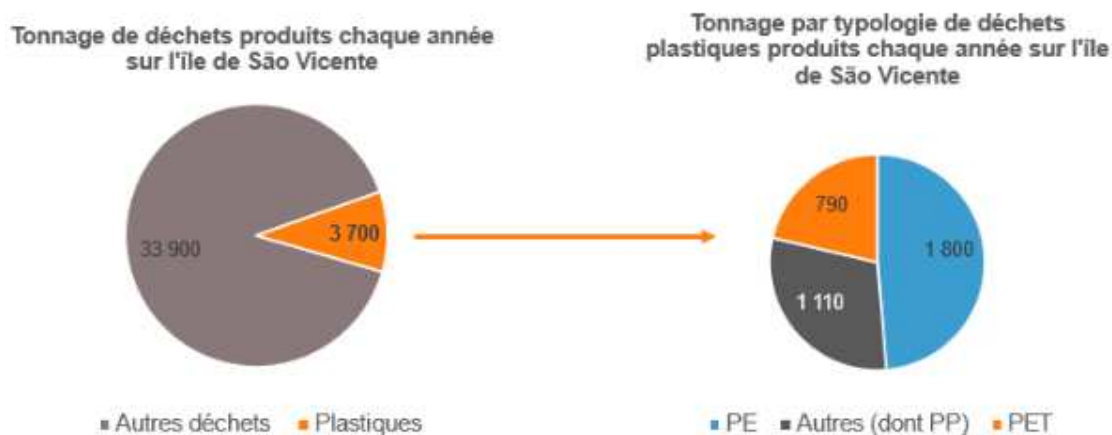


Figure 19 : Première caractérisation et quantification des déchets produits annuellement sur l'île de São Vicente (source PENGER)

⁶ Source PENGeR

Ces premières données permettent de mieux appréhender le potentiel de valorisation plastique sur le territoire dans le cadre de l'étude à la mise en œuvre d'une stratégie de gestion des déchets plastiques.

- ▶ « **Boletim oficial – Conselho de ministros : Decreto-lei n°32/2016** » République du Cap-Vert
21 avril 2016

Ce décret transcrit dans la loi les données présentées dans le PENGeR et définit le cadre institutionnel de la gestion des déchets.

- ▶ « **Roadmap dos resíduos em cabo verde – A planear o futuro** » Écovision du Cap-Vert ;
2017

Ce document de synthèse et imagé présente la méthodologie déployée pour le diagnostic nécessaire à l'élaboration du PENGeR, ainsi que les documents rédigés à la suite de l'étude. Il comporte notamment la liste des personnes ressources sur le projet.

- ▶ « **Dia mundial do ambiente, O ambiente em Cabo Verde** » Instituto nacional de estatística
Cabo Verde ; 05 juin 2018

Ce rapport présente la synthèse des données relatives à l'environnement, il représente une source de données chiffrées sur les pratiques (destination des déchets, taux d'efficacité entre les milieux urbain et ruraux, etc.), la gestion et la caractérisation des déchets sur l'ensemble du Cap Vert.

- ▶ « **Boletim oficial – Da republica de cabo verde – Decreto-lei n°62/2016** » République du Cap-Vert
29 Novembre 2016

La taxe écologique, créée en 1995, visée à renforcer la mobilisation des ressources financières pour la gestion des déchets solides dans le pays face à l'augmentation des importations et fabrication d'emballages. Ce décret informe quant aux controverses qu'a connu cette taxe, et les nouvelles dispositions prises afin de recentrer ses objectifs et modalités de versement.

Désormais, elle doit être employée pour « *apporter une contribution appropriée pour la protection de l'environnement contre toutes les formes de dégradation, en vue de valoriser les ressources naturelles, lutter contre les pollutions de nature et d'origine différentes* ». Apprécier les modalités de versement de cette taxe peut permettre de définir son intégration potentielle dans le modèle économique des scénarios élaborés dans le cadre de la mise en œuvre du projet pilote.

- ▶ « **Desenvolvimento do masterplan de turismo (2020-2030) Ilha de São Vicente** » ; Ministère
du tourisme du Cap Vert & Le Ministère des Finance du Cap-Vert ; 2017

Ce plan d'action pour le développement du tourisme sur l'île de São Vicente indique que le concept d'économie circulaire doit être l'axe directeur des actions et projets futurs. À ce titre, il indique que « *le secteur du tourisme doit être compris comme une série de ressources et de flux de matières interdépendants et circulaires* » (page 71 paragraphe 5). Pour cela, trois actions sont proposées pour agir, et soutenir la gestion des déchets sur l'île, notamment une action d'encouragement au développement de structures de recyclage locales.

- ▶ « **Perfil do sector de habitação – Cabo Verde - 2ª edição** » Ministère des infrastructures, de
l'aménagement du territoire et du logement du Cap-vert & ONU Habitat ; 2019

Ce document, dédié à l'urbanisme, évalue en 2017, l'efficacité de couverture territoriale des infrastructures en lien avec la collecte des déchets solides à 81,2 %, ce qui représente une augmentation de 9,1 % en 7 ans. Les éléments présentés permettent d'inscrire la démarche de façon cohérente avec le développement urbain prévu.

De plus, le document fait référence à MT Segredo Azulejos (initiative basée sur l'île voisine de Santo Antão) comme une structure intéressante pour lutter contre l'importation des matériaux de construction.

- ▶ « **Relatório nacional de avaliação das actividades terrestres, que podem ser fontes de poluição costeira e marinha em Cabo Verde** » Vanda Monteiro et Vito Ramos ; République
du Cap-Vert ; juin 2014

Cet état des lieux met en avant que la mauvaise gestion des déchets solides urbains est une des sources de pollution terrestre impactant les côtes et le milieu marins. Plusieurs éléments de dysfonctionnement sont énumérés (usure des installations, manque d'accessibilité au service de

collecte, etc.). Les conclusions de ce rapport encouragent donc la démarche entreprise par Biosfera, et démontre sa nécessité.

4.1.2. L'île de Santa Luzia

L'île de Santa Luzia est incluse dans le complexe des aires marines protégées des îlots Branco et Raso situées à l'Est de l'île de São Vicente. Toute opération sur le terrain nécessitera au préalable de présenter une demande d'autorisation auprès de la Direction National de l'Environnement (DNA), gestionnaire de l'aire marine protégée de Santa Luzia.

4.2. Initiatives Capverdiennes de recyclage des déchets plastiques

Un recensement et une analyse détaillée de toutes les initiatives de collecte et de traitement des déchets plastiques sur les différentes îles du Cap vert ont été réalisés afin d'en tirer tous les enseignements pour la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets sur l'île de São Vicente. Quelques-unes de ces initiatives sont présentées ci-après :

► **INITIATIVES COMMUNALES :**

Le PENGeR met en lumière certaines initiatives développées par des communes de l'archipel, comme à Tarrafal, qui organise une collecte séparée pour les canettes et les bouteilles en verre. De même que Santa Catarina de Santiago et Praia ont développé une stratégie d'encouragement de la population à agir contre les décharges sauvages. Pour cela, elles versent une gratification aux citoyens apportant des déchets dispersés dans la nature, à l'une des décharges officielles.

► **PROJET DE COOPERATION ENTRE LE BRÉSIL ET LE CAP-VERT :**

Une étude de faisabilité économique dans les domaines de l'artisanat et de la collecte et du recyclage des ordures ménagères dans la ville de Praia a été réalisée afin de favoriser le travail local, la professionnalisation des couches défavorisées de la population capverdienne. Le principe étant de s'inspirer des entreprises brésiliennes liées à l'association UNISOL. L'étude s'est déroulée de 2011 à 2015.

► **ECOPET :**

Cette unité de recyclage des emballages plastiques s'est installée à Praia sur l'île de Santiago en 2012. Le procédé a consisté en la fabrication d'articles textiles à partir de PET et PEHD recyclé. La filière s'étant avérée non-rentable, la structure s'est tournée vers la production de paillettes de PET destinées à l'exportation. Appuyée par le gouvernement, elle avait signé avec l'Hôtel de ville de Praia pour "l'exploitation du service de collecte, de traitement et de valorisation du PET, papier et carton". Une partie du financement devait venir de la taxe écologique, mais cette dernière n'ayant jamais été reversée à ECOPET, l'entreprise a donc fermé. Cet exemple est intéressant, car il montre qu'un modèle économique solide est nécessaire avant de mettre en œuvre un procédé de recyclage.

► **CALAO :**

Cette association organise des collectes de déchets marins sur l'île de Sal depuis 2015 (16 tonnes collectées au total). Face à la problématique des déchets plastiques, elle est en train de monter une unité de recyclage sur place. Son projet est soutenu par le Ministère Luxembourgeois de l'Environnement, le Ministère de l'Environnement et de l'Agriculture et le CODE CV (partenaire local). Le centre de recyclage est en cours de raccordement électrique et va prochainement démarrer son activité.

► **MT SEGREDO AZULEJOS :**

Cette initiative de la Fondation des Amis de Paul aux Pays-Bas, consiste en une unité de transformation du plastique PET sur l'île de Santo Antão. La structure fabriquait des carreaux à partir de bouteilles plastique recyclés (PET), puis les vendait principalement à destination du secteur de la construction localement et à l'étranger. MT Segredo Azulejos avait une capacité de recyclage de 25 kg de bouteilles par jour. Cette faible capacité s'explique par une séparation manuelle de la bouteille et du bouchon,

avant le broyage des bouteilles et leur transformation et au fait que le process est en phase pilote. La structure a déjà réalisé une campagne de sensibilisation et collecte sur l'île de São Vicente, elle a ainsi récupéré 6 m³ de bouteilles plastique sur place (environ 50 kg une fois compactés). En deux ans, l'entreprise a déjà recyclé 20 tonnes de plastique. En revanche, l'activité de cette structure a été arrêtée en 2021 (raison inconnue).

4.3. Etude de solutions de valorisation des déchets plastiques des îles de Santa Luzia et de São Vicente

4.3.1. Benchmark des solutions existantes applicables dans ce type de contexte

Différentes initiatives applicables au contexte insulaire et à la typologie des déchets présents ont été étudiées. Celles-ci sont présentées ci-après.

