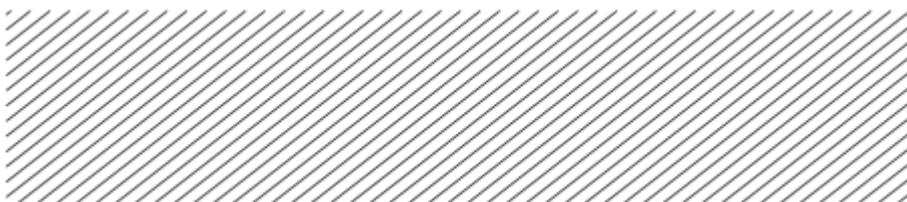
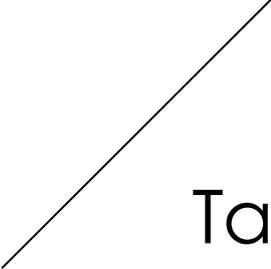


# RAPPORT PIÈCES CACHÉES

# Préface

**V**aldelia dresse le bilan du projet « Pièces Cachées », lancé en mars 2017, autour de l'opportunité d'inclure des pièces en matière issue de Déchets d'Eléments d'Ameublement Professionnels usagés dans la fabrication d'assises (canapés et sièges). Cette étude technico-économique a permis notamment de valider que la matière de réutilisation puisse être une ressource de qualité pour la réintégrer dans le processus de fabrication de mobilier neuf, mais aussi de se rassurer sur la viabilité économique d'une telle démarche. À travers ces résultats, Valdelia veut inciter d'autres acteurs à entrer dans la boucle collaborative et circulaire des « Pièces Cachées ».





# Table des matières

## Le projet « Pièces Cachées »

1. Essence du projet
2. Présentation des parties prenantes
3. Déroulé du projet/démarche

## Résultats

1. Caractérisation
2. Fabrication des ossatures
3. Tests techniques
4. Etude des coûts
5. Etude combinée technique et économique
6. Perspectives du projet

## Conclusion

# Le projet « Pièces cachées »

## 1. L'essence du projet

Valdelia a souhaité développer un projet de réutilisation matière, pour notamment offrir une alternative au recyclage du bois. C'est également une opportunité de se positionner en tant qu'animateur d'écosystèmes et faire collaborer fabricants de mobilier professionnel et partenaires de l'Economie Sociale et Solidaire, dans une logique d'économie collaborative et circulaire.

Le projet Pièces Cachées a pour but de réutiliser de la matière issue des Déchets d'Eléments d'Ameublement professionnels en l'intégrant dans la fabrication de mobilier neuf. Les sièges, comme les canapés par exemple, font partie de cette expérimentation. En effet, sous la garniture (mousse et tissu) se trouve une ossature, composée principalement de bois massif et de dérivés du bois (panneaux, contreplaqué...).

Il s'agit donc de venir remplacer ces pièces en matière première neuve par des pièces en panneaux de particules issus principalement de plateaux de bureaux usagés, de qualité professionnelle (Figure 1). Étant donné que ces pièces de structure sont « cachées », l'usure superficielle du panneau n'a pas d'importance.



Figure 1 : La chaîne d'expérimentation Pièces Cachées

Les ossatures actuelles des sièges conçues par le fabricant sont principalement constituées de pin, de contreplaqué et de médium (MDF). Le but de l'expérimentation est de reproduire un siège neuf à l'identique, avec une ossature en matière réutilisée. **Le produit proposé avec de la matière réutilisée doit être identique en termes de résistance et d'aspect (qualité, dimensions...), avec un delta de masse faible.**

Plusieurs options de prototypes ont été réalisées puis ont subi des tests techniques, conformément à la norme relative aux sièges d'accueil, dans les laboratoires de tests techniques de Sokoa ainsi qu'en laboratoire d'essai au FCBA, afin de les comparer aux produits actuels (Figure 2).



Figure 2 : Sièges PUNTA et OXEL

L'étude de faisabilité technico-économique vise à analyser l'intérêt de remplacer ces pièces par des homologues en panneau de particules usagé. L'objectif premier du projet est donc de vérifier si techniquement la production d'ossature en bois de réutilisation est réalisable et si un modèle économique viable peut être envisagé pour les parties prenantes.

## 2. Les parties prenantes

### 2.1 L'équipe projet

Dans un premier temps, les partenaires ESS de Valdelia ont été sollicités afin de connaître leur intérêt pour le projet et d'impliquer une structure équipée en menuiserie pour réaliser les prototypes. Comme expliqué précédemment, la localisation géographique est un critère important car il s'agit de privilégier l'expérimentation en circuit court sur un territoire donné, en l'occurrence le sud Aquitaine (Figure 3), du fait de l'implantation du fabricant Sokoa, qui a accepté de participer au projet.

Le choix des acteurs s'est assez naturellement établi par la suite, ces acteurs se connaissent et collaborent ensemble depuis plusieurs années autour de thématiques liées à l'économie circulaire.



**Figure 3 : Cartographie des partenaires du projet**

### **VALDELIA, LE PORTEUR DE PROJET – LABEGE (31)**

Valdelia est un ensemblier, une entreprise étendue qui propose une solution globale aux détenteurs de mobilier professionnel usagé prenant en compte la complémentarité des offres de services, allant de la maintenance au recyclage en passant par la seconde vie.

Ces services sont créés au bénéfice direct et indirect des adhérents de Valdélia (fabricants et distributeurs), clients principaux de la filière.

En se positionnant en expert sur la totalité du cycle de vie du mobilier professionnel, Valdélia cherche à créer de la valeur humaine, environnementale et économique sur l'ensemble de la chaîne et du territoire. La valeur se développe grâce à l'association des économies : Sociale et Solidaire, Environnementale, Collaborative, Circulaire ou encore de la Connaissance.

