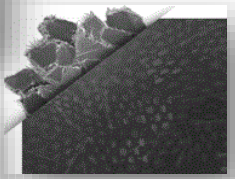
Les 12èmes journées des doctorants

COmposite Structures for Sustainable Uses (COSSU)

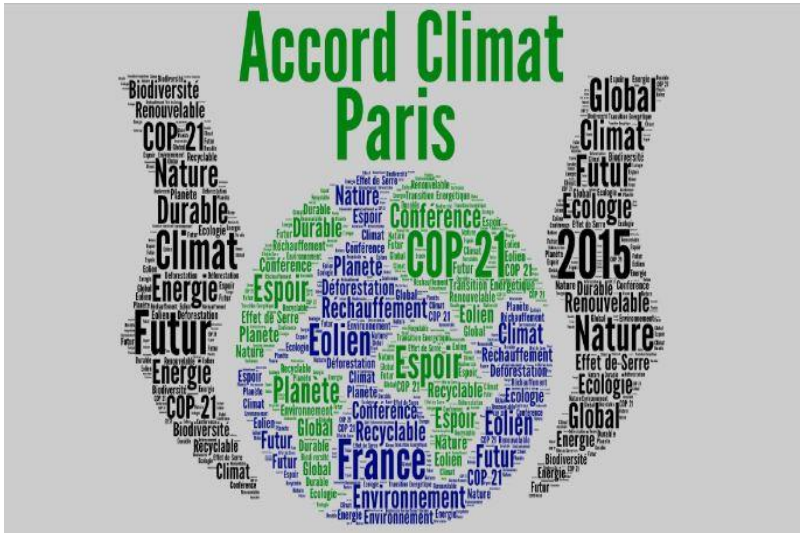
Roua SKANDER



Contexte et intérêt du projet

Eco-matériaux à faible empreinte environnementale

Enjeux & problématiques



- **Raréfaction des ressources accessibles (matières & énérgies)**
- **Confrontation à l'urgence climatique**

Enjeu environnemental:

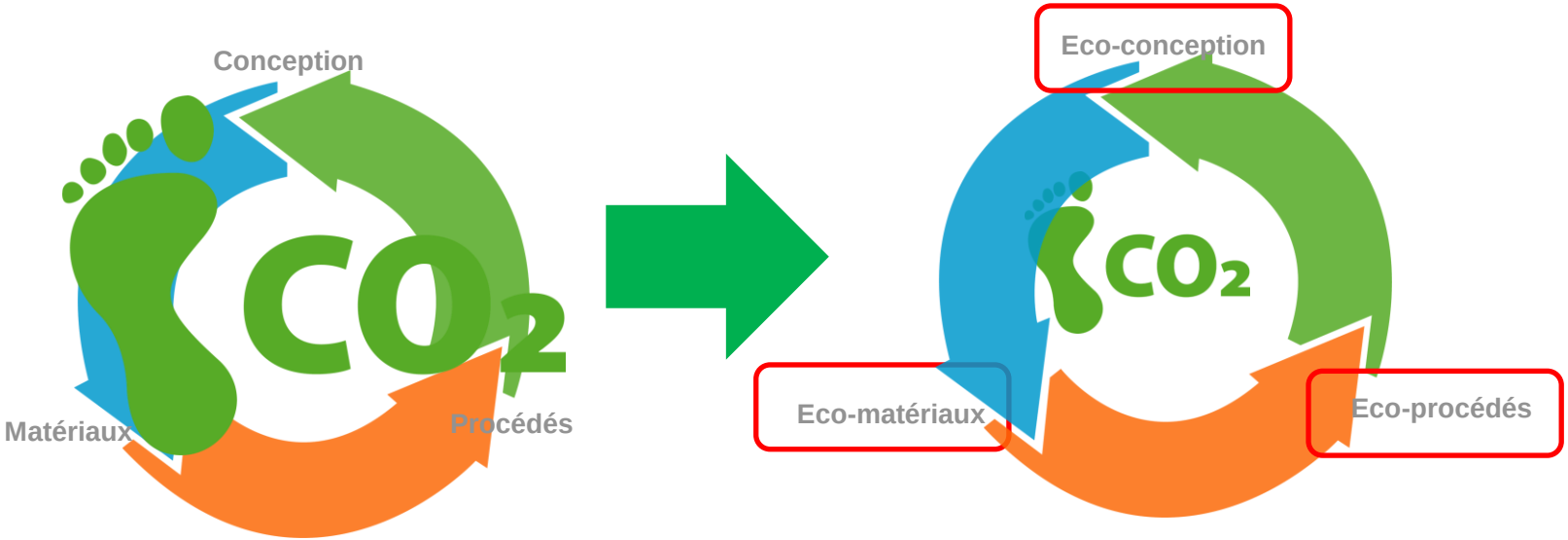
1.5°C d'ici 2050 via l'accord paris (GREEN DEAL)