4.3.1.1. Filière de valorisation matière du PET

Production de paillettes - RECYPLAST – Côte d'Ivoire

Créée au début de l'année 2018, cette entreprise libano-ivoirienne recycle plusieurs types de résines plastiques (PE, PP, PET). L'entreprise dispose d'une cinquantaine de collecteurs et d'une quinzaine d'ouvriers pour la transformation des plastiques.

L'entreprise a collecté, en 2019, 3 000 t/an de déchets plastiques, après le développement d'un nouveau mode de collecte en point d'apport volontaire (PLASTOCK). Sa capacité de collecte est désormais d'environ 6 600 t/an et 90 % du flux collecté PET (majoritairement issu des bouteilles plastiques) est issu de ces points d'apports volontaires.

L'avantage de l'organisation de cette entreprise est qu'elle intervient sur l'ensemble des étapes du cycle de récupération et reconditionnement des résines.

Les étapes pour la valorisation du PET sont les suivantes :

- ▶ Collecte à travers un réseau de 100 points d'apports volontaires.
- ▶ Tri effectué sur le site et les zones de transfert.
- ▶ Broyage et lavage à chaud à travers des lignes dédiées.
- ▶ Séchage et conditionnement en sortie de process.

Les coûts d'implantation d'une installation de traitement des déchets PET d'une capacité de traitement de 100 t/mois sont de l'ordre de 180 000 €HT.

Le marché de production des paillettes est principalement orienté à l'export vers l'Europe dont le marché est actuellement en forte demande. Selon RECYPLAST, le PET est une matière d'avenir dont le marché ne va pas cesser d'augmenter. Pour suivre cette tendance, l'entreprise vient d'investir dans une ligne de lavage à chaud afin d'augmenter la valeur de ses granulés de PET, en leur redonnant leur propriété de contact alimentaire. Le critère de vente le plus important est la propreté des paillettes ou granulés en sortie de process. Les lignes de broyage et lavage sont donc les éléments les plus importants.

La solution de l'exportation des paillettes de PET vers l'Europe, ou l'Afrique semble être la solution la plus appropriée, car la demande actuelle pour ce type de résine est importante et va continuer de s'accroître.

Le PET est une résine qui produit des gaz avec une toxicité élevée⁷ lors de sa transformation, sa valorisation doit être bien encadrée.

⁷ "PLASTIC WASTE Waste Technology Management Options" December 2020 ; page 4-5

Fort de son expérience sur l'Afrique de l'Ouest, l'exportation de PET en paillettes est la solution la plus économiquement viable. Toutefois, il est important de se renseigner sur les liens portuaires entre le territoire capverdien, et les autres continents, notamment vis-à-vis des taxes d'exportation.

Matières premières secondaires : le trading des déchets

Trader implanté en Afrique, cette personne rachète des granulés et paillettes de PETr sur place pour les revendre en Europe. Il importe 20 conteneurs de 23 m³ (26 tonnes) par mois, soit 520 t/mois (données datée de 2019). La matière recyclée serait par la suite réutilisée pour la fabrication de plaques destinées au thermoformage.

Ce type de contact permet de comprendre les différents flux d'importation et d'exportation des matières, les critères d'achats, ainsi que les prix du marché. Au travers de ce retour d'expérience, il apparait important de se renseigner auprès des gestionnaires de ports et des douanes sur les coûts d'exportation localement à Mindelo.

Matières premières secondaires : le groupe SEB

Le groupe SEB est devenu une référence dans le secteur culinaire, au fil des années, il s'est également élargi sur tout ce qui est les petits équipements électroménagers. Depuis 2013, l'enseigne s'engage à incorporer de plus en plus de matière recyclée dans ses équipements et ustensiles. Ainsi en 2020, il affichait déjà un taux de 35 % (toute matière confondue) de matériaux recyclés dans leurs produits, il vise désormais 50 % d'ici 2023. Les ustensiles Enjoy sont composés à 95 % de PET recyclé transformé au Portugal, 3 ans d'études ont été nécessaire à l'élaboration de ce process qui a été breveté.

Le descriptif de la chaîne de valorisation est le suivant :

- ▶ Matière première : PETr (paillettes) 95% + PET vierge
- ▶ Collecte : post consommation ; collecte sélective (France)
- ▶ Traitement : (France)
 - Tri par trommel, broyage, lavage à chaud
 - Séparation PP et PET par flottation, séchage
 - Extrusion granulée
 - Étape de purification sous l'effet de la chaleur sous pression
- ▶ Injection (Portugal ; sous-traitant)
- ▶ Produit : ustensile de cuisine Enjoy

Actuellement, nous ne possédons pas plus d'information quant aux quantités qui sont traitées et si un flux supplémentaire peut être intégré dans ce circuit. **Néanmoins, la présence de l'usine au Portugal démontre que le lien qu'entretiennent le Cap-Vert et ce dernier pourrait être une piste de débouchés intéressante pour l'exportation de cette résine.**

4.3.1.2. Filière de valorisation matière des filets de pêche (PE, PP, Nylon)

Entreprises MP Industries (France) et Sea2see (Espagne)

L'Association Pêche et Activités Maritimes Durables (APAM) est une association française, dont l'objectif est de promouvoir le développement et la mise en œuvre de projet en faveur de la pêche et des activités maritimes durables. Pour cela, elle est composée de différents Groupes d'Action Locale de la Pêche et de l'Aquaculture (GALPA). En 2014, elle a initié une étude de mise en place d'une filière de recyclage des filets de pêche usagés sur les côtes de l'Estérel et la Côte d'Azur. L'étude de faisabilité a coûté 72 000 €, elle a été principalement financée par la région PACA et l'ADEME, avec une contribution de l'ONG Small islands organisation (SMILO). L'ONG est accompagnée par la Délégation Europe et International du Conservatoire du littoral, avec le soutien du Fonds Français pour l'Environnement Mondial, la Fondation Prince Albert II de Monaco, le programme européen Interreg Maritime France-Italie 2014-2020, le Ministère de la Transition écologique et solidaire et l'Ambassade de France en Croatie.

L'objectif de ce projet est de proposer aux pêcheurs des débouchés pour leurs filets de pêche usagés. En moyenne, un pêcheur utilise environ 2 000 m² de filet/an (Ademe 2015), et ils sont soit stockés, réemployés, ou mis en décharge. Le premier champ de l'étude était de mettre en place la récupération du flux, pour cela, il a été décidé de :

- ▶ Collecter les déchets dans les ports.
- ▶ Mettre en place une étape de tri, les filets de pêche peuvent être composés de différentes résines, il est donc nécessaire de les séparer en fonction de leur composition (des tests en laboratoire ont été nécessaires pour identifier les résines en présence).
- ▶ Le pesage : a permis de mieux connaître le flux.
- ▶ Avant d'être définitivement envoyé dans une filière de valorisation, certains filets seront proposés au réemploi (par exemple : comme supports pour la croissance des petites moules, ou utilisation pour la fabrication de sacs).

À la suite de l'étude du bassin industrielle locale, l'APAM GALPA s'est associée avec un industriel local, MP Industries, pour réaliser des tests de valorisation matière des filets de pêche. Cette entreprise connaît bien ce type de matière et fabrique du mobilier urbain à partir de matière première secondaire PEHD et PP. Du fait d'une fluidité très différente, ces deux résines se mélangent mal avec le Nylon. L'APAM GALPA s'est rapproché de l'entreprise Sea2See pour la valorisation de la fraction Nylon.

Sea2See est une entreprise qui s'est spécialisée dans la collecte et transformation de filet de pêche en monture de lunettes, actuellement elle collecte près de 209 t/an de filets de pêche, dans 43 ports différents dont 8 en Afrique.

Ainsi, le schéma suivant présente les grandes étapes des deux filières :

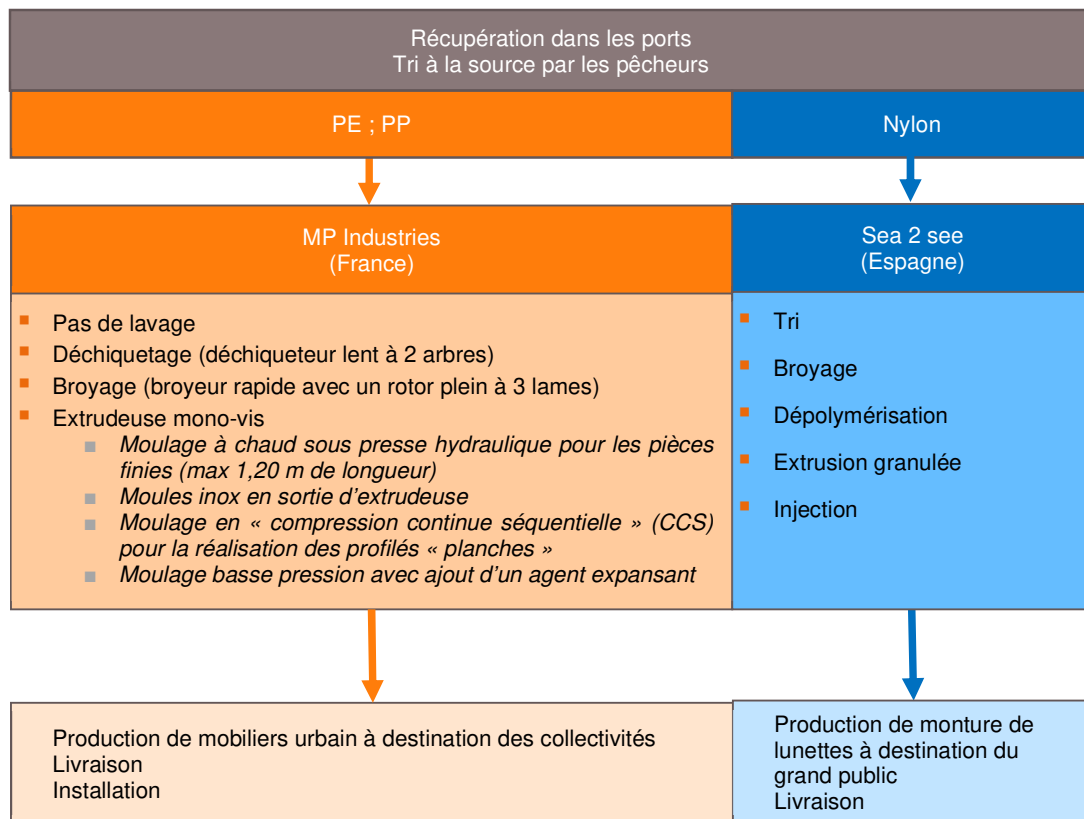


Figure 20 : Schéma de valorisation des filets de pêche (source SCE)

Il semblerait que le circuit élaboré soit toujours en activité. Cette démarche informe sur des points de vigilance par rapport à son retour d'expérience :

- ▶ La nécessité de réaliser des tests pour l'identification des résines.
- ▶ L'altération due aux UV de certaines résines, à la suite du stockage en extérieur.
- ▶ L'absence d'industriels travaillant déjà sur les filets de pêche.
- ▶ Domaine du secteur de la plasturgie très énergivore.