### **SOKOA, LE FABRICANT – HENDAYE (64)**

Sokoa est un fabricant français spécialisé dans les sièges de bureaux, parmi les leaders en France. C'est un membre fondateur et un actionnaire de Valdélia. Cette entreprise véhicule une politique sociétale et environnementale forte, une transparence dans la gestion et des valeurs comme l'égalité salariale, l'ancrage territorial, l'utilisation de ressources locales ainsi que la création d'emplois locaux. Sokoa emploie 250 personnes dans son usine située à Hendaye dans les Pyrénées Atlantiques et se distingue par son large choix de produits, son design travaillé et la grande qualité proposée aux clients à prix justes.

### **AIMA, LE FOURNISSEUR DE MATIÈRE RÉUTILISÉE - CAME (64)**

Cette structure, partenaire ESS de Valdélia, est une recyclerie professionnelle qui collecte le mobilier de bureau chez les détenteurs et le revend dans son hangar du Trocœur situé dans les Pyrénées Atlantiques. Elle s'occupe également de démanteler certains types de mobilier et a ainsi constitué un gisement de matière issue de la

récupération de mobilier professionnel intéressant, notamment des plateaux de bureaux en panneaux de particules. Par ailleurs, AIMA vient d'acquérir un hangar de 2500 m<sup>2</sup> à Salies pour permettre le développement de son activité. Valdedia a sollicité AIMA pour participer à l'expérimentation du projet et fournir la matière réutilisée pour la fabrication des prototypes.

### API'UP, LE PROTOTYPEUR – CAPBRETON (40)

Cette structure Atelier Chantier d'Insertion est située à Capbreton dans les Landes et est un partenaire ESS de Valdedia. C'est une structure semi-industrialisée, équipée en machines-outils pour la menuiserie traditionnelle, qui possède une expérience solide dans la recherche et le développement de nouveaux produits, notamment dans l'upcycling et les différentes formes de valorisation matière. Elle vend du mobilier fabriqué à partir de bois réutilisé, et participe également à d'autres projets avec Valdedia. API'UP a donc été sollicité pour la phase d'expérimentation du projet, notamment la réalisation des prototypes, mais aussi pour son expertise économique sur les sujets de la logistique et de la production avec de la matière réutilisée.

## 2.2 Intérêts des parties prenantes

Ce projet tripartite porte les intérêts des différentes typologies d'acteurs impliqués. Cette expérimentation basée sur les principes de l'économie circulaire et collaborative propose une boucle vertueuse pour chacune des parties prenantes.

### Valdedia

- **Augmenter les tonnages de réemploi/réutilisation** en proposant une solution complémentaire au recyclage matière
- **Structurer la filière d'approvisionnement** en matière réutilisée via un réseau de matériauthèques
- **Communiquer et essaimer** le modèle auprès de ses partenaires

### Sokoia

- **Mettre en avant son engagement RSE**
- **Valoriser sa démarche en innovation et éco-conception** auprès de ses clients
- **Développer de nouveaux produits** sur le marché du mobilier neuf

### AIMA & API UP

- **Se développer** grâce à de nouvelles activités et de nouveaux partenariats
- **Créer des emplois locaux & qualifiés** dans la collecte de matière et la fabrication
- **Communiquer et gagner en visibilité** sur son territoire

## 3. Déroulé du projet : la démarche

Le projet a débuté en avril 2017 et s'est découpé en 3 grandes phases. La première phase d'étude a permis de poser les bases du projet, en termes d'objectifs, de planning, de budget, et d'échanger avec l'équipe projet sur les attentes de chacun. S'en est suivie une phase de caractérisation du gisement de panneaux au sein de

l'association AIMA, puis la rédaction du cahier des charges avec API'UP (nombre de prototypes, approvisionnement matière, remplacement des pièces...).

La phase de prototypage a permis de s'assurer de la qualité de la matière réutilisée et de la solidité présumée des prototypes.

Afin de vérifier la solidité, la résistance et de comparer le produit prototypé à l'original une phase de tests a été prévue pour chaque prototype. Une partie des prototypes a été testée en interne, chez Sokoa, puis une deuxième batterie de tests a été réalisée auprès du FCBA, dans un laboratoire d'essais spécialisé dans l'ameublement. Les premiers résultats se sont avérés globalement satisfaisants et ont permis dans un premier temps de se rassurer sur la qualité du gisement de panneaux usagés.

Les présentes conclusions vont permettre aux différents acteurs intéressés par la démarche de se familiariser avec le concept des pièces cachées et découvrir les résultats de l'analyse technico-économique réalisée par Valdélia, pour éventuellement se positionner en faveur de l'intégration de la démarche dans leur production.

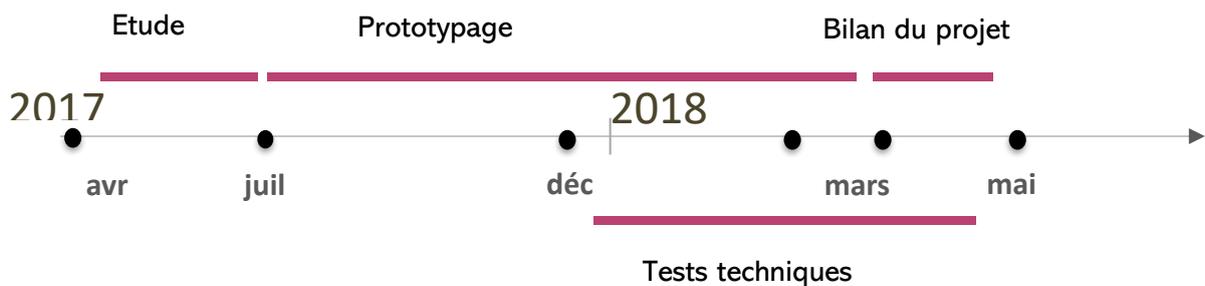


Figure 4 : Macro-planning du projet

# Les résultats

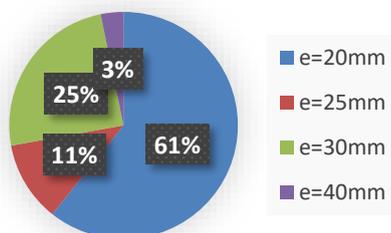
## 1. Caractérisation matière

La première étape pour aborder l'expérimentation du projet a été la caractérisation de la matière première de réutilisation disponible chez AIMA, ceci dans le but de sélectionner la matière requise pour la fabrication des prototypes des sièges.

