

Recyclage des composites à matrices thermodurcissables : solvolyse et projet ABval

Eric Le Gal La Salle

Icam – Nantes

LTN



- AERDECO :

- DGE/
ADEME/FEDER
- Budget : 2,3M€



- EURECOMP :

- 7ème PCRD
- Budget : 2,5M€



XIETONG AUTOMOBILE ACCESSORY

- ABVal :

- ADEME
- Budget : 3,3M€



URIARTE SAFYBOX
www.safybox.com



European Composite
Recycling Services Company



ABVAL
COMPOSITES

Icam
L'art et la manière de faire monde

INTRODUCTION

I CONTEXTE

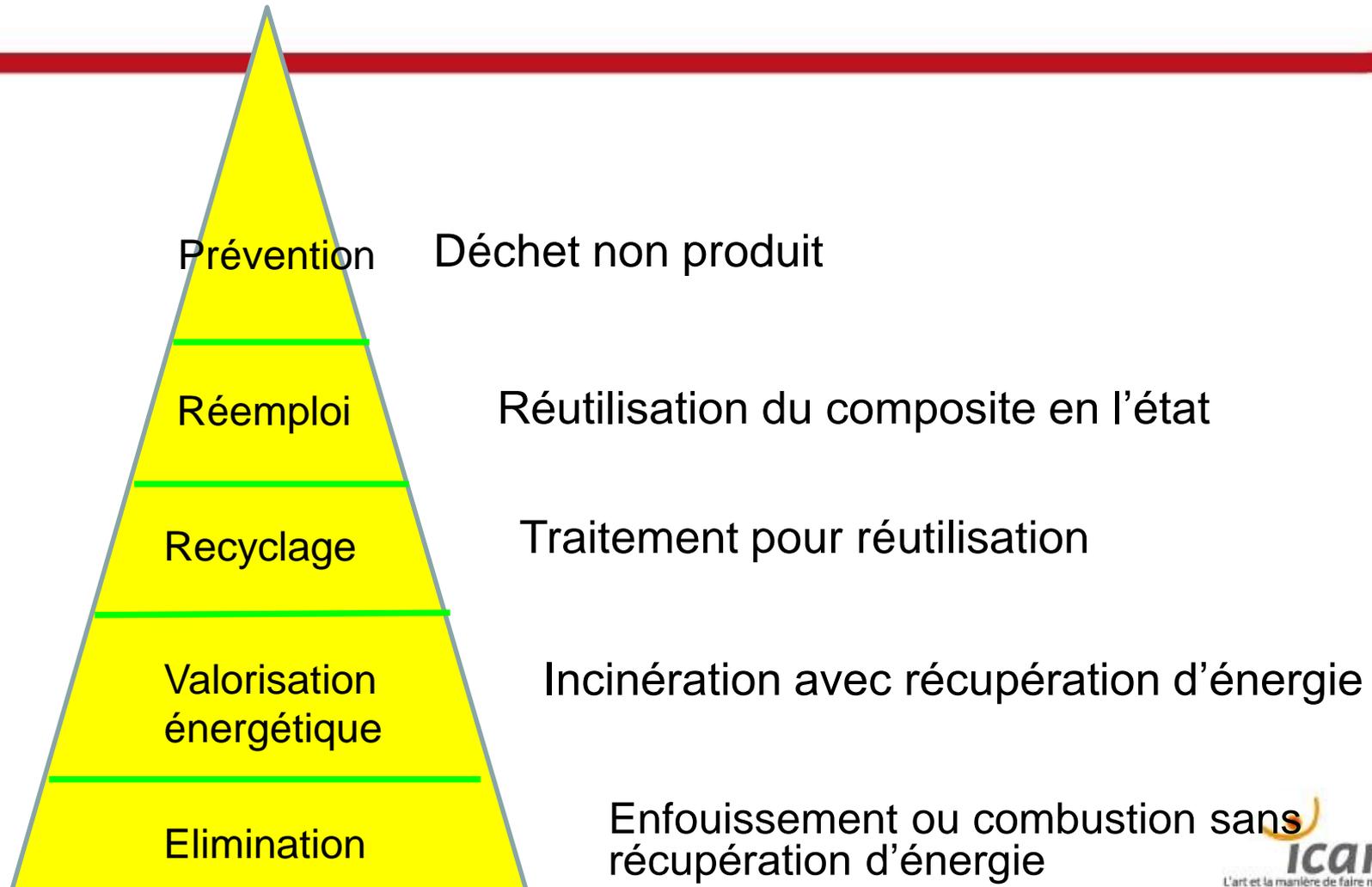
II SOLVOLYSE

III THERMOMECHANIQUE