La mise en place de cette filière a nécessité de réaliser des tests en amont avec un industriel local afin de définir le potentiel d'acceptation de ces déchets dans des process déjà existant. De plus, il démontre la difficulté que peut représenter le traitement de ce type de flux composé de différentes résines, et le besoin de différents exutoires pour le traitement.

Entreprise Fil & Fab - France

Cette entreprise a été créée à la suite d'un projet étudiant autour de la valorisation des filets de pêche en Nylon. Elle a d'abord eu un statut associatif pendant 2 ans afin de collecter assez de financement, et consolider son modèle économique avec les partenaires locaux concernés. La source principale de leur financement provient de subvention régionale, 140 280 € au démarrage (DLAL FEAMP : 70 140 €, Région Bretagne : 70 140 €) et de l'autofinancement : 35 070 €. Actuellement, les recettes de l'activité suffisent à maintenir l'exploitation avec 5 employés, dont deux en insertion sociale. Une autre campagne de recherche de financement est en cours pour le développement de l'activité, notamment l'achat d'équipements supplémentaires.

Les différentes analyses de DLC, réalisés durant la phase d'étude, ont démontré que la majorité des filets en présence étaient composés de Nylon (PA 6), avec des éléments de cordage (ligne de flottaison et brise) en PP. Cette homogénéité dans le flux s'explique par le type de pêche pratiqué sur les ports breton, qui utilise des filets maillants. Les ports ayant des pratiques de chalutage - filet en PE - ont été exclu du champ de collecte.

Une fois, que le gisement et les points de collecte ont été sélectionnés, la start-up a organisé son activité en sous-traitant une partie des étapes nécessaires à la transformation de ces déchets en granulés.

En interne, la structure s'occupe :

- ▶ Du tri manuel des filets par couleur, avec la séparation des éléments en PP (qui représente 20% du gisement) qui sont ensuite revalorisés en énergie.
- ▶ Le broyage de la fraction Nylon.
- ▶ Il n'y a pas d'étape de nettoyage car les filets collectés sont des déchets portuaires post-consommation. Ils sont donc peu contaminés (5% en moyenne), les polluants sont souvent des résidus de crustacés, ou des algues, que les opérateurs retirent manuellement. De plus, le Nylon est un polymère qui possède une saturation en eau maximum de 6 %. Une phase de lavage n'est donc pas nécessaire pour retirer le sel marin, car le taux de concentration est trop faible pour impacter le process.

Les étapes de traitement sous-traités sont :

- ▶ La collecte est réalisée par le collecteur qui était déjà en activité dans les ports concernaient, ce qui a facilité la récupération des gisements.
- ▶ L'étape d'extrusion en granulé à un industriel local, avant d'être revendu aux plasturgistes sous l'appellation Nylon ®.

L'étude en aval des pratiques de pêches, et du matériel employé, pour chaque pratique peut représenter une source d'information pertinente pour définir les résines parmi les déchets marins actuels et futurs. **S'entretenir avec les acteurs de la pêche industrielle, ou semi-industrielle, pourrait permettre de mieux comprendre les flux potentiellement récupérables dans le port de Mindelo, ainsi que ceux retrouvés à Santa Luzia.**

AQUAFIL - Italie

Entreprise leader dans la fabrication de Nylon 6, elle est présente dans 7 pays et le siège social est basé en Italie. Elle possède 18 usines qui emploient 2 350 personnes, sa production est destinée à la création de tapis, tissu et vêtements à base de Nylon. Elle propose également ses services pour la création et l'implantation d'unités de transformation de PA et PE.

Depuis 2011, l'entreprise produit du Nylon 6 en fil ECONYL®, c'est une matière produite à base de déchets de Nylon dépolymérisé. La dépolymérisation est un recyclage dit « chimique », car cela consiste à rompre les liaisons entre les blocs de monomères sans les endommager. On peut ainsi purifier les éléments plus facilement qu'avec un process mécanique. De plus, cette technique permet de mieux conserver les propriétés physico-chimiques du polymère.

Actuellement, AQUAFIL récupère des filets de pêche au Canada, aux États-Unis, en Norvège, en Grèce, au Pakistan, en Turquie et en Thaïlande. L'entreprise organise aussi des collectes ponctuelles avec l'association Healthy Seas⁸, pour lutter contre les engins de pêche abandonnés (pêche fantôme).

Les filets de pêche sont donc des déchets pour lesquels des débouchés existent, que ce soit pour du réemploi, ou de la valorisation matière. Néanmoins, l'identification des résines reste un élément clé pour travailler sur ce type de matériaux.

4.3.1.3. Filière de valorisation matière du PE / PP

Le PE et le PP étant tous les deux des polyoléfines, ils ont des températures de fusion très proches, ainsi leurs propriétés de transformations sont compatibles. C'est pour cette raison que beaucoup des procédés présentés ci-après mélangent ces deux résines.

RECYPLAST – Côte d'Ivoire

L'entreprise (présentée précédemment) recycle le PE et PP, mais à la différence du PET, ces matières ont un marché sur la Côte d'Ivoire. L'entreprise nettoie, broie, et extrude des granulés afin de les revendre aux plasturgistes locaux. Certains achètent des paillettes PE ou PP propres à 250-300 FCFA/kg (0,38 / 0,46 €/kg). Le problème n'est donc pas de trouver des acheteurs, mais à l'inverse, il s'agit de fournir les tonnages recherchés par les entreprises. Par exemple, un plasturgiste spécialisé dans la production de biens de consommation recherche 200 tonnes de PPr ; PEHDr rigides chaque mois. L'entreprise RECYPLAST témoigne qu'il est difficile de fournir ces tonnages en raison de problème de captage du gisement. En effet, la majorité des collecteurs informels ne sont pas formés à l'identification des résines, ils réalisent des collectes par identification d'objets : PET = bouteille de boisson ; PEHD/BP = sachet plastique ; PEHD rigide = bidon plastique bleu et noir. En plus de la difficulté à identifier les résines, les bidons sont très recherchés pour le réemploi, ils sont donc moins faciles à récupérer que les bouteilles en PET.



Figure 21 : Ligne d'extrusion du PE - entreprise RECYPLAST ; Côte d'Ivoire (Source SCE 2019)

⁸ L'association Healthy Seas existe depuis 2013, elle lutte contre la pêche fantôme avec la formation d'une équipe de plongeur bénévole.

ROOF ECO - Espagne

Cette entreprise été créée en 1996 pour répondre à la problématique des sachets plastiques des producteurs de bananes au Costa Rica. Cette entreprise a innové en répondant à l'absence de débouchés, et en inventant une technologie de fixation (ancrage qui relie les carreaux entre eux et dissimule la vis), qui a été breveté. La production est désormais basée en Espagne, avec de la vente à l'international.

Ces panneaux de toiture de 0.5 m² pour 6,5 kg/m², sont fabriqués par injection plastique. Ce procédé demande des compétences techniques élevées. Un carreau est vendu entre 10,57 € (classique, noir et chocolat) et 16,99 € (blanc). Les prix des éléments de fixation sont disponibles sur le site (de 0,99€ à 5,89 €). L'entreprise met également à disposition en source libre les modes d'emploi pour la pose de ses éléments.



Figure 22 : Illustrations des différents modèles de toitures fabriqués par ROOF ECO (source <https://www.roofecosystem.com/>)

La production d'éléments de construction à base de matières premières secondaires est une initiative pertinente, notamment eu égard des problématiques que l'on peut rencontrer face à l'importation et à la vente de matériaux de construction bas de gamme sur le territoire capverdien.

Conceptos plasticos – Colombie

Structure fondée en 2014, c'est une entreprise à impact environnemental, social et économique axée sur l'économie circulaire. Le fondateur, l'architecte Oscar Mendez, a eu l'idée de développer la production de briques de construction à base de déchets plastiques à la suite de trois problématiques que l'on retrouve à l'échelle mondiale :

- ▶ Le déficit de logement dans le monde, et notamment pour les populations les plus vulnérables.
- ▶ L'augmentation de la production des déchets plastiques, et l'absence de débouchés dans certains pays.
- ▶ La raréfaction et l'augmentation du prix des matériaux de construction traditionnels.

Afin de rester dans une logique d'impact sociale, la structure a inclus dans sa logique de développement les communautés de collecteurs déjà existantes afin d'améliorer leurs revenus. Pour cela, elle rachète l'ensemble des déchets plastiques, même ceux qu'elle ne commercialisera pas, afin de soutenir l'activité des collecteurs.

Le process de production est entièrement assuré par l'entreprise qui : tri, nettoie, et broie les déchets, puis extrude la matière obtenue dans des moules afin d'obtenir divers produits.

L'entreprise fabrique l'ensemble des éléments nécessaires à la construction d'une maison (les briques, les poutres, les colonnes, les encadrements de fenêtres, etc.) afin de pouvoir proposer à la vente des habitats clés en main aux populations fragiles.

En s'affranchissant ainsi de fournisseurs externes, l'entreprise peut proposer ses habitations à des prix concurrentiels, sans s'éloigner de ses objectifs sociétaux. Ils estiment que leurs habitats coûtent 10 à 20 % moins cher des constructions traditionnelles.

Face à la fiabilité de son modèle, l'entreprise a développé une deuxième branche, en partenariat avec L'ONU en Côte d'Ivoire. Le projet porte actuellement sur la fabrication et implantation de salle de classe, notamment dans les zones les plus rurales du pays.

Elle a également accompagné et fourni sa technologie de fabrication, à l'entreprise EKOJUNTO, qui s'est développée au Costa Rica. Cette initiative est soutenue par l'ambassade française au Costa Rica, la CCI France Costa Rica, et d'autres partenaires locaux. Le fonctionnement et les objectifs d'EKOJUNTO sont similaires à ceux de Conceptos plasticos.