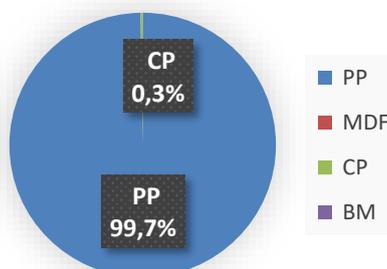
**384 panneaux ont été triés, mesurés, répertoriés** et définis selon leur matériau et type de revêtement.

Le gisement s'est révélé être composé à **plus de 90% de panneaux de particules** mélaminés ou stratifiés, d'épaisseurs comprises entre 19 et 30 mm, issus de plateaux de bureaux, de tables et d'armoires démontés.

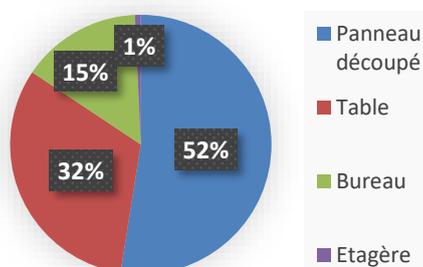
### Dimensions



### Matériau



### Provenance



Le parc de mobilier professionnel est composé en grande majorité de panneaux de particules (ou MDF également). Ceux-ci sont peu coûteux, stables (travaillent peu contrairement au bois massif) et peuvent être stratifiés ou mélaminés, ce qui offre une

grande variété de décor possible. Du fait de leur épaisseur, la qualité des panneaux pour le mobilier professionnel est supérieure à celle du mobilier ménager, ce qui est un avantage ici.

Les panneaux étaient stockés en zone couverte, rangés par typologie (plateaux de bureaux, plateaux de tables...) et en bon état visuellement.

Une sélection de 30 panneaux pour la fabrication des ossatures a été faite en se référant aux plans des sièges. Les panneaux sans perçage, ont été privilégiés pour réduire la perte de matière. Ainsi, les plateaux de bureaux avec retour ont été exclus en raison des nombreux perçages utilisés pour visser les pieds. La démarche de sélection a également pris en compte les épaisseurs des pièces indiquées sur les plans pour être le plus fidèle possible au produit fini original en termes de dimensions et de poids.

La collecte des panneaux a été réalisée par API UP.

### Les Conclusions

- ▶ Les panneaux utilisés pour la fabrication du mobilier professionnel sont plus denses : on constate une meilleure qualité de la matière.
- ▶ Le bois aggloméré présente une bonne stabilité dimensionnelle : les conditions de stockage sont moins strictes que pour le bois massif par exemple (humidité, variation de température).
- ▶ Les panneaux collectés sont hétérogènes en termes de provenance, d'âge et de qualité : un « contrôle qualité » des panneaux est à prévoir, toutefois un premier contrôle visuel s'avère être une étape fiable pour en qualifier l'état.

## 2. Fabrication des ossatures

Une fois les panneaux collectés chez AIMA, API'UP a réalisé la fabrication des ossatures de sièges. Sokoa a fourni les caisses originales pour modèle ainsi que la matière première « neuve » et la quincaillerie, nécessaires à la réalisation des prototypes.

5 gammes de produits Sokoa ont été sélectionnées par l'équipe projet selon différents critères : flexibilité possible sur l'épaisseur des pièces, difficulté de fabrication, mais aussi pour l'intérêt sur le volume de production et les potentialités de réutilisation du bois aggloméré.

Cinq modèles ont donc été sélectionnés pour la mise en prototypage : OXEL, PUNTA, AINHOA, MAITENA et TECHNIK.

Des questions sur les aspects structurels se sont posées pour les caisses OXEL et PUNTA, c'est pourquoi deux versions de prototypes ont été lancées en fabrication, avec un

taux différent de remplacement de pièces. Cette analyse de remplacement a été réalisée par API'UP sur la base des plans fournis par Sokoa.

## OXEL 1 place



OXEL – 1 place

Composants ossature : pin, MDF, contreplaqué

2 versions prototypées

### Prototype #1

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau initial
Traverses avant et arrière	2	632	120	20	Pin

### Prototype #2

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau initial
Traverses avant et arrière	2	804	100	40	Pin
Traverses avant et arrière	2	632	120	20	Pin
Structure haut et bas accoudoirs	4	720	84	20	Pin
Structure intérieure accoudoirs	6	410	84	20	Pin

Analyse du remplacement des pièces en pin dans les deux prototypes :

OSSATURE	V1	V2
Quantité pièces bois	22	22
Quantité pièces remplacées	2	14
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>9%</b>	<b>64%</b>
Masse totale pièces en bois	13,5 kg	16,5 kg
Masse totale panneaux réutilisés	2 kg	13 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>16%</b>	<b>79%</b>

## OXEL 2 places



OXEL – 2 places

Composants ossature : pin, MDF, contreplaqué

1 version prototypée

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau initial
Traverses avant et arrière	2	1404	100	40	Pin
Traverses avant et arrière	2	1232	120	20	Pin
Structure haut et bas accoudoirs	4	720	84	20	Pin
Structure intérieure accoudoirs	6	410	84	20	Pin

### OSSATURE

Quantité pièces bois	24
Quantité pièces remplacée	14
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>58%</b>
Masse totale pièces en bois	23 kg
Masse totale panneaux réutilisés	18 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>79%</b>

## PUNTA 1 place



PUNTA – 1 place

Composants ossature : pin, MDF, contreplaqué, aggloméré

2 versions prototypées

### Prototype #1

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau
Traverse côté	2	590	130	30	Aggloméré

### Prototype #2

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau
Traverse côté	2	590	130	30	Aggloméré
Traverse dossier	1	543	50	30	Pin
Traverse avant	1	550	80	30	Pin