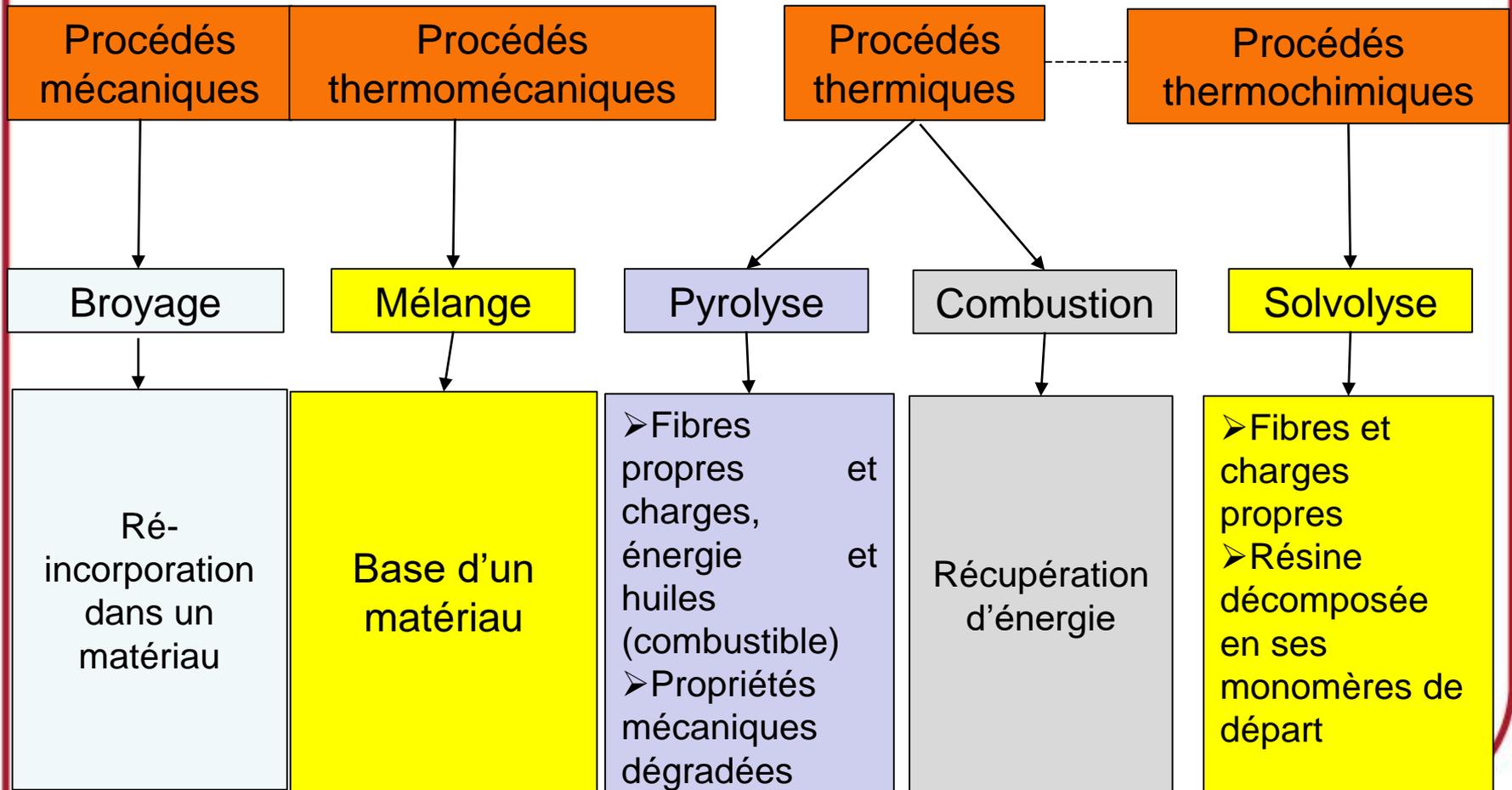
CONCLUSION

I CONTEXTE

Qualité du recyclage



Contexte : Procédés de recyclage



II- Recyclage par solvololyse

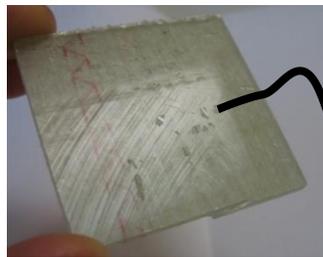
Recyclage par solvololyse : principe

Solvolyse

Recyclage par dépolymérisation chimique en milieu aqueux

- Recyclage
- des fibres dans de nouveaux composites
 - de la solution

Principe

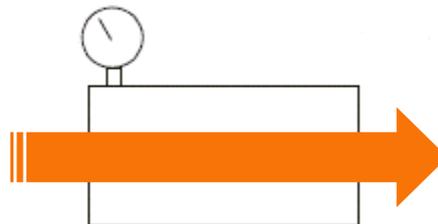


solvant

- Casser les liaisons de la matrice et la retirer des fibres
- Agent de transferts thermique et de masse