Cette expérience colombienne permet d'envisager le domaine de la construction comme un débouché pour des produits issus de la valorisation des déchets plastiques. Il reste à se renseigner auprès des institutions compétentes si de tels produits pourraient être proposés sur le marché capverdien, et sous quelles conditions.



Figure 23 : Briques en sortie d'extrusion dans les ateliers de Conceptos plasticos

Europlast – Côte d'Ivoire

Cette entreprise a démarré son activité en 2007, avec l'aide d'un réseau de récupérateurs informels, qui s'est élevé à environ 1 000 personnes au niveau de tout le district d'Abidjan. Néanmoins, la structure connaît désormais des problèmes d'approvisionnement depuis la réorganisation du service de collecte et de traitement des déchets ménagers (fermeture de la décharge d'Akouédo). L'entreprise possède 2 ateliers de transformation d'une capacité de 21 t/ jour qui fonctionnent sur 8 heures. A raison d'un fonctionnement en 3x8, l'entreprise pourrait produire jusqu'à 63 t par jour dans chaque atelier soit 126 t par jour au total.

Une ligne emploie environ 15 personnes quand 10 personnes sont employées en maintenance et autres services fixes. Il est donc question d'une centaine d'emplois au total au niveau de l'usine.

Les matières recherchées sont le PP d'emballages rigides ainsi que le PEHD et le PEBD souple qui sont revendus à d'autres plasturgistes à un tarif de 0,31 à 0,38 €/kg. Le procédé est le suivant :

- ▶ Broyage des déchets, le process permettant une grande tolérance avec l'utilisation d'épaisseurs importantes.
- ▶ Extrusion des matières sous forme d'une pâte.
- ▶ Coloration de la pâte à l'oxyde de fer dans un four artisanal.
- ▶ Calandrage et refroidissement de la pâte.
- ▶ Moulage de la pâte par thermo-compression (bassines).
- ▶ Refroidissement à l'air libre.

Différents moules existent pour la production de bassines de différentes tailles mais aussi de poubelles. Elles sont toutes fabriquées à partir de 100 % de matières recyclées. Les bassines sont revendues à un réseau de petits commerçants à un prix variable selon leur taille, une bassine de 3,5 kg à 5,35 € soit environ 1,53 € par kg. La valorisation économique correspond donc à une multiplication par 4 de la valeur marchande, ce qui est assez remarquable en termes de rentabilité.

Se renseigner sur le marché et l'importation de ce type de biens de consommation au Cap Vert, peut permettre de savoir si l'implantation d'une production locale a du sens. Un point de vigilance reste à noter concernant la technologie mise en place. Cette entreprise ne permet pas de garantir des conditions de travail sécurisantes pour les ouvriers, une amélioration des procédés serait donc nécessaire.

COTIPLAST – Côte d'Ivoire

Cette entreprise libano-ivoirienne produit des sachets plastiques pour l'agriculture (production fruitière), des emballages (exemple housse de matelas), et recycle des déchets plastiques souples pour la fabrication de bâches. La structure emploie 300 personnes (et entre 300 et 400 selon les commandes des clients et besoins pour la production) pour assurer le fonctionnement de ces 3 ateliers.

Elle s'approvisionne en résine PEBD vierge importée pour la fabrication de ses produits, et elle recycle le PEBD, PEHD et PP dans son processus de fabrication de bâches. L'usine est équipée avec une ligne de lavage qui est reliée par convoyeur à une ligne de séchage et de broyage. Les broyats sont ensuite acheminés dans une extrudeuse pour fabriquer des granulés. Les granulés de matière première secondaire sont ensuite mélangés à de la résine vierge puis transformés en sachets plastiques via de l'extrusion gonflage, c'est un procédé de haute technicité.

L'exemple de cette structure permet de mettre en regard que la récupération de ses produits afin de les inclure dans un cycle de recyclage plus long est possible.

Se rapprocher des industriels implantés localement permettrait de mesurer la possibilité, ou non, de réintroduire des matières premières secondaires dans leurs procédés. Toutefois, SCE ne recommande pas la mise en place d'une ligne de production de sachets plastiques sur le territoire capverdien qui lutte déjà contre l'interdiction de l'importation de ce type de produits néfastes pour le milieu naturel.

CALAO – Cap Vert

Depuis 2015, l'association Calao intervient au Cap-Vert, sur l'île de Sal, pour participer à la préservation de la biodiversité. Pour cela, elle intervient sur le ramassage des déchets provenant du milieu marin et s'échouant sur les rives capverdiennes. En 2 ans, l'association a collecté 10 tonnes de déchets sur le littoral.

Face à cette problématique grandissante, et souhaitant avoir une portée sur les populations locales et touristiques, l'association a décidé de monter une petite unité de valorisation de bouchons plastiques (PP). Le but étant de créer des objets touristiques dans un premier temps, puis d'étendre la production avec la fabrication de briques. L'île de Sal est la plus touristique de l'archipel du Cap Vert, le nombre d'hôtels et de restaurants est bien plus important qu'à São Vicente. Ainsi, l'association a pu mettre en place des partenariats avec ces établissements touristiques pour capter un gisement propre et conséquent. L'initiative a bénéficié de subventions de la part de la Banque Européenne d'Investissement (BEI) et du Ministère de l'Environnement du Luxembourg qui les finance pour d'autres projets, notamment des cours de sensibilisation dans les établissements scolaires.

Actuellement, CALAO emploie une personne sur place pour le maintien et fonctionnement de l'unité, même si cette dernière est freinée par des problèmes techniques (raccordement au réseau électrique). Néanmoins, l'atelier, monté dans un conteneur sur un terrain mis à disposition par la mairie, est complet. Les équipements ont été développés à partir des plans open source de Precious Plastic⁹.

Une ligne comporte généralement 4 modules (l'ensemble est évalué à 2 850 €) :

- ▶ Un broyeur
- ▶ Une extrudeuse
- ▶ Une machine de moulage par compression et thermoformage

⁹ Precious Plastic est un projet d'origine néerlandaise, basée sur l'open source. Il favorise et encourage le recyclage des matières plastiques, à l'échelle artisanale. Les méthodes et techniques employées peuvent être utilisées et modifiées sans restriction.

Figure 24 : Modèles de machines développées par Precious Plastic



L'association a déjà des liens avec Biosfera, et se montre ouverte à toute forme de collaboration. Cette piste peut s'avérer intéressante pour tout ce qui sera en lien avec l'approvisionnement et la stabilité des gisements.

Les diverses initiatives qui ont été présentées dans cette partie permettent de comprendre que le PE et PP sont des matières qui ont de la valeur dans le milieu du recyclage. Contrairement aux PET, l'exportation vers l'Europe ne fait pas partie des circuits les plus développés. Ces matières sont pertinentes pour l'implantation de ligne à faible technicité, et sont moins dangereuses à manipuler. Toutefois, le choix des produits finis à proposer sur le marché, reste la clé d'une activité pérenne. Plusieurs types de biens ont été cités, se rapprocher des institutions compétentes (l'urbanisme, voirie, etc.), et des entreprises du secteur BTP, permettra de savoir si le marché actuel a des besoins spécifiques. Comprendre dans quel mesure une solution de valorisation locale pourrait répondre à ces problématiques, permettra à Biosfera d'élaborer une stratégie en corrélation avec les besoins du territoire.

4.3.1.4. Filière de valorisation de résine en mélange

Les plastiques en mélange sont souvent exclus des filières de valorisation à cause de la technicité de leur séparation, qui est majoritairement réalisée par voie chimique. Le recyclage chimique revient à séparer les différentes chaînes moléculaires (squelette du plastique) grâce à des réactions avec des solvants. La nécessité d'employer des solvants augmente de manière non-négligeable le prix du process, ainsi que la présence d'installations de traitement pour ces produits classés comme déchets dangereux.

Néanmoins, des initiatives ont réussi à développer et breveter des techniques de valorisation mécanique de déchets plastiques en mélange, soit pour traiter des flux non valorisés, ou alors pour simplifier le tri et regrouper des résines qui jusque là n'étaient pas mélangées.

EXTRUPLAS – Portugal

Cette société portugaise a été fondée au début des années 2000 à Porto. Puis en 2006, elle a été acquise par un groupe d'entreprises œuvrant dans le domaine de la gestion des déchets, PEI¹⁰ (Parques de Ecologia Industrial), auxquelles elle appartient toujours aujourd'hui. La structure s'est fixée comme objectifs de proposer une solution de valorisation des déchets mixtes exclus des autres filières, tout en luttant contre la raréfaction des ressources telle que le bois et le métal.

Leur technologie high-tech traite une multitude de déchets en mélanges composés de différentes résines, principalement du PE auquel il est possible d'ajouter de l'ABS, PS, PP, PVC, PC et du NYLON en respectant des proportions définies. C'est la seule structure nationale accréditée par la Sociedade Ponto Verde¹¹ pour reprendre les emballages plastiques mixtes (2015), ce qui lui a notamment permis d'obtenir un partenariat avec NESTLE. En effet, la marque de produit alimentaire finance des points de collecte volontaire dans des supermarchés à destination du recycleur.

Pour cela, EXTRUPLAS se compose de deux usines, possédant toutes deux la certification ISO 9001 sur l'engagement qualité en interne et ainsi que chez ses fournisseurs :

¹⁰ PEI est un groupement de 7 entreprises privées, dont l'objectif est de proposer une offre globale en termes de gestion, collecte, et valorisation des déchets pour les entreprises. Composé de cabinet conseil, collecteur, mais aussi des usines de transformation, cette pluridisciplinarité leur permet de proposer des offres sur une grande partie des flux de déchets.

¹¹ La Sociedade Ponto Verde est une entité privée à but non-lucratif, qui a pour mission d'organiser et de gérer la reprise et la valorisation des déchets d'emballages, à travers le Système Intégré de Gestion des Déchets d'Emballages (SIGRE), au Portugal depuis 1996.

- ▶ Usine de Seixal avec une capacité de traitement de 25 000 t/an
- ▶ Usine de Maia, avec une capacité de traitement de 12 000 t/an

Malgré des installations high-tech, le process de transformation est similaire à d'autres initiatives citées ci-dessus. Avec une phase tri des différentes résines, celles-ci sont ensuite broyées séparément, puis mélangées en fonction des proportions à respecter. Seuls les déchets souples sont granulés avant l'extrusion finale afin de garantir un bon mélange durant la dernière étape de transformation des produits semi-finis et finis.