OSSATURE	V1	V2
Quantité pièces bois	24	24
Quantité pièces remplacées	2	4
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>8%</b>	<b>17%</b>
Masse totale pièces en bois	13,5 kg	14 kg
Masse totale panneaux réutilisés	3 kg	5 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>22%</b>	<b>36%</b>
<b>Tonnage annuel de panneaux réutilisés</b>	<b>4,5 t</b>	<b>6,6 t</b>

## PUNTA 3 places



PUNTA – 3 places

Composants ossature : pin, MDF, contreplaqué  
1 version prototypée

Type pièces	Qtité	Ing(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau
<b>Traverse côté</b>	2	590	130	30	Aggloméré
<b>Traverse dossier</b>	1	1584	50	30	Pin
<b>Traverse avant</b>	1	1590	80	30	Pin

OSSATURE	
Quantité pièces bois	36
Quantité pièces remplacée	4
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>12%</b>
Masse totale pièces en bois	25 kg
Masse totale panneaux réutilisés	11 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>44%</b>

## AINHOA 2 places



AINHOA – 2 places

Composant ossature : panneau de particules  
1 version prototypée

Pièces	Qtité	Ing(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau initial
Assise	1	1100	470	19	PP
Manchette	2	107	290	16	PP

OSSATURE	
Quantité pièces bois	5
Quantité pièces remplacée	3
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>60%</b>
Masse totale pièces en bois	? kg
Masse totale panneaux réutilisés	1,3 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>? %</b>
<b>Tonnage annuel de panneaux réutilisés</b>	<b>6,7 t</b>

## MAITENA



MAITENA

Composant ossature : panneau de particules  
1 version prototypée

Type pièces	Qtité	lng(mm)	lrg (mm)	e (mm)	Matériau
Assise	1	400	400	12	PP

OSSATURE	
Quantité pièces bois	2
Quantité pièces remplacée	1
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>50%</b>
Masse totale pièces en bois	? kg*
Masse totale panneaux réutilisés	1,3 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>? %</b>

\* Le poids total de pièce en bois n'a pas été communiqué.

## Tabouret TECHNIK



TECHNIK

Composant ossature : panneau de particules  
1 version prototypée

Type pièces	Qtité	Diamètre (mm)	e (mm)	Matériau
Assise	1	350	12	PP

OSSATURE	
Quantité pièces bois	1
Quantité pièces remplacée	1
<b>Taux de remplacement pièces</b>	<b>100%</b>
Masse totale pièces en bois	0,8 kg
Masse totale panneaux réutilisés	0,8 kg
<b>Taux de remplacement en masse</b>	<b>100%</b>
<b>Tonnage annuel de panneaux réutilisés</b>	<b>2,4 t</b>

### Encollage et garnissage :

Des essais de collage ont été réalisés pour vérifier l'encollage de la mousse sur le mélaminé. Les colles « Hot melt » (sans solvant) et « copolymère styrénique » sont utilisées. La méthode d'agrafage du revêtement a aussi été testée. Les résultats se sont avérés satisfaisants.

### Les Conclusions

- ▶ Aucune différence n'est à signaler quant à l'usinage des panneaux usagés par rapport à des panneaux neufs.
- ▶ Il y a nécessité de s'adapter à chaque panneau car il n'y a pas de calepinage possible au vu des défauts présents (trous de vis...).
- ▶ Le rendu des prototypes est satisfaisant, tant visuellement que par rapport à la solidité.
- ▶ Les masses des prototypes et des produits originaux sont comparables.

## 3. Tests techniques

Les tests techniques en laboratoire ont été réalisés comme suit :

- OXEL 1 place prototypé avec bois de réutilisation : laboratoire SOKOA
- OXEL 2 places et PUNTA 3 places originaux : laboratoire FCBA
- OXEL 2 places et PUNTA 3 places prototypés avec bois de réutilisation : laboratoire FCBA.

Les résultats des tests sont détaillés dans la partie suivante.

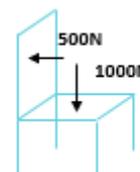
- **1<sup>ère</sup> partie : sur le siège OXEL 1 place avec bois de réutilisation chez Sokoa**

5 essais ont été réalisés, dans le laboratoire de tests de SOKOA, selon la norme NF EN 16139 sur le prototype #2 OXEL 1 place.

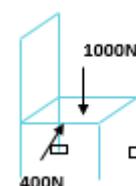
Ces premiers tests ont pour but de préjuger de la qualité du prototype réalisé avec du panneau de particules issu de DEA professionnels.

Seuls 2 tests sur 5 sont conformes. Des adaptations de conception seront à prévoir.

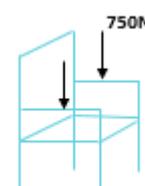
	<b>Essai 1</b>
	<b>Essai combiné de fatigue sur assise et dossier</b>
<b>Niveau 1</b>	100 000 cycles
<b>Résultats</b>	Constatation du dégrafage d'une sangle à <b>26 490 cycles</b> . Dégrafage progressif des panneaux latéraux pendant l'essai. <b>Non conforme</b>
<b>Photos</b>	



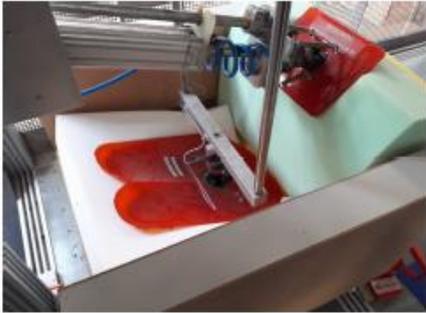
	<b>Essai 2</b>
	<b>Essai de charge statique latérale sur piétement</b>
<b>Niveau 1</b>	10 fois
<b>Résultats</b>	Patin plié sous la charge mais non rompu <b>Non conforme</b>
<b>Photos</b>	