Contexte et intérêt du projet

Eco-matériaux à faible empreinte environnementale

Enjeux, problématique sociétale & marché

Enjeu industriel : une nécessaire adaptation du développement produit.



Contexte et intérêt du projet

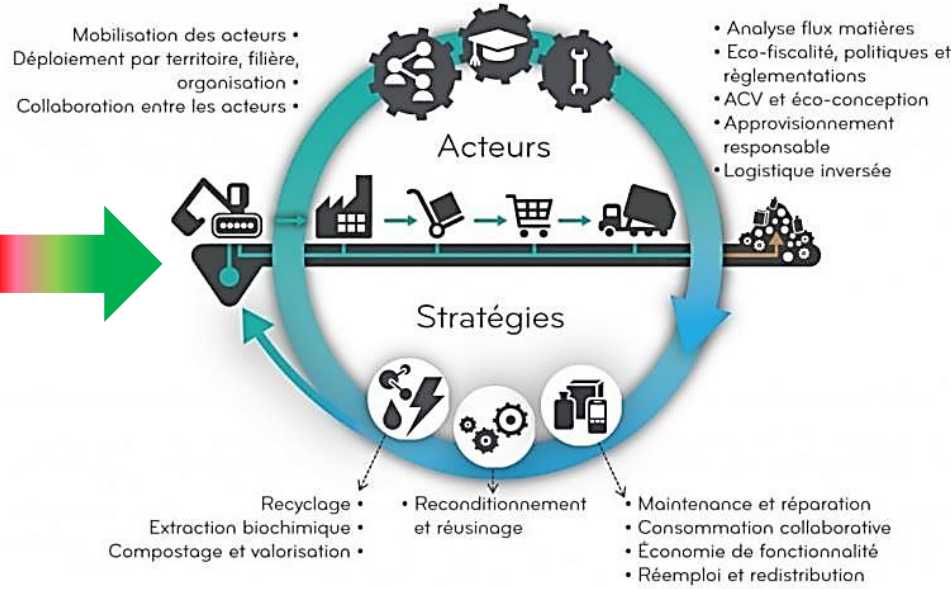
Eco-matériaux à faible empreinte environnementale

Enjeux, problématique sociétale & marché

Enjeu économique : limitation de l'empreinte environnementale liée à l'activité

Modèle économique conventionnelle/traditionnelle

Economie Circulaire



Source d'information : EDDEC, Ademe

PROJET COSSU

A. Eco-matériau composite à hautes performances mécaniques (stratifié)

Matières de base employées :

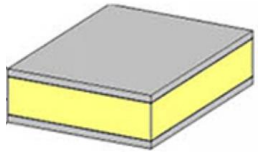
- **Matières 100% recyclées (100% pétro-sourcée)**

Technique de mise en œuvre :

- **Procédé ThermoPRIME®**

Rigidité Résistance ↗ → Applications techniques

B. Eco-matériau composite à ratio poids/performance optimisé (sandwich)



Matières de base employées :

- **Mix**

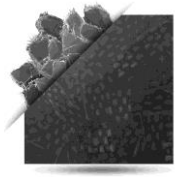
  recyclé/biosourcé/pétrosourcé

Techniques de mise en œuvre retenues :

- **Procédé ThermoPRIME® (peaux) + procédé hybride compatible avec la ligne pilote pré-industrielle pour produire la structure sandwich.**