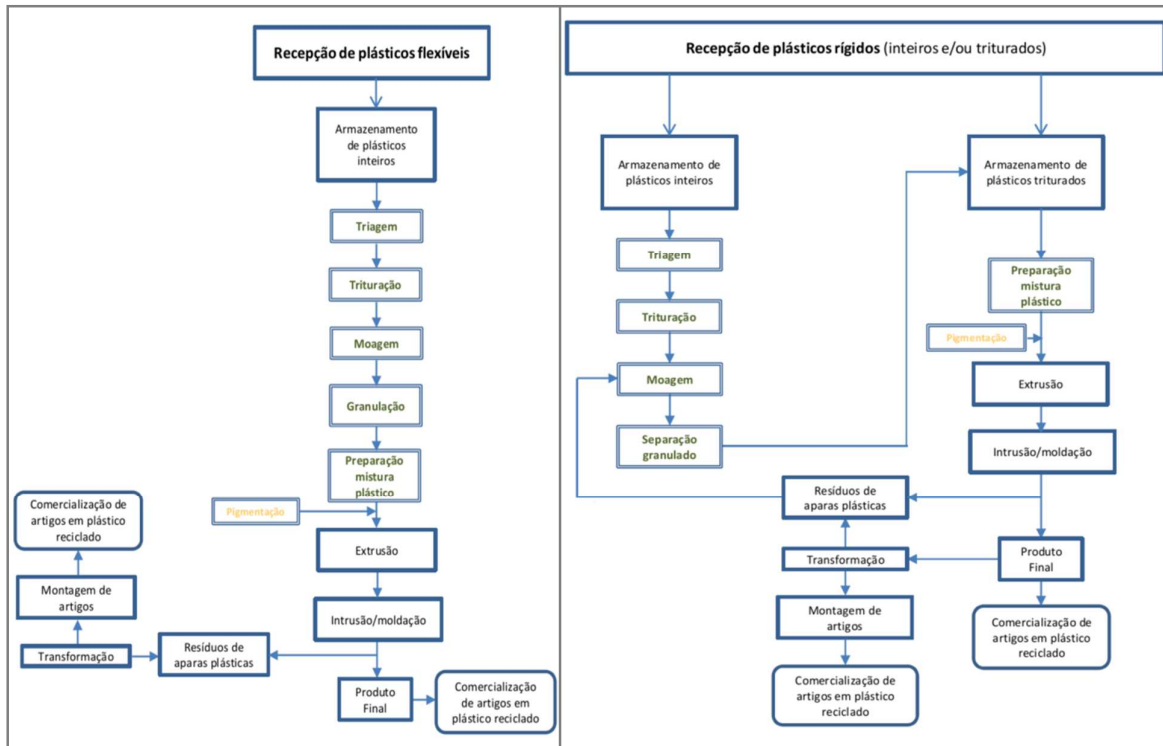


Figure 25 : Diagramme de fonctionnement des lignes de valorisation des déchets par EXTRUPAS ; Source : Pontoverde "Jornadas técnicas 2015"

Les produits mis sur le marché par EXTRUPLAS sont :

- ▶ Des profilés plastique.
- ▶ Du mobilier urbain et de plage (banc, table, poubelle, éléments signalétiques, ...).
- ▶ Des éléments de construction extérieur (ponts, revêtements, barrières, ...).
- ▶ Éléments pour l'agriculture.

Ces produits sont disponibles en 4 colories différents (noir, bleu, marron et vert).

Certains de ces produits ont été mis en œuvre sur le sommet du cratère de Cova à Santo Antao.



Figure 26 : Exemples de produits fabriqués par EXTRUPAS (transat 185 €, cabane 1 200 €, chaise 94 €) ; Source : <http://www.extruplas.com>

EXTRUPLÁS poursuit sa stratégie entrepreneuriale fondée sur le concept de croissance durable. Dans ce cadre, ils réalisent des projets, avec des partenariats et financements extérieurs, afin d'élargir les champs d'application de leur produit :

- ▶ Le premier, dans l'optique d'améliorer leur parc machine à Mia. Ainsi que pour mener des actions afin d'étendre leur visibilité à l'échelle internationale¹², en visant des marchés définis comme prioritaires (Espagne, France, Royaume-Uni, Panama).
- ▶ Le second, pour réaliser une étude R&D et des tests pour la production de rails de chemin de fer¹³ à partir de plastique recyclé, afin de préserver les ressources de bois et de fer.

Cette initiative est pertinente, car la solution développée autour des dosages des différentes résines pouvant inclure des déchets habituellement refusés. Néanmoins, l'étape de tri reste un élément clé, qui doit être équipé de machine performante afin d'éviter des erreurs de mélange qui pourrait avoir de grosses conséquences sur la qualité des produits.

L'appartenance à un réseau de professionnels, est un autre facteur de réussite qui permet de renforcer l'offre et la légitimité face aux institutions. À l'heure actuelle les acteurs présents à São Vicente, ainsi que le marché local, ne sont pas assez pour développer une offre aussi complète. Néanmoins, travailler avec d'autres secteurs tels que le BTP et le tourisme, peut ouvrir des marchés. Ajouter à cela le potentiel que peut représenter les autres îles de l'archipel.

SCE veut tout de même rappeler que ce type d'installation demande une maîtrise quant aux flux entrants face au mélange des différentes résines, et étant la seule structure autorisée sur le territoire pour la transformation de certains emballages multicouches leur confère le monopole du marché à bas prix.

BYFUSION- Nouvelle Zélande

À la suite du constat que le plastique était l'une des menaces principales pour l'environnement, BYFUSION Global Inc. a été fondée (2017). Après une longue période de recherche, ils ont développé une nouvelle technologie de valorisation des déchets plastiques « SYSTEMES BLOCKER » brevetée. Cette technologie repose sur une technologie de fusion des plastiques sous l'effet de la pression exercée par une presse hydraulique, et une montée en température plus faible via l'emploi de vapeur d'eau.

Les résines plastiques éligibles à ce process sont le PP, LDPE et PET, le polystyrène (PS). Le tri et le nettoyage ne sont pas nécessaires selon les premières utilisations. Désormais, une unité industrielle est en cours de construction à Los Angeles aux USA, elle pourrait traiter près de 450 tonnes de plastiques par an.

¹² <http://www.sighabitat.pt/p160-prj-24-extruplas-around-the-world-pt>

¹³ <http://www.extruplas.com/fr/compete-2020-fedr>

Le produit phare de cette société est le « BYBLOCK », disponible dans une taille de bloc de construction standard de 16 x 8 x 8 pouces. Trois modèles existent :

- ▶ Moulé avec des chevilles afin qu'ils puissent s'emboîter.
- ▶ Plat afin que les constructeurs puissent facilement monter d'autres composants comme un toit sur le dessus.
- ▶ Et d'autre avec une combinaison de ces deux modèles.



Figure 27 : Byblocks fabriqué par BYFUSION ; Source : www.byfusion.com

Ils produisent également des espaces polyvalents de 11 m² appelé BYPAD, produit à partir de 2 tonnes de plastiques, vendu entre 15 000 à 18 000 €.

Afin de diffuser leur technologie, et d'améliorer le traitement des déchets partout dans le monde. La société BYFUSION vend ses machines, et les loue, en fonction des capacités :

- ▶ « Bloqueur de Communauté » permettant de traiter jusqu'à 30 t/mois, dans un conteneur modulaire.
- ▶ « Bloqueur Industriel », allant jusqu'à 90 t/mois, avec un coût de 1.3 millions de \$.
- ▶ Il est aussi possible de louer un bloquer pour 280 000 \$/an.

Actuellement, 12 commandes de BLOKER sont passées, et les dates de mise en place ne sont pas encore fixées. Car, malgré l'aspect prometteur de cette technologie, cette dernière est encore juvénile et doit s'assurer que son modèle économique actuel lui permettra de se stabiliser dans le temps. Face à la situation critique mis en avant à São Vicente, SCE ne recommande pas cette technologie pour le moment, notamment face au fort investissement qu'elle nécessite.



Figure 28 : Bloker fabriqué et breveté par BUFUSION ; Source : <https://www.byfusion.com/bloker/>

Ces retours d'expériences mettent en avant que l'innovation technologique est un facteur de réussite dans un projet de valorisation des déchets, et dans l'évolution des filières de valorisation. Il faut rester vigilant quant à ces dernières, car pour assurer un modèle économique fiable, il est nécessaire que cette technologie soit au point. Un mauvais dimensionnement pourrait porter préjudice à la productivité de l'unité, et donc à l'image de l'initiative qui pourrait perdre en crédibilité face au futur client. Ce qui est dangereux pour tout type de projet nécessitant des investissements conséquent.

4.3.1.5. Filière de valorisation énergétique : la pyrolyse

Description du procédé

La pyrolyse est une technologie de combustion des déchets plastiques dans un milieu anaérobie. Cette combustion va entraîner la création de diesel, gaz, et noir de carbone. Les proportions entre chaque produit vont dépendre du type de combustion. Deux types de process existent :

- ▶ La pyrolyse flash : comme son nom l'indique, cette pyrolyse va chercher à brûler les déchets le plus rapidement possible afin de favoriser la création de liquides (carburant).
- ▶ La pyrolyse lente : favorise la création de gaz grâce à une combustion lente.

Il est important de souligner que ce procédé est lié aux modes d'approvisionnements :

- ▶ Par lot : l'unité traitera en un cycle un volume prédéfini. Cette méthode permet de mieux contrôler la qualité des huiles obtenues, mais ne permet pas de traiter de gros volumes, car elle demande un temps de refroidissement très important.
- ▶ En continue : l'unité est approvisionnée en continu, il n'y a donc pas de notion de cycle. Cela permet de traiter des volumes beaucoup plus conséquents, sans se soucier du temps de refroidissement de la chambre de combustion. Cependant, il est plus difficile de garantir une haute qualité des huiles en sortie.

Cette technologie, portant bien développé en Asie, reste encore peu déployée en Europe et Afrique, même si la tendance commence à évoluer.