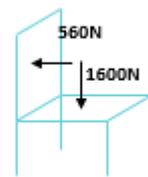


	<b>Essai 3</b>
	<b>Essai de charge statique vers le bas sur accotoirs</b>
<b>Niveau 1</b>	10 fois
<b>Résultats</b>	Aucune déformation / modification <b>Conforme</b>
<b>Photos</b>	

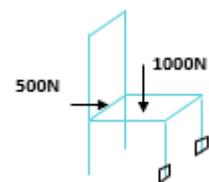




Essai 4	
	<b>Essai de charge statique sur l'assise et dossier</b>
<b>Niveau 1</b>	10 fois
<b>Résultats</b>	Déformation d'une vis servant à la fixation de la barre arrière (non dû aux matériaux) <b>Conforme</b>
<b>Photos</b>	



Essai 5	
	<b>Essai de charge statique vers l'avant sur piétement</b>
<b>Niveau 1</b>	10 fois
<b>Résultats</b>	Casse de la collerette d'un patin. Rupture non liée aux matériaux de construction. Patin plié sous la charge mais non rompu. <b>Non conforme</b>
<b>Photos</b>	



## Les Conclusions

- ▶ Malgré le fait que seuls 2 tests sur 5 soient conformes, aucune avarie majeure n'est à signaler.
- ▶ Les dommages ne sont pas dus à la matière de réutilisation.
- ▶ Des tests plus complets ont été réalisés au FCBA, en laboratoire d'essai, pour affiner les résultats.

- **2<sup>ème</sup> partie : sur les sièges OXEL 2 places et PUNTA 3 places à l'Institut technologique FCBA (Forêt, Cellulose, Bois-construction, Ameublement)**

Les modèles OXEL 2 places et PUNTA 3 places étant plus volumineux, les tests ont dû être effectués au sein du laboratoire du FCBA pour les prototypes et les originaux.

### Méthodes d'essais :

NF EN 16139 : 2013 - Niveau 1

Sièges : Résistance, durabilité et sécurité - Exigences applicables aux sièges à usage collectif

NF EN 1022 : 2005

Mobilier domestique - Sièges – Stabilité

EN1335-2 / EN1335-3 : 2009

Mobilier de bureau - Exigences de sécurité et méthodes d'essai

EN 1728 : 2012

Sièges - Méthodes d'essai pour la détermination de la résistance et la durabilité

- ▶ **Sur les prototypes OXEL 2 places, PUNTA 3 places en bois de réutilisation**

Le tableau ci-dessous récapitule les essais effectués sur les prototypes ainsi que les résultats associés.

ESSAIS	OXEL 2 pl.	PUNTA 3 pl.
<i>Critères de sécurité vis à vis de l'utilisateur - NF EN 16139 - 4</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité vers l'avant - NF EN 1022 - 6.2 et 7.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité latérale - sièges avec ou sans accotoirs - NF EN 1022 - 6.4 et 6.5</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité vers l'arrière - NF EN 1022 - 6.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique sur assise et dossier - NF EN 1728 - 6.4</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique du bord avant de l'assise - NF EN 1728 - 6.5</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de poussée statique verticale sur le dossier - NF EN 1728 - 6.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique des accotoirs sous l'action d'une force verticale (vers le bas) - 6.11</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<b><i>Essai de fatigue combinée sur assise et dossier - NF EN 1728 - 6.17</i></b>	<b>Non satisfaisant 359/100 000 cycles</b>	<b>Non satisfaisant 35 300/100 000 cycles</b>
<i>Essai de poussées cycliques à l'avant de l'assise - NF EN 1728 - 6.18</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de fatigue des accotoirs - 6.20</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de fatigue du repose pieds - NF EN 1728 - 6.21</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de poussées cycliques sur tablettes auxiliaires - 6.22</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de rigidité du piètement dans le sens profondeur - 6.15</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de rigidité du piètement dans le sens latéral - 6.16</i>	Non réalisé	Non réalisé

Essai de chocs sur assise - NF EN 1728 - 6.24	Non réalisé	Non réalisé
Essai d'impact au sommet du dossier - 6.25	Non réalisé	Non réalisé
Essai d'impacts sur accotoirs - 6.26	Non réalisé	Non réalisé
Résistance au roulement du siège non chargé - 6.30	Non réalisé	Non réalisé

**Tableau 1 : Récapitulatif des essais et résultats pour les prototypes OXEL et PUNTA**

Un total de 9/19 essais ont été réalisés, dont 8 sont conformes. L'essai de fatigue combinée sur assise et dossier est destructif pour les deux échantillons, ainsi une batterie d'essais n'a pas pu être effectuée par la suite.

### **Analyse des résultats pour OXEL 2 places avec bois de réutilisation**

La rupture de la liaison se produit dès les premiers cycles de l'essai pour le siège OXEL 2 places, au bout du 359<sup>ème</sup> sur les 100 000 prévus par l'essai.



**Figure 5 : Rupture à la liaison accotoir/dossier sur OXEL 2 places**

Les raisons :

- Vis trop fines, assemblage pas suffisamment robuste malgré la pièce de contreplaqué qui vient solidifier le tout
- Pièces en PP trop fines (20 mm) pour le perçage dans l'épaisseur (?)

### **Analyse des résultats pour PUNTA 3 places avec bois de réutilisation**

Sur le siège PUNTA 3 places, au niveau de la liaison, le panneau de particules s'effrite et se fend (Figure 6). La rupture a été constatée au 35 300<sup>ème</sup> cycle sur les 100 000 prévus.



**Figure 6 : Rupture à la liaison accotoir/dossier sur PUNTA 3 places**

La rupture a pour cause le perçage dans le panneau de particules, qui plus est dans l'épaisseur, là où il est le moins dense (les particules au milieu étant plus grosses et les plus fines réparties sur les faces extérieures). Ce problème est dû au fait que cet assemblage a été conçu pour des pièces en bois massif, et n'est plus du tout adapté pour du panneau de particules qui est un matériau plus friable.

Ainsi, ce problème serait facile à outrepasser en reconsidérant le type d'assemblage dossier/accotoir. En effet le panneau de particules n'est pas un matériau recommandé pour le perçage surtout quand celui-ci est réalisé dans l'épaisseur.