Rigide & léger

C. Eco-matériau composite à haute formabilité (aggloméré)



Matière de base employée :

- **Matière 100% recyclée (partiellement biosourcée)**

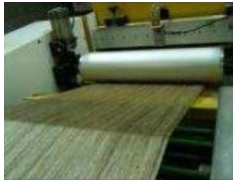
Technique de mise en œuvre:

- **Procédé Thermosaïc®**

Propriétés mécanique ↘ **Formabilité** ↗

Développement du composite

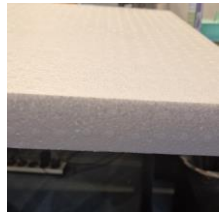
Eco-matériau composite à ratio poids/performance optimisé (sandwich)



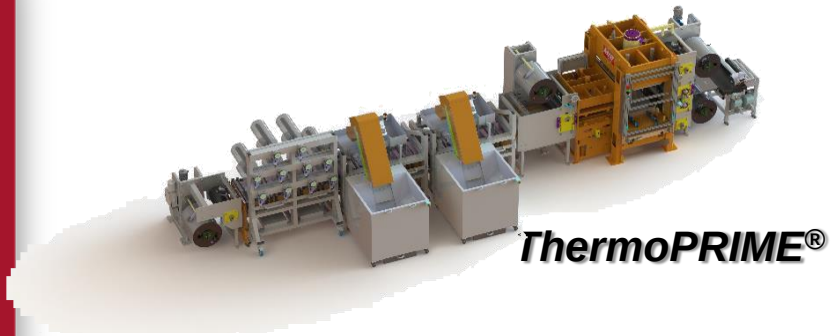
UD de lin

rPP

Composite (peaux)

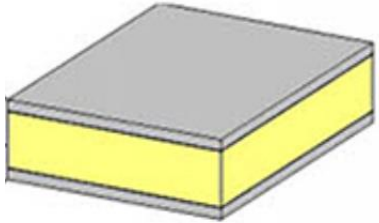


rPPE



ThermoPRIME®

Composite (peaux)

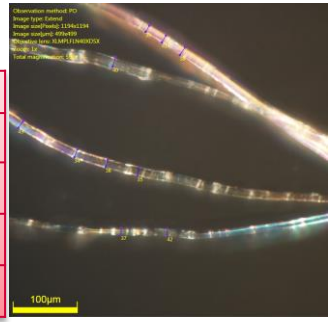


Fibres de Lin

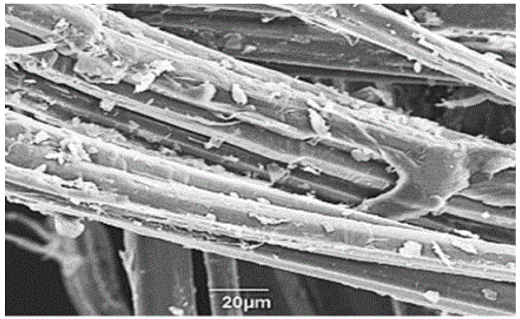
Caractérisation des fibres: MEB & Microscopie Numérique

FF (COSSU)

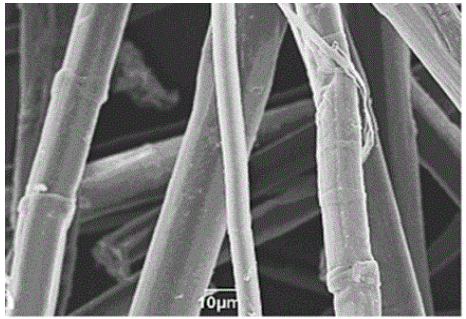
Moyenne[µm]	16.2
Max.[µm]	19.1
Min.[µm]	13.8
Range	5.4
σ	1.6