Get plast - Indonésie

GetPlast est une ONG indonésienne. Cette association œuvre dans la sensibilisation des populations pour la préservation de l'environnement, mais aussi dans l'amélioration des conditions de vie de ces dernières. L'ONG a développé un petit démonstrateur de pyrolyse, qui peut traiter 10 Kg de déchets plastiques par fournée. Ce démonstrateur sert principalement à l'animation d'événements auprès de partenaires (associations, ONG, structures économique local...). Par la suite, elle leur propose des modules plus performants, mais ne commercialise pas ces modèles dans une démarche entrepreneuriale et lucrative. Actuellement, GetPlast a fabriqué 14 pyrolyseurs.

Le procédé développé accepte le PE (HD et BD), PP et PS. Les huiles obtenues sont composées de 69 % de gazole, 20 % d'essence. La fraction de gaz, quant à elle, est réintroduite dans le procédé afin d'alimenter la chambre de combustion.

L'ONG préconise de ne pas :

- ▶ Intégrer les multicouches, car ils ont un mauvais rendement de production.
- ▶ Laver les déchets, le plus important c'est qu'ils soient secs.
- ▶ Ajouter de carburant pour l'utilisation des huiles de pyrolyse obtenues (moteur thermique).



Figure 29 : Démonstrateur élaboré par GET PLAST

Cette initiative permet de mettre en avant que la création d'unité de pyrolyse (à petite échelle) est possible, mais cela reste pour des applications privées. De plus, malgré l'usage de ces carburants pour leur véhicule, rien ne garantit que cela soit autorisé d'un point de vue législatif, notamment par rapport aux émissions de gaz et taxes perçues par l'Etat.

Pyrolyze.com – Pays Bas

Pyrolyze.com est une société néerlandaise qui propose des solutions personnalisées de pyrolyse et de gazéification. Son marché est principalement tourné vers les organisations, communautés et institutions de gestion des déchets du monde entier. Leurs unités permettent de traiter le PE (HD et BD), PP et PS avec un rendement de 85 %. Ces machines peuvent aussi traiter les huiles de moteur, dont le rendement est de 90 %. Elle propose actuellement 3 modèles :

- ▶ Un démonstrateur à ligne unique de 3 kg de déchets plastiques fonctionnant par lot - 19 995 €
- ▶ Un démonstrateur à double ligne de 3 kg de déchets plastiques par lot, la configuration double ligne permet de réaliser différents réglages et catalyseurs en même temps - 24 995 €
- ▶ Une usine de pyrolyse d'huile de moteur usée de 350 L par jour - 99 995 €
- ▶ Installation d'une pyrolyse plastique de 150 kg/h – encore en prototypage

Ces prix prennent en compte les lignes de distillation nécessaire à la séparation des différentes fractions. La durée de traitement d'un lot (3 kg) est de 5 h. Les différentes fractions obtenues se répartissent en 85 % d'huile de pyrolyse (gazole et huile), 15 % de gaz, 15 % de noir de carbone.

Scarabtech – Afrique du Sud

Entreprise créée à la suite d'un projet associatif, après 4 ans de R&D, la société commence à fournir des premières lignes de pyrolyse de grande capacité. Leur but étant de créer des lignes autonomes qui peuvent être déployées sur des territoires isolés où l'électricité n'est pas bien desservie. Actuellement l'entreprise est en train de mettre en place 3 lignes pilotes (et 3 autres pilotes supplémentaires d'ici 2022). Cette entreprise a fabriqué l'unité de pyrolyse pour le projet Plastique Odyssey. Le prix d'un démonstrateur est actuellement évalué à 175 000 €.

Le procédé accepte les résines PE (HD et BD), le PP et le PS, comme pour les autres initiatives citées. Cette technologie fonctionne actuellement par lot de 150 kg. Le tableau suivant compare l'huile de pyrolyse SCARABTECH avec le diesel commercialisé en Afrique du Sud :

Tableau 5 : Comparaison du diesel de Scarabtech et le diesel commercialisé en Afrique du Sud

	DIESEL CLASSIQUE	DIESEL DE PYROLYSE
Prix au Kwh	0.34 \$	0.082 \$
Tonnes de déchets plastiques traités (t)	0	144
Quantité de CO2 produit (t)	394	0

SCARABTECH utilise ses huiles pour ses véhicules et pour des moteurs thermiques, néanmoins, elle ne s'est jamais renseignée quant au cadre législatif autour de cette pratique car elle ne commercialise pas son carburant.

Ces trois structures permettent de comprendre que la pyrolyse est une technologie qui est encore à ses débuts, par conséquent le cadre juridique autour des huiles produites est encore à construire. De plus, contrairement aux idées reçues, tous les déchets plastiques ne sont pas admissibles dans ce procédé. Afin de définir la pertinence de cette technologie à São Vicente, il est préalablement nécessaire de s'informer quant aux besoins du territoire en termes de carburant.

4.3.1.6. Synthèse

Les polymères sont composés de diverses familles qui se différencient de par leurs compositions et propriétés. Ainsi, les différentes résines retrouvées sur les îles de São Vicente et Santa Luzia sont variées et ne pourront connaître le même type de débouché.

A l'issue de ce benchmark des solutions existantes, 3 solutions de valorisation adaptées en fonction du type de résine sont retenues et présentées en synthèse dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Application des différentes solutions de valorisation en fonctions des résines plastiques (source SCE)

	PET	PE	PP	PVC	PS	NYLON
Recyclage matière (produits finis/semi-finis)	N/A	+	+	-	-	+
Production de paillettes / Granulés	+	+	+	-	-	+
Valorisation énergétique : pyrolyse	-	N/A	N/A	-	N/A	N/A

Mise sur le marché local capverdien

Exportation

Légende

Non applicable	Non adapté dans le contexte de São Vicente	Solution recommandée
-	N/A	+

4.3.2. Identification des parties prenantes concernées par la problématique des déchets plastiques

4.3.2.1. Parties prenantes identifiées

En tant que gestionnaire des aires protégées, la Direction nationale de l'Environnement devra être largement impliquée dans toute action réalisée sur l'île de Santa Luzia.

Les parties prenantes Cap Verdiennes suivantes ont été rencontrées lors de l'expertise menée par SCE en mai et juillet 2021 :

Institutions :

- ▶ La Municipalité de Mindelo : José Carlos da Luz – Conseiller Municipal ; Rafael Silva - ingénieur responsable de l'assainissement, y compris gestion des déchets
- ▶ Ministère de la Mer : Albertino Martins - Directeur général des ressources marines
- ▶ Ministère des Infrastructures de l'Aménagement du Territoire et du Logement
- ▶ Ministère du Tourisme : Sr. Américo Lopes – Vogal Executivo
- ▶ Chambre de Commerce du Nord du Cap Vert : Gil COSTA - Secrétaire Générale
- ▶ Douane : Octavio COSTA ALVES - Directeur des Douane de Mindelo

Secteur du tourisme :

- ▶ Hôtels :
 - OASIS
 - Terra Lodge

- ▶ Restaurant Metalo

Acteurs économiques :

- ▶ Autorité portuaire : ENAPOR
- ▶ Embouteilleurs :
 - Cavibel
 - PurÁgua
- ▶ Entreprises de BTP :
 - CSLopes Construções
 - MAIHA Arquitectura
 - JMP
- ▶ Commerces :
 - Fragata (grande surface)
 - Prolar (matériaux)

Société Civile :

- ▶ ONG Biosfera
- ▶ Association Simili.

4.3.2.2. Focus sur la gestion des déchets

4.3.2.2.1. Institutions

Les institutions sont de plus en plus sensibles à la problématique de gestion des déchets. Ces dernières années, elles se sont concentrées sur la mise en place et l'optimisation de la collecte des déchets ménagers et assimilés, afin de diminuer les impacts sanitaires dans un premier temps. Afin d'aller plus loin, certaines institutions ont annoncé que plusieurs projets étaient en discussion autour de l'amélioration du traitement des déchets. L'inclusion des populations sensibles vivant sur la décharge est une préoccupation récurrente soulevée durant l'ensemble des entretiens. Néanmoins, le manque de financement et de compétences localement freine l'évolution de ces derniers.

Suite à l'accord de Paris, l'Etat du Cap Vert a défini sa politique pour lutter contre le changement climatique et a défini sa première Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN).

Le pays s'est en effet engagé à mettre en œuvre une gestion des déchets appropriée (incluant le tri, le recyclage et le traitement dans des décharges et des sites d'enfouissement régulés) pour au moins 50% des municipalités les plus vulnérables d'ici 2030. Ceci inclut :

- ▶ L'implémentation de programmes éducatifs pour la séparation des déchets principaux par les ménages et par les générateurs de déchets en général
- ▶ La conception et la création de 5 sites de collecte et recyclage d'ici 2025.

Le ministère de la Mer est particulièrement sensible concernant la problématique des déchets océaniques. Très exposé à ce phénomène, le ministère de la Mer a décidé de développer un service développement durable en interne. Ce service aura la charge de la gestion des déchets des ports, ainsi que la sensibilisation des pêcheurs face à cette problématique. C'est dans ce cadre qu'un projet de mise en œuvre de point de collecte des filets issus de la pêche industrielle est actuellement à l'étude.

Le Ministère du Tourisme représentant 25 % du PIB, est également préoccupé de la perte en biodiversité et la dégradation de l'environnement entraînant des conséquences très importantes pour ce secteur économique.

4.3.2.2.2. Acteurs économiques

Durant ces missions, l'équipe SCE a rencontré de nombreux acteurs économiques, de domaines d'activités différents : embouteilleurs, supermarchés, entrepreneurs dans les domaines de la

construction, la restauration, l'hôtellerie, la pêche, etc. De manière générale, les problématiques sont les mêmes quel que soit le corps de métier :

- ▶ Les acteurs économiques doivent payer un forfait particulier pour accéder à la collecte municipale, pour certains ce montant est trop excessif (poubelle de 660 L = 4 000 esc/mois, 150 L = 2 000 esc/ mois), certains acheminement eux même leurs déchets.
- ▶ Ils sont pénalisés par la dépendance à l'importation de la majorité de leurs équipements, et sont confrontés à une clientèle qui leurs demande de plus en plus de produit plus « vertueux ». Malheureusement, le marché actuel ne leur permet pas de répondre à ces demandes, où les coûts d'importations sont bien trop élevés.
- ▶ L'hôtellerie et la restauration sont quant à eux demandeurs de solutions et d'initiatives. Dans un premier temps par souci de préservation du milieu qui est la source du tourisme localement, mais également pour répondre aux nouvelles attentes de leurs clients, qui tendent de plus en plus vers l'éco-tourisme.
- ▶ Un autre domaine d'activité qui est fortement impacté par la présence de déchets marins est la pêche artisanale. En plus de l'impact sur la biodiversité, et la diminution des populations de poissons, ils se retrouvent souvent à perdre, ou casser, leurs matériels en mer à cause des déchets.