### ► Sur les canapés originaux OXEL 2 places et PUNTA 3 places

Le tableau ci-dessous récapitule les essais effectués sur les produits originaux OXEL 2 et PUNTA 3, ainsi que les résultats associés.

ESSAIS	OXEL 2 pl.	PUNTA 3 pl.
<i>Critères de sécurité vis à vis de l'utilisateur - NF EN 16139 - 4</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité vers l'avant - NF EN 1022 - 6.2 et 7.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité latérale - sièges avec ou sans accotoirs - NF EN 1022 - 6.4 et 6.5</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de stabilité vers l'arrière - NF EN 1022 - 6.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique sur assise et dossier - NF EN 1728 - 6.4</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique du bord avant de l'assise - NF EN 1728 - 6.5</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de poussée statique verticale sur le dossier - NF EN 1728 - 6.6</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique latérale des accotoirs et des oreillettes – 6.10 – 6.12</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai de charge statique des accotoirs sous l'action d'une force verticale (vers le bas) - 6.11</i>	Satisfaisant	Satisfaisant
<i>Essai de fatigue combinée sur assise et dossier - NF EN 1728 - 6.17</i>	Non satisfaisant 62 617/100 000 cycles	Satisfaisant
<i>Essai de poussées cycliques à l'avant de l'assise - NF EN 1728 - 6.18</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai de fatigue des accotoirs - 6.20</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai de fatigue du repose pieds - NF EN 1728 - 6.21</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de poussées cycliques sur tablettes auxiliaires - 6.22</i>	Non réalisé	Non réalisé
<i>Essai de rigidité du piètement dans le sens profondeur - 6.15</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai de rigidité du piètement dans le sens latéral - 6.16</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai de chocs sur assise - NF EN 1728 - 6.24</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai d'impact au sommet du dossier - 6.25</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Essai d'impacts sur accotoirs - 6.26</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Notice d'utilisation - 7</i>	Non réalisé	Satisfaisant
<i>Résistance au roulement du siège non chargé - 6.30</i>	Non réalisé	Non réalisé

**Tableau 2 : Récapitulatif des essais et résultats pour les produits originaux OXEL 2pl. et PUNTA 3pl.**

**OXEL 2 places (original) :** à 62 617/100 000 cycles, rupture à la liaison accotoirs/dossier

Comme pour les tests réalisés sur le prototype OXEL 2 pl., un total de 9/19 essais ont été réalisés, dont 8 sont conformes. C'est également l'essai de fatigue combinée sur l'assise et le dossier qui a été destructif ne permettant pas la réalisation des tests suivants.



Figure 7 : Rupture à la liaison accotoir/dossier sur OXEL 2 places

Les raisons :

- Comme pour le prototype, les vis sont trop fines et l'assemblage n'est pas assez robuste. Les vis n'ont pas supporté les forces de cisaillement.
- Les pièces sont trop fines (20 mm) pour le perçage dans l'épaisseur, même lorsqu'il s'agit de pin massif.

**PUNTA 3 places (original)** : conforme à la norme

Le siège PUNTA 3 places a quant à lui résisté à tous les tests ne montrant aucune détérioration apparente de structure.

► **Récapitulatif des tests réalisés par l'Institut technologique FCBA :**

Le tableau ci-dessous reprend le nombre de cycles qui ont été effectués lors de l'essai de fatigue combinée sur assise et dossier. Il paraît important de mettre en avant les résultats de cet essai qui a conduit à la destruction des 2 prototypes et de l'un des deux modèles originaux. Pour que l'essai soit concluant, le modèle devait résister à 100 000 cycles.

	Modèle original	Prototype avec panneaux de réutilisation
<b>Oxel 2pl.</b>	62 617	359
<b>Punta 3pl.</b>	100 000	35 300

Tableau 3 : nombre de cycles effectués lors des essais de fatigue combinée sur assise et dossier

Concernant le modèle original **Oxel 2pl.**, la rupture de la liaison se produit juste avant les deux tiers des cycles d'essai prévus, (au bout du 62 617<sup>ème</sup> sur les 100 000 prévus par l'essai), soit bien plus tard que lors des essais effectués sur le prototype du même modèle. **Ces résultats révèlent une conception qui présente des faiblesses de structure et pour laquelle le prototype contenant des pièces cachées de réutilisation n'est pas commercialisable.**

Lors des tests réalisés sur le prototype **Punta 3pl.** la détérioration était due au perçage dans l'épaisseur du panneau de particules. En réalisant le même assemblage dans du bois massif, la structure a résisté aux 100 000 cycles d'essai de fatigue combinée sur l'assise et le dossier réalisés. Ces résultats révèlent donc un problème provenant du matériau utilisé pour cette conception de produit. **Une modification de l'assemblage permettrait la commercialisation du prototype.**

Les tests réalisés sur les deux prototypes avaient révélé une meilleure résistance de la part du modèle PUNTA 3 pl. que du modèle OXEL 2 pl. Cette différence de résistance s'est confirmée lors des tests sur les produits originaux.

### Les Conclusions

- ▶ Le type d'assemblages est à revoir quel que soit le matériau utilisé pour le modèle OXEL 2 pl.
- ▶ Les pièces de réutilisation accentuent une fragilité déjà existante sur le modèle original.
- ▶ Pour le modèle PUNTA 3 pl., la méthode d'assemblage entre le dossier et les accotoirs ne convient pas pour un panneau de particules. Une autre conception est à prévoir.
- ▶ Tous les modèles ne sont pas éligibles à l'insertion de pièces cachées de réutilisation dans leur structure, même après l'adaptation de l'assemblage.

## 4. Etude des coûts

L'étude de coûts réalisée par API'UP porte sur deux postes, l'approvisionnement et la fabrication, coûts qui ont été calculés pour définir un prix unitaire par ossature.