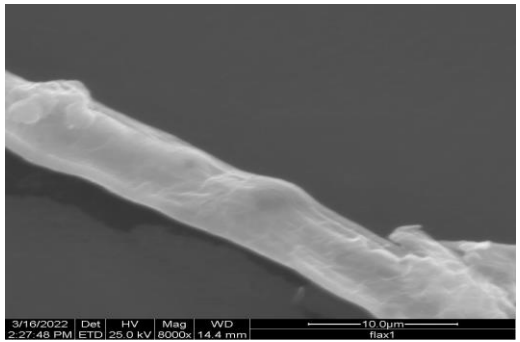
	Diamètre (µm)
Fibre de lin vierge (BALEY)	10-25
Fibre de lin (Traitement alcalin) (Normandy's flax 1993-2017) (BALEY)	16.6
Fibre de lin (COSSU)	16.2

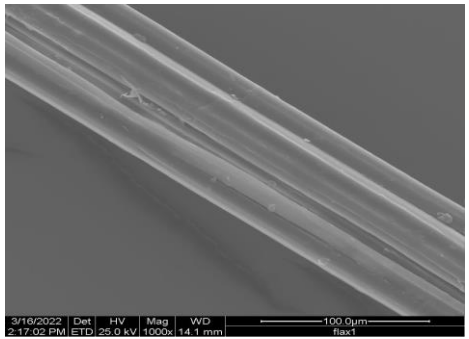


FF (brute)



FF (traitement alcalin)





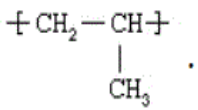
FF (COSSU)

https://archimer.ifremer.fr/doc/00593/70488/68656.pdf
https://slideplayer.fr/amp/186459/C.BALEY
https://slideplayer.fr/amp/186459/C.BALEY
7_BALEY_-_Biocomposites_et_ecoconception

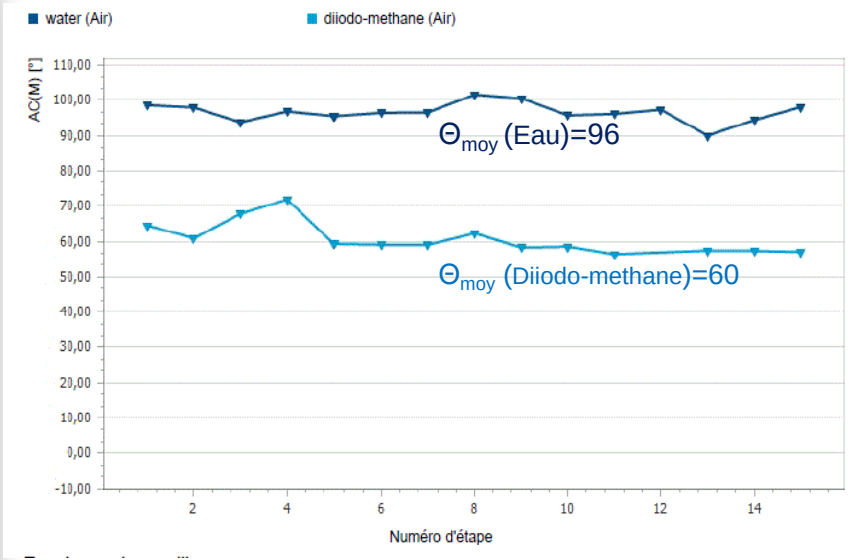
Le Polypropylène Recyclé (rPP)

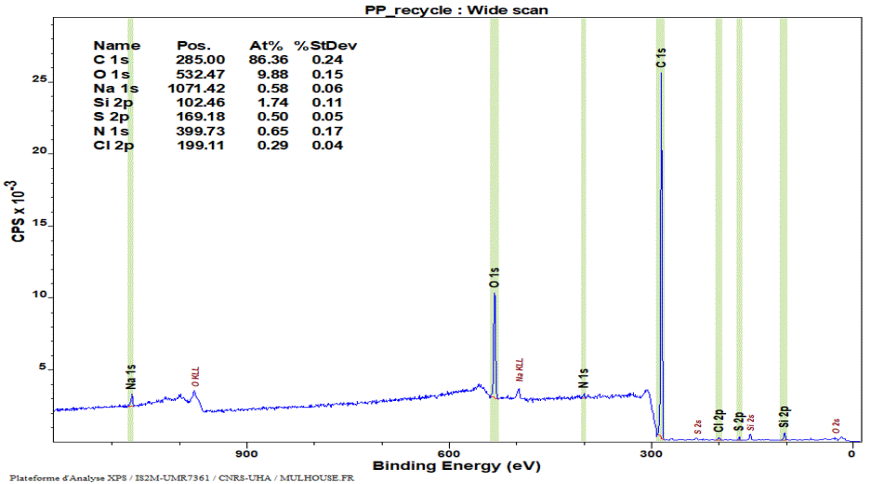
Caractérisation de la matrice: Goniomètre & XPS