Pressure



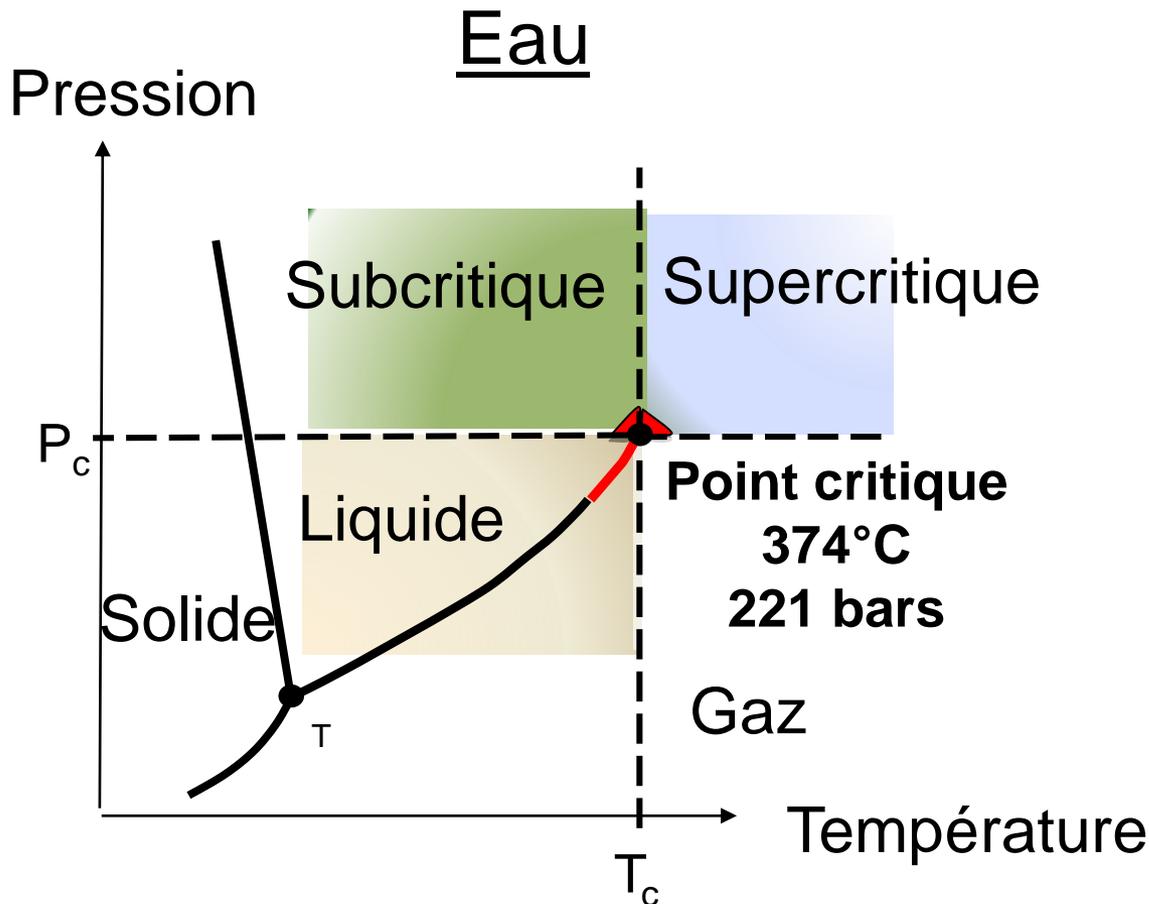
Heating

Fibres



Fraction liquide

Recyclage par solvolyse : principe

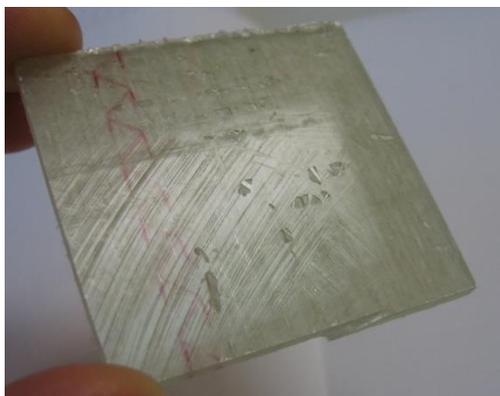


icam
L'art et la manière de faire monde

Polyester - fibres de verre

Polyester - fibres de verre

Echantillons Infusion



H₂O



MeOH



Polyester - fibres de verre : fractions liquides

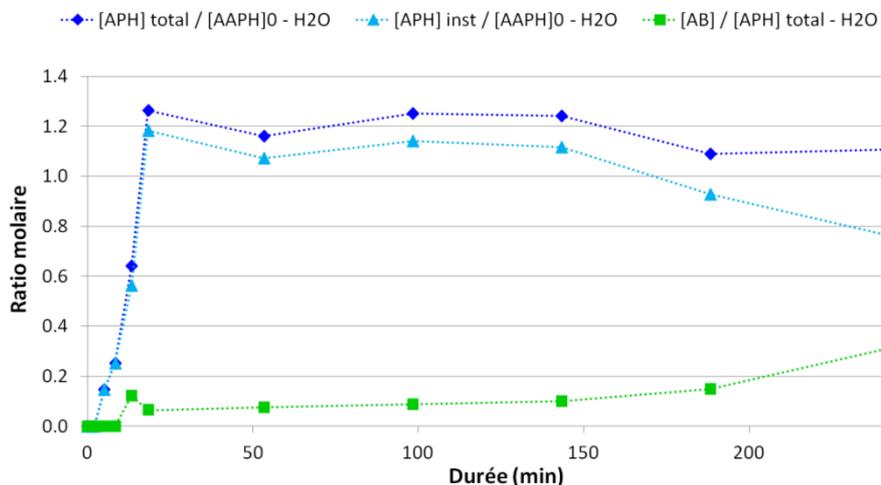