### ▶ Approvisionnement :

Les panneaux sont collectés déjà démantelés chez AIMA, à Came (64). L'association se situe à 60 km de chez API'UP et le trajet s'effectue en 3h. Le camion utilisé est un 20 m<sup>3</sup> supportant une charge de 750 kg. Ainsi connaissant le chargement maximal de panneaux par trajet et le volume de panneaux nécessaire pour la fabrication d'une ossature, il est possible de définir le nombre de trajets nécessaires et estimer le coût d'approvisionnement par camion. Sachant qu'en travaillant avec des panneaux réutilisés, il faut s'adapter à la matière car aucun calepinage n'est possible. Il a été considéré une perte de 50% de matière sur les panneaux collectés par rapport à la matière effectivement réutilisée.

3 types de panneaux sont utilisés pour les calculs :

Ep (mm)	L (mm)	L (mm)	Surface (m <sup>2</sup> )
40	1100	500	0,55
30	1600	500	0,8
20	1600	500	0,8

### ► Fabrication :

Le process de préparation de la matière est réalisé par Api Up grâce à des étapes de découpage et de perçage. L'assemblage de pièces peut ensuite être réalisé. Pour des raisons d'optimisation de stockage, il est possible que les pièces soient stockées non montées. Il pourra être envisagé, en fonction de la pertinence du modèle, qu'un acteur tel qu'Api Up travaille uniquement à la préparation de la matière et des pièces et que l'assemblage se fasse par SOKOA. Cette option permet également d'optimiser les coûts de transport associés.

### ► Calcul du coût de production :

Sur la base de ces hypothèses, il est possible de calculer le coût de production des pièces cachées qui seront utilisées dans l'ossature.

Le coût de fabrication des pièces neuves complétant l'ossature a ensuite été estimé. Ce coût a été calculé sur la base des prix des ossatures neuves proratisées au nombre de pièces restantes.

Les coûts totaux sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Modèle	Coût global de l'ossature (€ HT)	Coût de production des pièces issues de la réutilisation (€ HT)	Coût fabrication (€ HT)	Coût appro (€ HT)	Ratio appro/prod
<b>OXEL 1 pl</b>	15,98 €	13,53 €	10,58 €	2,94 €	28%
<b>OXEL 2 pl</b>	23,46 €	19,52 €	14,47 €	5,05 €	35%
<b>PUNTA 1 pl</b>	12,13 €	6,60 €	5,30 €	1,30 €	25%
<b>PUNTA 3 pl</b>	14,34 €	7,17 €	5,08 €	2,09 €	41%
<b>MAITENA</b>	5,49 €	4,60 €	4,24 €	0,36 €	8%
<b>AINHOA 2 pl</b>	12,77 €	8,47 €	6,48 €	1,99 €	31%
<b>TECNIK</b>	2,96 €	2,96 €	2,67 €	0,28 €	10%

**Tableau 4 : Comparaison des coûts pour chaque modèle**

**Ces prix ont été comparés aux prix du marché pour l'achat des ossatures en bois non réutilisé. En fonction des produits et du taux de remplacement des pièces, les prix sont soit au prix du marché, soit 2 à 3 fois plus chers.**

### ► Analyse des coûts :

#### 1. L'impact de l'approvisionnement

Il est à noter que la filière d'approvisionnement en matière de réutilisation testée dans le cadre du projet ne permet pas d'optimiser le coût de production de certains produits.

- Les pièces longues nécessitent plus de surface de panneaux ce qui impacte le transport. Seuls les produits dont les pièces ont une petite surface de production subissent un faible impact des coûts d'approvisionnement.
- L'hétérogénéité des plateaux de réutilisation joue sur la part d'utilisation de la matière : la production génère 50% de perte de matière, ce qui implique que deux fois plus de matière doit être transportée.
- Le secteur géographique de l'expérimentation est également impactant : les temps de trajet sont longs malgré les courtes distances.

Il est nécessaire de travailler sur le choix de la matière et l'optimisation des conditions d'approvisionnement.

Un point de vigilance est à signaler concernant le stockage ; souvent les structures de l'Economie Sociale et Solidaire possèdent des hangars avec peu de surface à disposition, qui sont non adaptés pour du stockage de gros volumes de produits ou de matière. Mieux vaut privilégier les petites séries et livrer les pièces préparées non montées, pour optimiser le transport et le stockage.

## **2. La complexité de fabrication**

Les produits avec arrondi, comme les manchettes ou les assises, sont plus complexes à fabriquer dans le cadre d'une menuiserie traditionnelle et nécessitent des équipements plus performants qui permettraient d'optimiser les temps de production. Dans une perspective d'essaimage, il semble peu pertinent de travailler ce type de produits en matériaux de réutilisation.

L'hétérogénéité de la matière impacte également les coûts de fabrication. Le temps de préparation des plateaux pour l'usinage est plus long. Certains plateaux ont encore des inserts et les dimensions sont variables. Cela explique qu'un produit ayant subi peu de remplacement de pièces reste à un prix compétitif et que les ossatures qui ont eu plus de remplacement de pièces soient plus chères. Le travail sur l'approvisionnement de plateaux aux dimensions plus homogènes permettrait d'optimiser les coûts de fabrication.

# **5. Etude combinée technique et économique**

Une étude combinant la partie technique et économique peut permettre de déterminer quel(s) modèle(s) de mobilier peuvent être concernés par l'utilisation de pièces cachées de réutilisation.

Les ossatures conçues avec des panneaux réutilisés sont toujours plus chères que celles d'origine. Les disparités de prix sont toutefois importantes : elles peuvent varier de 20% en plus au triple selon les modèles.

Ces différences peuvent être dues aux types de pièces, aux conditions d'achat de Sokoa mais également au nombre de pièces de réutilisation qui ont été mises dans les ossatures.

En comparant le prix des modèles et les résultats des tests techniques, il apparaît que certains modèles soient plus adaptés pour l'insertion de pièces cachées de réutilisation dans leur structure que d'autres.