Recycled polypropylene (COSSU)



Polypropylene: Chemical formula





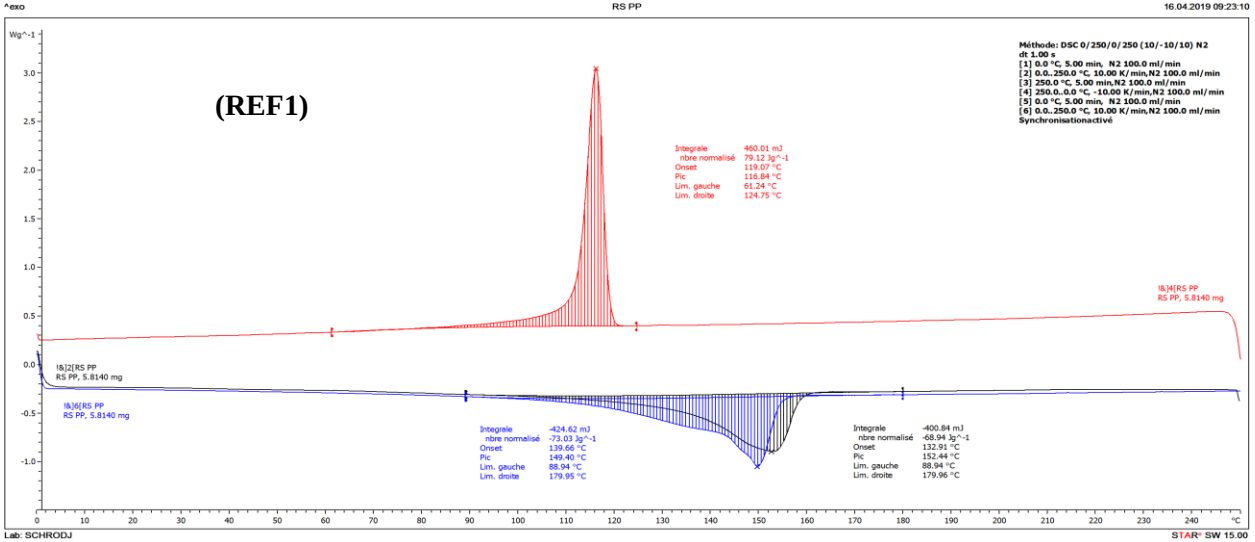
Sample Identifier	Block Id	Name	Position	%At Conc	% St,Dev,	% Mass Conc
rPP	Wide scan	C 1s	285,00	86,36	0,24	80,23
		O 1s	532,47	9,88	0,15	12,22
		Na 1s	1071,42	0,58	0,06	1,03
		Si 2p	102,46	1,74	0,11	3,79
		S 2p	169,18	0,50	0,05	1,24
		N 1s	399,73	0,65	0,17	0,71
		Cl 2p	199,11	0,29	0,04	0,79