Résine orthophtalique

Molécules identifiées

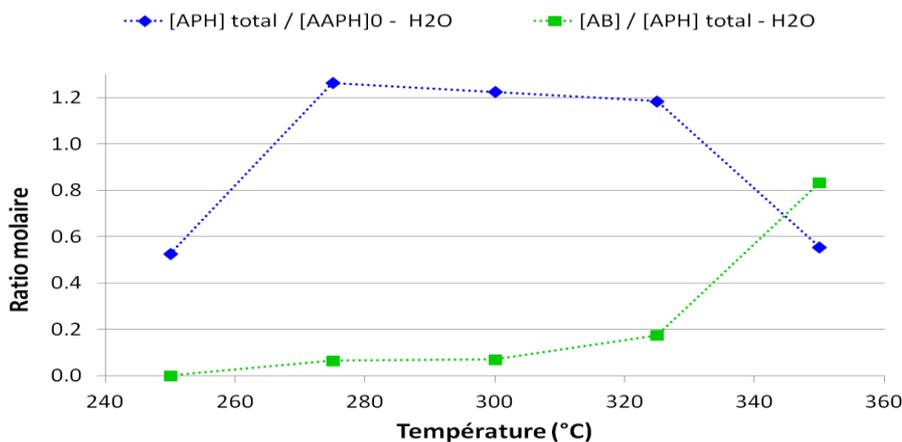
- Anhydride ou acide phtalique et produit dérivé (acide benzoïque)
- Propylène glycol et produits dérivés

Soit certaines des molécules ayant permis de synthétiser la résine.

Polyester - fibres de verre: fractions liquides



APH total, APH et acide benzoïque en fonction du temps.