En effet, le modèle OXEL 2 places, dont la structure en matériau de réutilisation n'a pas résisté à plus de 359 cycles d'essais de fatigue combinée sur l'assise et le dossier, a un coût de revient trop élevé par rapport au produit original. Ce modèle ne peut être retenu pour une future commercialisation.

D'autre part, pour le modèle PUNTA 3 pl. l'étude technique avait mis en avant qu'une adaptation de l'assemblage dossier/accotoirs permettrait une meilleure résistance

aux forces de cisaillement. L'étude économique révèle que si la différence de prix des ossatures est rapportée au coût du produit final, elle sera minime et pourra être acceptable. Ce modèle semble être adapté à une production incluant des pièces cachées de réutilisation.

Ces résultats permettent de conclure sur la faisabilité du projet pour plusieurs modèles. Des tests techniques sur les autres modèles et une analyse du coût de production des produits dans leur globalité (ossature et garnissage) auraient permis de conclure sur la faisabilité du projet pour tous les prototypes réalisés.

## 6. Les perspectives du projet

Les perspectives de tonnage et d'Equivalent Temps plein (ETP) créés (Tableaux 5 et 6) permettent d'envisager la fabrication de pièces cachées comme une activité complémentaire pour une entreprise ou une structure de l'Economie Sociale et Solidaire équipée d'un parc machines de menuiserie. Le volume de bois de réutilisation à collecter est tout à fait atteignable par une structure qui pratique régulièrement des collectes de mobilier professionnel dans le cadre d'un partenariat avec Valdelia. À titre d'exemple, une association comme AIMA a collecté plus de 200 tonnes de mobilier professionnel usagé en 2017. Afin de structurer l'approvisionnement, l'acteur qui s'occupe de fournir la matière peut envisager de réaliser des collectes « sélectives » sur les plateaux de bureaux et de tables pour s'assurer de constituer un stock de matière pour la production de pièces cachées.

### ► L'impact en termes de ressources :

En partant de l'hypothèse que l'ensemble des produits proposés par SOKOA soit fabriqué à partir de matériaux de réutilisation, il est possible de calculer le tonnage de bois de réutilisation et le nombre d'ETP nécessaires.

	Nbre pièces/an	Volume total (m3/an)	Tonnage bois total annuel
<b>TOTAL</b>	<b>30 800</b>	<b>49,17</b>	<b>34,42</b>

**Tableau 5 : Perspectives de fabrication des pièces**

La production de 30 800 pièces nécessiterait d'accéder à environ 35 tonnes de bois de réutilisation. Ce tonnage est parfaitement atteignable au vu des quantités de bois collectées et traitées par Valdelia sur le territoire.

Modèle	ETP collecte	ETP prod
<b>OXEL 1 pl</b>	0,05	0,31
<b>OXEL 2 pl</b>	0,03	0,14
<b>PUNTA 1 pl</b>	0,04	0,23
<b>PUNTA 3pl</b>	0,01	0,05
<b>MAITENA</b>	0,04	0,74
<b>AINHOA 2 pl</b>	0,03	0,15
<b>TECNIK</b>	0,02	0,26
	<b>0,23</b>	<b>1,88</b>

**Tableau 6 : Besoins en ETP**

Pour répondre à la commande, il serait nécessaire d'avoir 1,88 ETP en production et 0,23 ETP en collecte.

► **Et après :**

Plusieurs partenaires se montrent intéressés par la démarche « Pièces Cachées », fabricants de mobilier mais aussi acteurs de l'économie sociale et solidaire. Les résultats de l'expérimentation ouvrent la voie à plusieurs réflexions, notamment l'opportunité de tester d'autres produits (cloisons phoniques par exemple) grâce à de nouveaux partenariats avec des fabricants, mais aussi de se pencher sur l'analyse d'impact environnemental et sociétal à l'aide d'outils innovants.

CONSTAT	ACTION
Matière issue de la réutilisation hétérogène en âge et en qualité	Mettre en place un contrôle qualité : - 1ère étape visuelle ; - Contrôle de l'hygrométrie, la masse, etc.
Poste transport élevé pour la phase d'approvisionnement	Optimiser le transport avec une logistique adaptée
Problème au niveau des assemblages avec le bois aggloméré	Revoir la conception des sièges en adoptant des assemblages adaptés pour le bois aggloméré

**Tableau 7 : Pistes d'amélioration à la suite de l'expérimentation**



# Conclusion

Les résultats présentés dans cette étude montrent que l'intégration de matière réutilisée pour la production de pièces cachées présente un risque limité en termes d'approvisionnement matière (volume) et de main-d'œuvre. Cependant, l'implication dans une telle démarche collaborative et circulaire nécessite d'adapter quelque peu sa production. Quelques préconisations pourront servir à accompagner le fabricant dans sa démarche :

## ➤ Préconisations techniques

La matière issue de la réutilisation de DEA professionnels présente plusieurs avantages : solidité, qualité, coût d'approvisionnement... Il faut cependant avoir conscience qu'un changement de conception, notamment au niveau des assemblages, peut s'avérer nécessaire afin de pouvoir inclure le bois aggloméré dans la production de sièges.

## ➤ Préconisations organisationnelles

Intégrer la matière de réutilisation dans sa production nécessite de revoir sa politique d'approvisionnement, mais aussi d'achat, et d'adapter sa logistique en fonction. Un impact organisationnel est donc à prendre en compte pour adopter le modèle présenté.

Une structure de l'économie sociale et solidaire reste un acteur intéressant dans la production des ossatures grâce à la flexibilité de sa chaîne de production, notamment sur la phase de débit de la matière réutilisée qui nécessite un traitement spécifique pour chaque panneau.

Enfin, une démarche telle que celle des pièces cachées en matière de réutilisation constitue un levier en termes d'image et de politique RSE, un geste fort pour positionner l'entreprise en acteur investi dans l'économie circulaire, collaborative, qui œuvre pour la préservation des ressources et travaille en circuits courts.

Le but d'un tel projet est bien de prouver que le déchet doit être considéré comme une ressource, et que ce modèle est viable et reproductible sur les territoires.