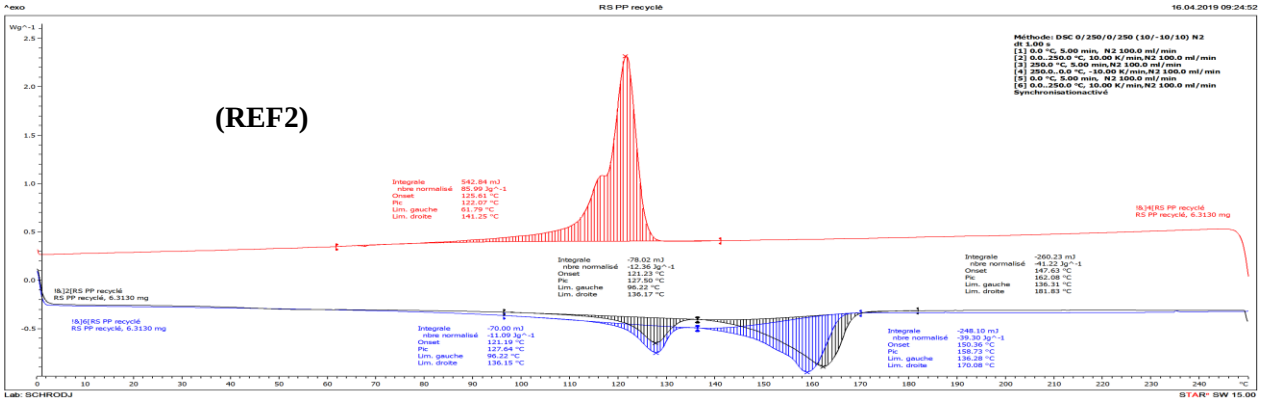
L'échnatillon de Réf: rPP

https://www.britannica.com/science/polypropylene

Résultats

Caractérisation thermique de la matrice : DSC



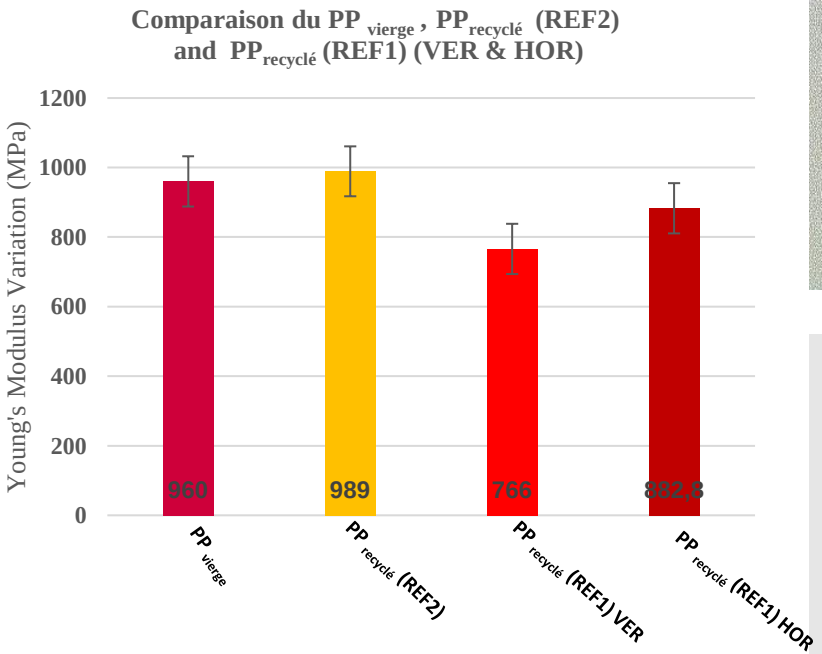


Courbe de refroidissement

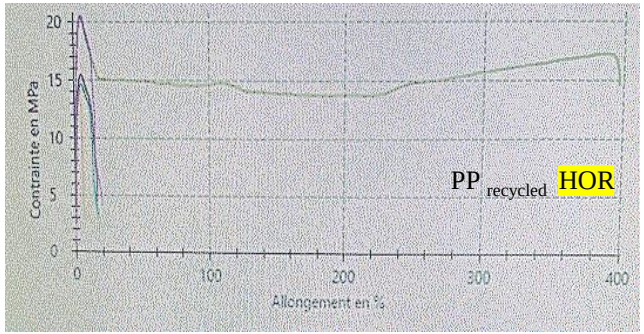
Courbe de chauffage (1er cycle)