APH total et acide benzoïque en fonction de la température, 10 minutes

**Deux autres résines
polyester ont été étudiées**

**Les résultats dépendent
de la nature de la résine**

Polyester - fibres de verre : fibres

Caractérisation de fibres isolées

Essais	Diminution de la contrainte à la rupture (%)
Fibres neuves	0
Fibres recyclées 1	-56
Fibres recyclées 2	-48
Fibres recyclées 3	-32
Fibres recyclées 4	-24
Fibres recyclées 5	-10
Fibres recyclées 6	-40
Fibres recyclées 7	-37
Fibres recyclées 8	-40

Polyester - fibres de verre : fibres

Réutilisation en composites

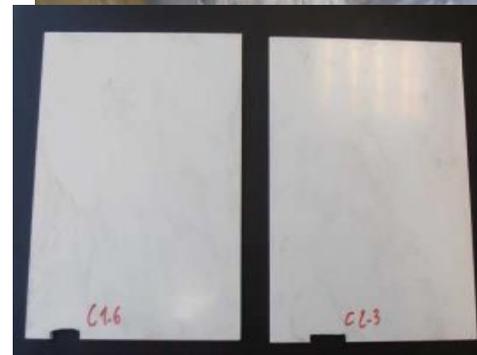
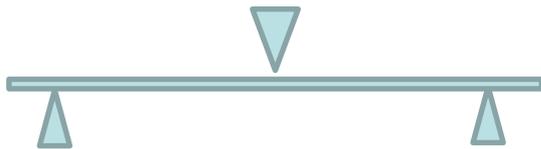
BMC – Manufacturing

- Résine : formulation automobile
- Fibres (25 % en masse)
 - Vierges : 13mm de long
 - Recyclées : 50 mm de long

Utilisées brutes ou broyées (max. 5-6 mm)

La longueur des fibres ne semble pas affectée par le mélangeage.

Test de flexion trois points



Polyester - fibres de verre : fibres



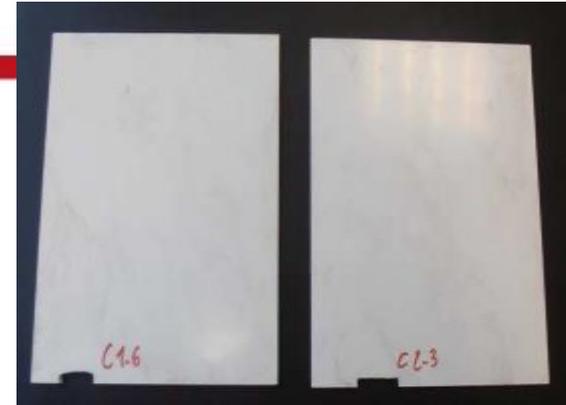
COMPOSITEC
INNOVATION

Réutilisation en composites

Référence	Fibres	Contrainte à la rupture (Mpa)	Module élastique (Gpa)
C1	Référence	100	12
C2	20% de fibres recyclées	124	12
C3	30% de fibres recyclées	107	13
C4	20% de fibres recyclées, broyées	119	13
C5	30% de fibres recyclées, broyées	107	12
C6	30% de fibres recyclées, ensimées	90	12
C7	30% de fibres recyclées, broyées, ensimées	122	12

Polyester - fibres de verre

Réutilisation en composites



Conclusions

Test de flexion 3 points:

- Les fibres recyclées donnent de meilleures propriétés :
effet de longueur ?
- La contrainte à la rupture décroît avec l'augmentation du
taux de fibres recyclées.