4.3.2.3. Société civile

Les mobilisations citoyennes sont elles aussi en augmentation, les programmes scolaires, les réseaux sociaux, la télévision, tous ces vecteurs de communications ont su toucher une partie de la population qui souhaiterait intervenir en faveur de l'environnement. Ils restent tout de même bloqués par le manque d'alternatives de consommation, l'absence de solutions, entraînant un découragement.

4.4. Proposition de solutions de valorisation des déchets plastiques

4.4.1. Un centre de valorisation des plastiques

Sur la base des flux de déchets produits par les habitants de l'île de São Vicente et les déchets marins caractérisés sur l'île de Santa Luzia, du benchmark réalisé précédemment et de la rencontre avec les acteurs locaux Cap Verdiens, plusieurs solutions sont applicables sur l'île de São Vicente et peuvent être mise en œuvre à court / moyen terme. Celles-ci sont présentées ci-après. Un scénario de départ semble approprié pour lancer l'activité puis le développer au fil des années.

Il s'agit donc de lancer la mise en œuvre d'un centre de recyclage des déchets plastiques sur l'île de São Vicente, d'y intégrer les déchets marins de Santa Luzia et de constituer le socle d'une démarche vertueuse et pérenne de gestion de l'ensemble des déchets plastiques générés et échoués sur l'île de São Vicente (du déchet au débouché). La viabilité économique du projet demeure une priorité absolue en plus de ses dimensions environnementales et sociales.

S'il s'attache dans un premier temps à initialiser la démarche pour ces deux îles, le projet dans sa phase de changement d'échelle vise à entraîner l'ensemble des autres îles du Cap Vert (lors des ateliers de sensibilisation/mobilisation) pour se rattacher à l'île de São Vicente ou développer des centres analogues sur d'autres îles.

Le centre de valorisation à créer répond donc à trois objectifs majeurs :

- ▶ Préservation de la biodiversité
- ▶ Préservation de l'activité touristique
- ▶ Réduction des gaz à effet de serre par l'arrêt du brûlage et la réduction de l'importation de résines vierges ou d'objets plastiques.

Le centre de valorisation des déchets plastiques et les différentes phases de développement de ce centre sont présentés à la figure suivante.

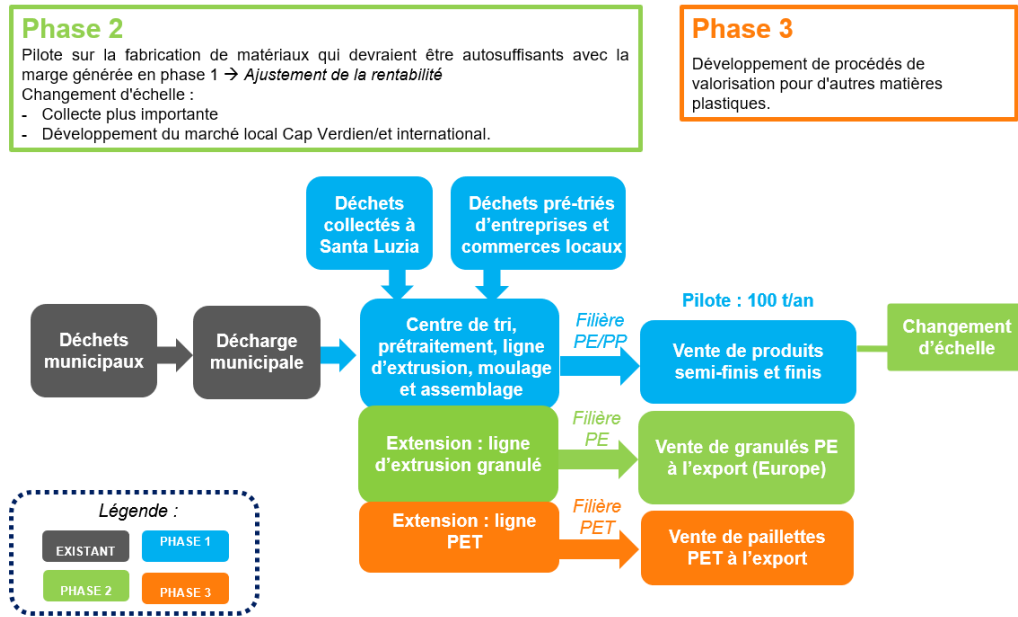


Figure 30 : Proposition de SCE pour la mise en œuvre d'un projet évolutif de valorisation des déchets plastiques

La mise en œuvre de ce centre est détaillée dans le paragraphe suivant.

4.4.2. Mise en œuvre d'une chaîne pilote de tri et valorisation

4.4.2.1. Stratégie

L'objectif principal est de mettre en place le plus rapidement possible une chaîne de valorisation des déchets plastiques en développant la collecte et la transformation de ces déchets afin de diminuer leur impact environnemental local.

Le projet technique de la chaîne de valorisation est établi. Nous avons identifié deux gisements de déchets plastiques :

- ▶ Les macrodéchets rejetés par la mer sur la plage d'Achados sur l'île de Santa Luisa, constitués notamment de filets de pêche en PE, de pot à poulpe, de bidons en PEHD, de bouteilles en PET et divers objets en PP.
- ▶ Les déchets municipaux issus de l'import regroupés au sein de la décharge sur l'île de São Vicente, constitués de sachets et de films d'emballages en PE.

Le chaîne pilote se basera au départ sur ces deux gisements de déchets dont la collecte et l'acheminement sont gérés par la municipalité. La mise en place de cette chaîne permettra de valoriser ces déchets plastiques en objets utiles répondant à un marché local.

Les déchets plastiques collectés seront acheminés au niveau de l'infrastructure prévue qui accueillera la chaîne de valorisation. Une étape de tri permettra de différencier les différentes matières plastiques puis ces plastiques seront broyés et séchés afin de les réduire et en paillettes et d'extraire l'humidité résiduelle. Puis une ligne d'extrusion permet de faire fondre les paillettes et de les transformer en continu sous forme de planches recyclés. Ces planches produites sont un matériau semi-fini et offrent une bonne alternative au bois qui est rare et coûteux sur l'île.

Les gisements, les aspects techniques, les débouchés et les marchés définis nous permettent d'avoir une vision claire sur ce que représente cette chaîne pilote de valorisation.

4.4.2.2. Gouvernance

Le modèle de gouvernance doit convenir à l'ensemble des parties prenantes de la gestion des déchets. Lors de la rencontre entre la municipalité et SCE, la collectivité a indiqué qu'elle souhaite garder sa compétence de collecte des déchets. Il est donc primordial de travailler en collaboration avec cet acteur pour le développement d'une solution de valorisation.

Plusieurs modèles de gouvernance sont envisageables, tels que la gestion du centre par un privé, en faisant ainsi une nouvelle activité économique du territoire. Néanmoins, ce modèle peut engendrer un monopole sur le marché, et ainsi impacter les prix de rachats et de vente.

La mise en œuvre d'un Partenariat Public Privé (PPP) peut être une solution. Ce type de contrat administratif permet à l'Etat, ou un établissement public de l'Etat, de confier à un tiers la gestion d'une de ses compétences, pour une période déterminée. Cette durée peut dépendre de la durée d'amortissement des investissements, ou des modalités de financement retenues. Un PPP est éligible dans le cas où la mission globale aurait pour objectif l'entretien, la maintenance, l'exploitation ou la gestion d'ouvrages, d'équipements, ou de biens immatériels nécessaires au service public. Suite à cette période, l'Etat aura la possibilité de récupérer la gestion de l'installation en régie, de la laisser au gestionnaire actuel, ou de faire un appel d'offres pour changer de gestionnaire.

4.4.2.3. Mise en place du centre

Le choix d'implantation du centre de valorisation est primordial. Il doit idéalement être situé à proximité de la décharge sur l'île de São Vicente. La superficie de centre est évaluée à 2 000 m².

Sur ce terrain, les stocks de déchets plastiques seront acheminés par la municipalité et les sociétés privées. Il conviendra d'y associer les travailleurs informels de l'actuelle décharge de Mindelo dans le tri des déchets plastiques afin de pouvoir disposer d'un gisement adapté des résines PE et PP notamment pour le centre.

Au sein du bâtiment sera installée la chaîne de valorisation ainsi que les aménagements nécessaires pour le personnel. Ce bâtiment d'environ 800 m² sera construit spécialement pour répondre aux besoins d'espaces et d'équipements de la chaîne de valorisation.

Il comprendra :

- ▶ Un espace de stockage des déchets triés.
- ▶ Une ligne de préparation des déchets : tri complémentaire, broyage, tamisage, séchage.
- ▶ Une ligne d'extrusion et une filière de mise en forme des planches.
- ▶ Un emplacement de stockage des produits recyclés.
- ▶ Des locaux de vie pour le personnel.

L'implantation prévisionnel de ces éléments au sein du bâtiment a été pensé comme suit (cf. figure suivante).