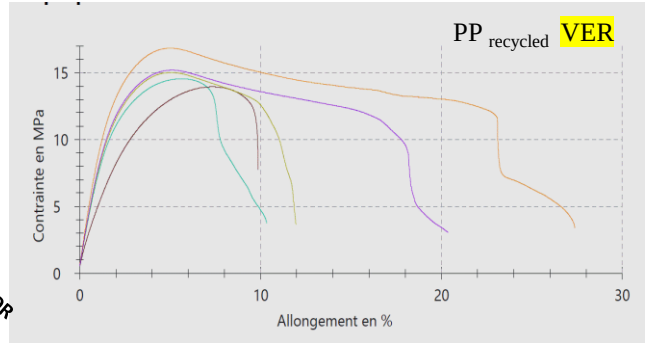
Courbe de chauffage (2ème cycle)

Caractérisation mécanique de la matrice: Essai de Traction



Norme:
NF EN ISO 527

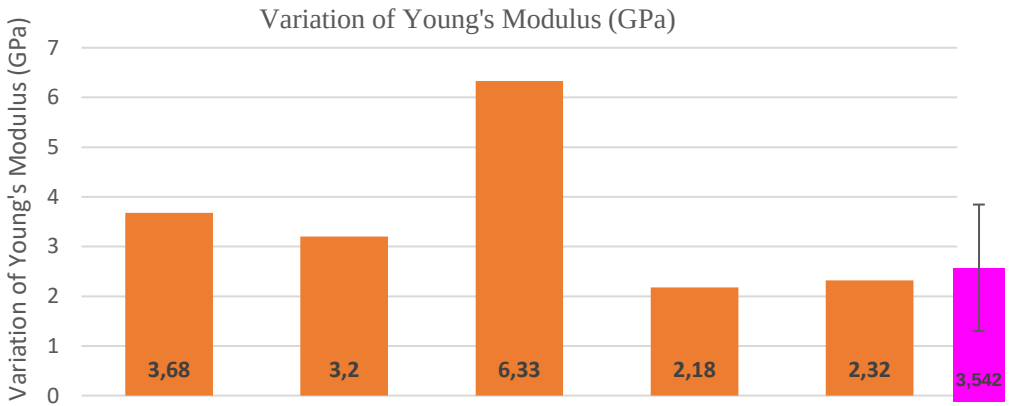




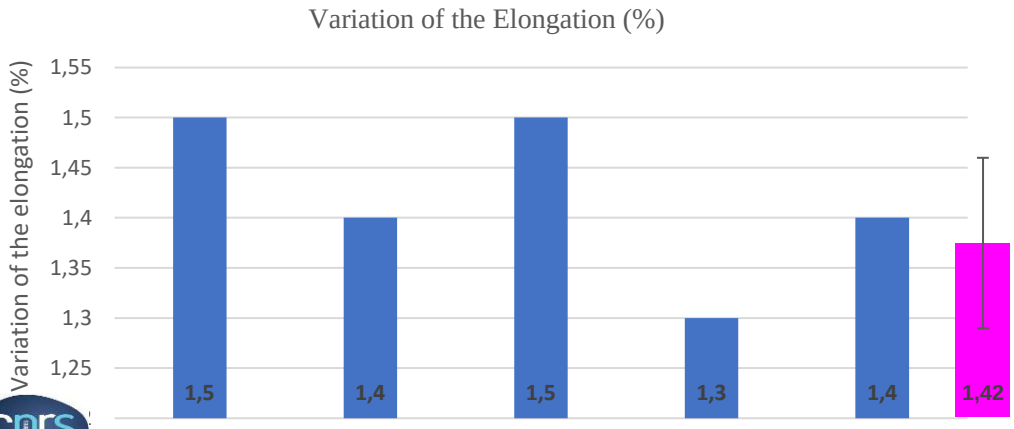
Le Composite

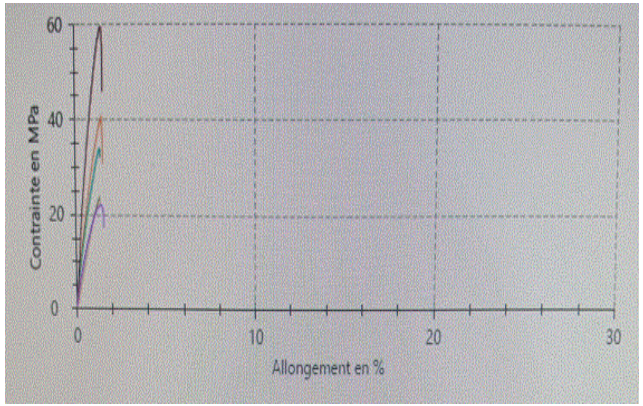
Résultats

Caractérisation du composite : Essai de Traction



NF EN ISO 527

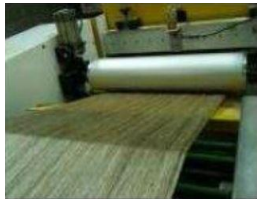




Conclusion

Eco-matériau composite à ratio poids/performance optimisé (sandwich)

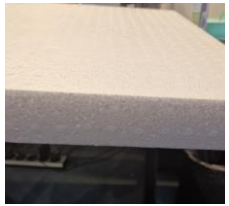
UD de lin



rPP

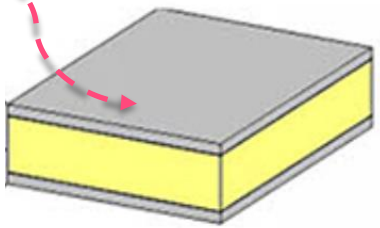
ThermoPRIME®

Composite (peaux)



✓ Caractérisation mécanique,

- ✓ Caractérisation morphologique,
- ✓ Caractérisation thermique,
- ✓ Caractérisation mécanique,
- ✓ Etude de variabilité



Perspectives
&
Prochains objectifs

Perspectives & Prochains objectifs

- **Caractérisation de la matière entrante nécessaire à la fabrication du stratifié (fibre de carbone recyclée et PA6 recyclé) (EN COURS)**
- **Production à l'échelle du pilote pré-industriel, deux des trois éco-matériaux du projet (EN COURS) → les caractériser (EN COURS)**
- **Suivie la variabilité (chimique, morphologique…) des matières recyclées ou biosourcées, employées pour la production des 3 éco-matériaux, (EN COURS)**
- **Étudier le comportement des différents éco-matériaux après différents cycles de vieillissement.**
- **Valorisation des éco-procédés ThermoPRIME® et Thermosaïc®, ou tout autre éco-procédé hybride compatible avec la ligne pilote pré-industrielle.**