- Effet de l'ensimage, ici inconstant

Polyester - fibres de verre

Réutilisation en composites

URIARTE SAFYBOX 
www.safybox.com

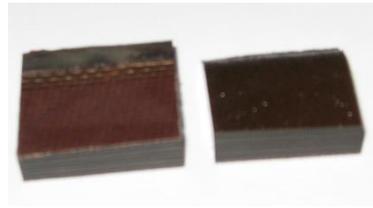


Carbone - époxyde

Carbone - époxyde



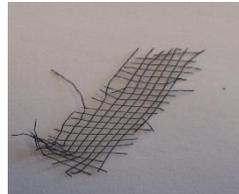
Fibres de carbone + résine
Hexply914



**Fibres de
carbone**



Grille métallique

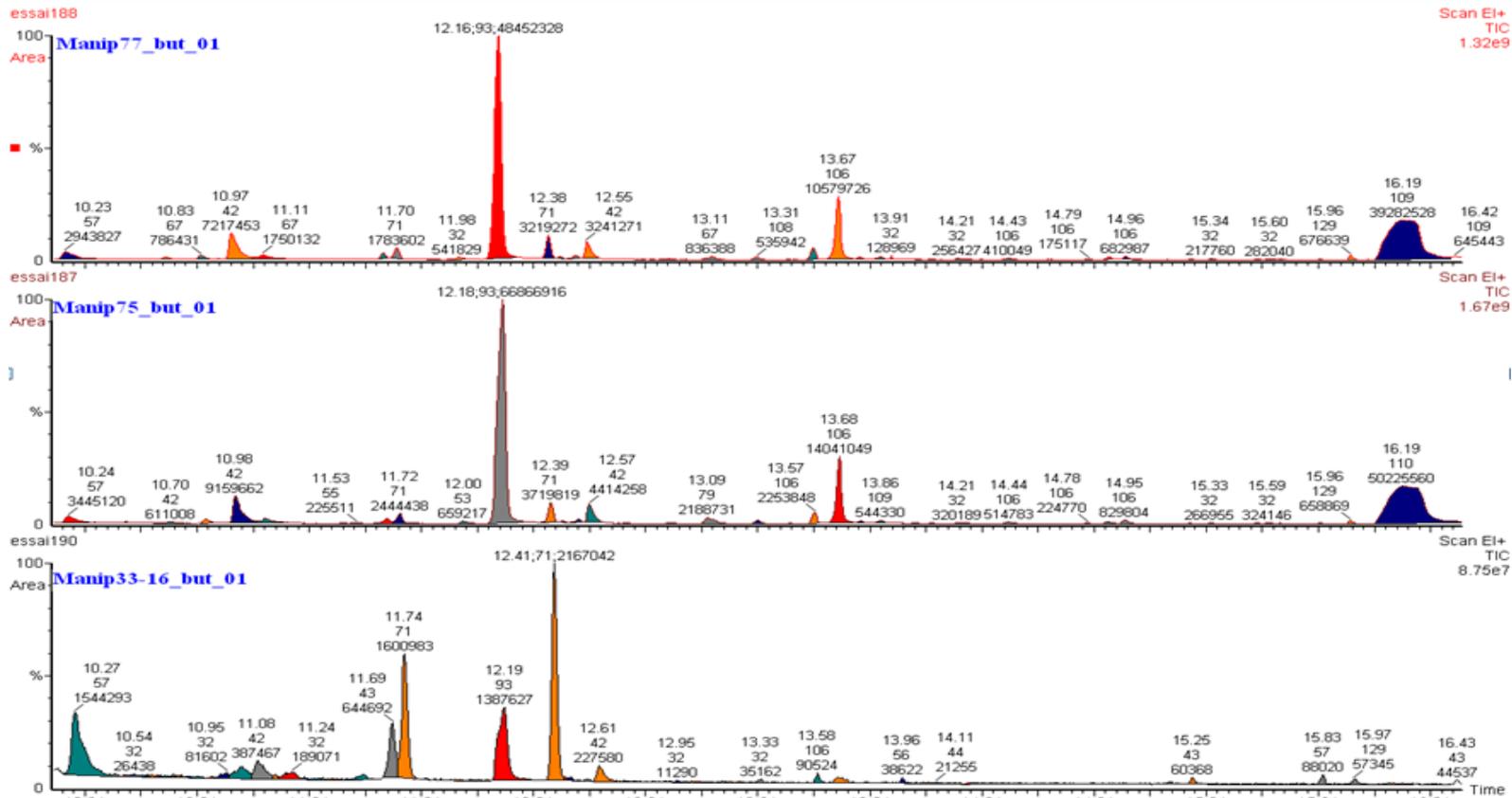


Phase organique



Carbone - époxyde

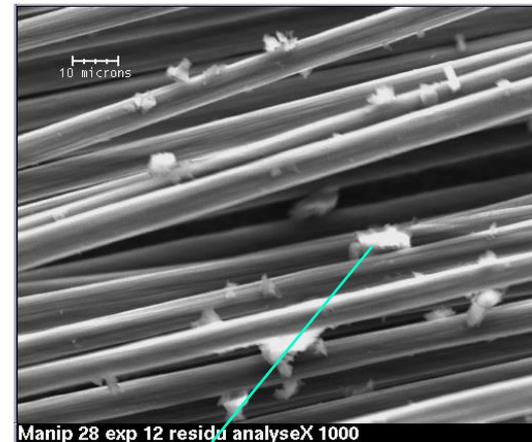
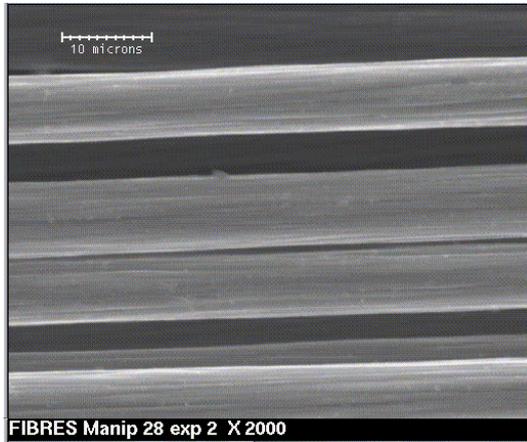
Analyse des fractions organiques