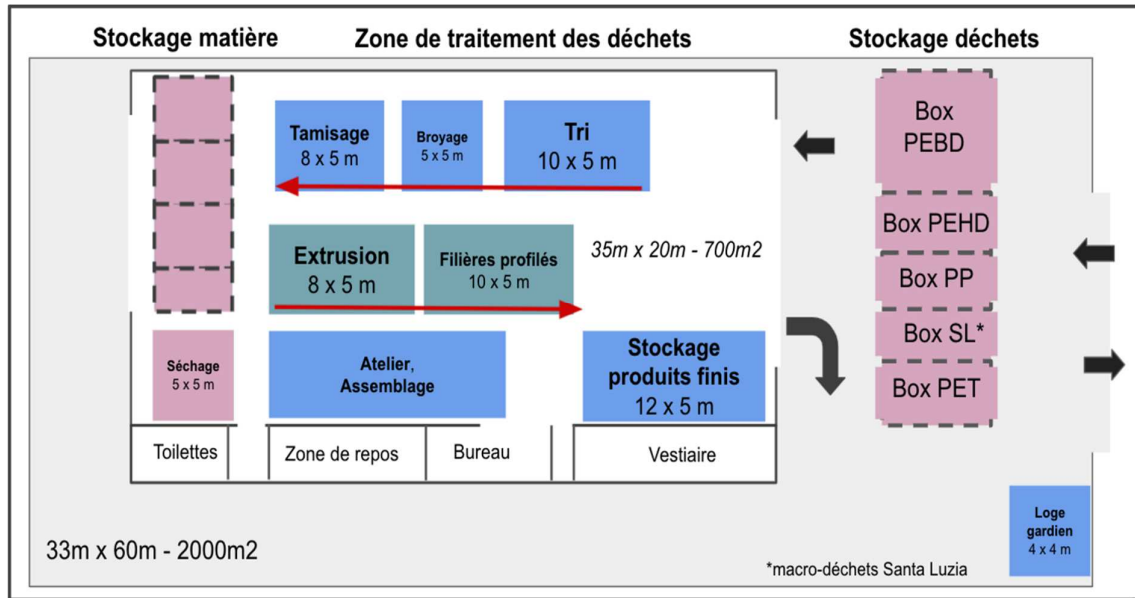


Figure 31 : Schéma de fonctionnement du centre de tri et de valorisation des plastiques à réaliser sur l'île de São Vicente (source SCE)

Cette implantation pourra bien sûr être adaptée en fonction des caractéristiques du terrain fourni et du bâtiment.

4.4.2.4. La production et ventes

La production des premières planches ayant atteintes le niveau de qualité exigé et de façon constante sera une étape importante au démarrage de cette activité. Nous estimons que cette production sera possible dès la première année. Ces planches serviront à montrer la réussite de la ligne et serviront à démarcher de nouveaux clients.

Les planches recyclées sont des produits semi-finis pour remplacer le bois. Il est prévu d'augmenter encore davantage la valeur de ces produits. En effet, ces planches seront assemblées et montées pour réaliser des meubles : tables, bancs, transats, poubelles, répondant ainsi à une demande locale et se substituant à l'import de mobilier. La rencontre avec les clients et l'identification du besoin permettra d'adapter parfaitement la fabrication des différents produits mis en vente. Le milieu hôtelier présent sur l'île de São Vicente a déjà montré son intérêt pour équiper en mobilier leurs établissements à partir des déchets plastiques collectés et valorisés sur l'île.

Un travail de design, de fabrication et de création de nouveaux produits aura donc lieu afin de diversifier la mise sur le marché de produits issus des déchets plastiques. Un travail avec des artisans, créateurs ou menuisiers sur place est à prioriser autant que possible.

4.4.2.5. L'étude des différents grades de PE

La maîtrise du gisement en entrée (PE, PP) est un facteur indispensable de la bonne réussite de production d'objets recyclés. L'équipe doit donc être formée à la caractérisation des différents plastiques, en fonction de leur matière mais également en fonction de leur grade. Plus les matières seront triées à des niveaux hauts de précision, plus le produit en sortie sera de qualité et aura une valeur financière importante.

La montée en compétence sur la caractérisation se fera dans un premier temps autour des polyéthylènes dont les gisements sont abondants sur l'île et durera plusieurs mois.

Ce tri fin des PE permettra ensuite de réaliser des essais de transformation en granulés. Ces granulés feront ensuite l'objet de contrôle qualité pour estimer leur potentiel de vente sur le marché du recyclé. Si les résultats sont concluants, nous pourrions alors développer la chaîne du tri aux granulés et nous

pourrons atteindre de nouveaux marchés notamment à l'export, offrant des débouchés supplémentaires pour les déchets plastiques collectés et transformés.

4.4.2.6. Incorporation progressive des différents gisements

La création de la chaîne pilote de valorisation permet de disposer d'une capacité de traitement d'environ 100 tonnes/an qui peut évoluer et grandir afin d'atteindre une capacité de traitement jusqu'à 3 000 tonnes/an.

Pour y arriver, il est nécessaire d'anticiper cette évolution est d'envisager dès le commencement la diversification des gisements entrants et des lignes de valorisation qui en découleront. Nous savons dès à présent que des gisements existants comme les déchets plastiques issus des ménages ou encore des entreprises locales peuvent être collectés pour être valorisés. La mise en place de points d'apports volontaires, de façon ponctuelle, est une première étape dans la collecte de ces déchets plastiques.

Pour ces nouveaux gisements, une caractérisation précise sera nécessaire afin de définir les matières à valoriser. De la même façon que pour les différents grades de PE, l'objectif à partir de ces matières identifiées et triées est de les valoriser de la meilleure manière possible. S'il y a un marché favorable, ils seront transformés en de nouveaux objets ou alors en des granulés afin d'être revendus sur le marché des matières plastiques recyclées.

A terme, ce centre se développera pour accueillir la majorité des déchets plastiques produits sur l'île de São Vicente, et intégrera également les déchets plastiques collectés sur Santa Luisa.

Ainsi, la chaîne pilote de valorisation est destinée à évoluer en commençant par les déchets plastiques les plus abondants et accessibles pour finir par l'ensemble des déchets plastiques retrouvé sur l'île.

5. Conclusions

Biosfera a développé une stratégie de conservation sur la période 2020-2025 et intègre un volet de lutte contre la pollution marine par les plastiques. Si les activités de nettoyage des plages restent essentielles, Biosfera souhaite renforcer son expertise sur les mesures appropriées de collecte et d'élimination des déchets à Santa Luzia.

Dans ce cadre, SCE a été sollicité pour réaliser une expertise pour :

- ▶ Caractériser et quantifier les macrodéchets échoués sur la plage d'Achados de l'île de Santa Luzia.
- ▶ Examiner et proposer des moyens collecte, transport et valorisation de ces déchets de l'île de Santa Luzia.
- ▶ Définir une stratégie de gestion des déchets plastiques à l'échelle de l'île de São Vicente.

La mission de caractérisation et de quantification des macrodéchets échoués sur la plage d'Achados de l'île de Santa Luzia a permis de définir que près de 400 tonnes (dont 250 tonnes de plastiques) se sont échoués sur les 4 km du littoral de la plage d'Achados au cours de la période juin 2019 à juin 2021.

Les plastiques représentent près de 57 % en masse des déchets échoués, suivis du bois usiné (12,7%) et des autres déchets (métal, verre, etc.). Les plastiques sont constitués de différentes résines. La caractérisation de ces dernières a permis d'identifier que le PE était la résine la plus retrouvée.

De plus, il a été mis en avant que 64,1 % des déchets retrouvés en masse sont des éléments issus de la pêche (filets de pêche 55,4%, pots à poulpe 8,7%).

En l'absence de solutions de traitement adéquate sur l'île voisine de São Vicente, il est n'est pas recommandé de transférer ces déchets sur l'île voisine. En attendant la mise en œuvre d'un centre de valorisation des déchets plastiques, ces déchets devront être stockés provisoirement sur le haut de la plage d'Achados avant leur reprise dès qu'une solution adaptée sera mise en œuvre. La sensibilité et la fragilité du milieu (île située au sein d'une aire marine protégée) ne permet pas d'intervenir avec des moyens classiques. Il est suggéré de mécaniser la collecte et le transport terrestre de ces déchets en créant des aménagements adaptés aux contraintes du milieu. Une évaluation des impacts devra être réalisée au préalable par des experts naturalistes.

En tant que gestionnaire des aires protégées, la Direction national de l'Environnement devra être largement impliquée dans toute action réalisée sur l'île de Santa Luzia.

Compte tenu du contexte local de l'île de São Vicente, il peut être envisagé de réaliser à moyen terme un centre de valorisation des déchets plastiques issus de l'île de Santa Luzia et des déchets produits par les activités économiques et des ménages de São Vicente.

Le centre de valorisation à créer répond à trois objectifs majeurs :

- ▶ Préservation de la biodiversité
- ▶ Préservation de l'activité touristique
- ▶ Réduction des gaz à effet de serre par l'arrêt du brûlage et la réduction de l'importation de résines vierges ou d'objets plastiques.

Parmi les flux de plastiques produits et échoués sur l'ensemble des deux îles, il a été identifié différentes résines plastiques présentant des intérêts économiques variables. Ces polymères – PE, PP et PET – sont les plus produits à l'échelle mondiale, et très employés dans le domaine de l'emballage notamment.

Afin de proposer une stratégie de valorisation complète et réalisable, la mise en place d'une unité de valorisation de ces déchets plastiques est à réaliser en plusieurs phases. Ce déploiement progressif permettra de diversifier les gisements traités par l'installation, en sécurisant les lignes de traitement mises en œuvre. Ainsi, le centre de valorisation permettra de disposer d'une offre de traitement la plus complète, permettant d'augmenter son impact positif sur l'environnement, l'économie et le social.



Annexes

**ANNEXE 1 : LOCALISATION DES BANDES DE PRELEVEMENTS DE
CARACTERISATION DES MACRODECHETS – CAMPAGNE SCE 2021
(2 PAGES)**



Vue aérienne des bandes de prélèvements B1 et B2



Vue aérienne des bandes de prélèvements B3, B4 et B5 et des stockages de déchets réalisés antérieurement par Biosfera



Vue globale des bandes de prélèvements B1 à B5

ANNEXE 2 : CARACTERISATION DES RESINES PLASTIQUES (CAMPAGNE SCE 2021) (1 PAGE)

RESINES PLASTIQUE	MASSE (KG)	VOLUME (M³)	% MASSE	% VOLUME
Filet de pêche	570	3,21	55,4%	46,5%
Pot à poulpe	90	1,00	8,7%	14,5%
Autres	84,3	0,38	8,2%	5,5%
PEHD	84,1	1,06	8,2%	15,4%
PET	75,1	0,43	7,3%	6,2%
PEBD	47,55	0,29	4,6%	4,1%
PP	38,7	0,32	3,8%	4,7%
PS	17,2	0,10	1,7%	1,5%
PVC	14,8	0,07	1,4%	1,0%
Nylon	8	0,04	0,8%	0,6%
Total	1029,75	6,90	100,0%	100,0%



sce

Aménagement
& environnement

www.sce.fr

GROUPE KERAN