Valorisation du projet

De nombreuses interventions en France et à l'étranger

Communications orales

- ✓ Recyclage et recyclés pour l'hydrogène ; F. Ruch, J. Viale ; Atelier ; Horizons Hydrogène Paris, 15 novembre 2022
- ✓ Low Carbon Footprint Composite ; K. Mougin, R. Skander, F. Ruch, B. Surajarusarn, T. Amornsakchai ; EMCEI-22 Tunisie, 1er novembre 2022
- ✓ Procédé Thermosaïc®, ou comment valoriser les composites thermoplastiques ; F. Ruch ; Atelier Techno « Recyclage pour applications hautes performances » ; UBS Lorient, 8 juin 2022
- ✓ New trends in plastics and thermoplastic composites upcycling : ThermoPRIME® & Thermosaïc® technologies ; F. Ruch, C. Callens ; ECCM Lausanne, 28 juin 2022
- ✓ Les composites sont-ils compatibles avec la RSE ? ; F. Ruch ; ADDAM Pôle environnement ; ENSAM Paris, 14 septembre 2022
- ✓ Composites thermoplastiques : comment réduire leur empreinte environnementale ? ; F. Ruch ; Colloque Fibres naturelles et polymères ; FRD Troyes, 15 septembre 2022
- ✓ Recyclage des plastiques & composites : de nouvelles technologies pour répondre aux enjeux de la transition énergétique ; F. Ruch ; Colloque Polymères, composites & économie circulaire ? ; INSA Strasbourg, 29 septembre 2022
- ✓ Plastiques, composites & économie circulaire ? ; F. Ruch ; JEPO Bussang, 04 octobre 2022

Poster

- ✓ COmposite Structures for Sustainable Uses ; R. Skander, K. Mougin, F. Ruch, G. Schrodj, T. Amornsakchai ; Les journées doctorales ; UHA Mulhouse, 15 juin 2022

Going for the future