Carbone - époxyde

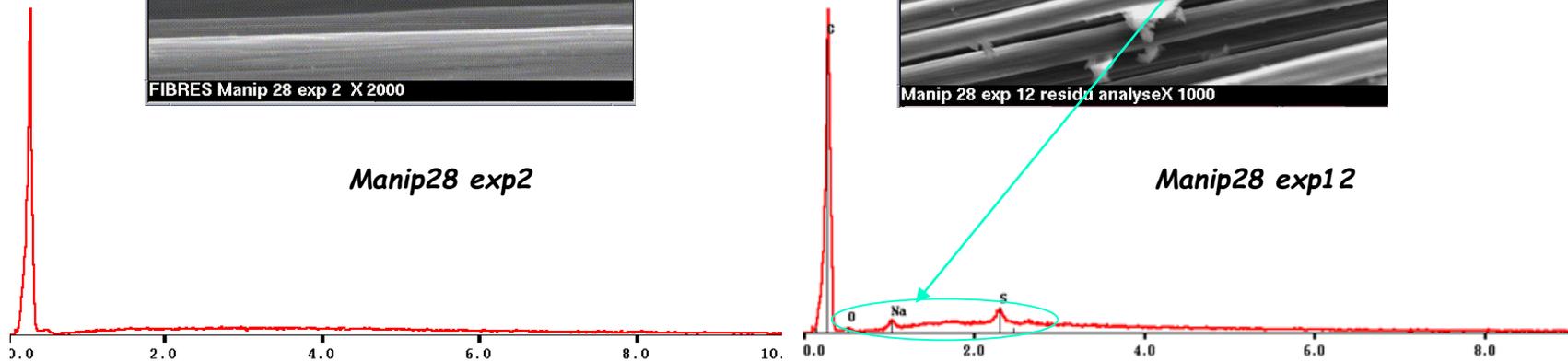
Analyse de la fibre

Microscopie électronique à balayage et analyse X



Manip28 exp2

Manip28 exp12



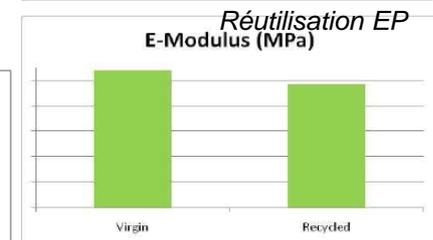
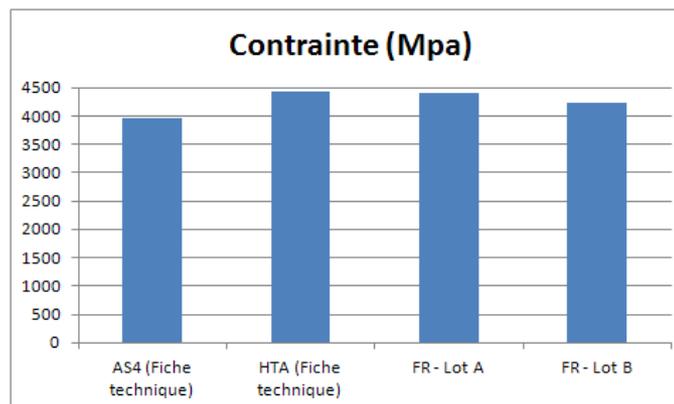
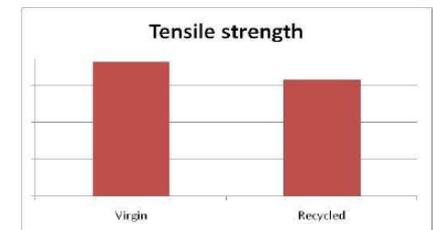
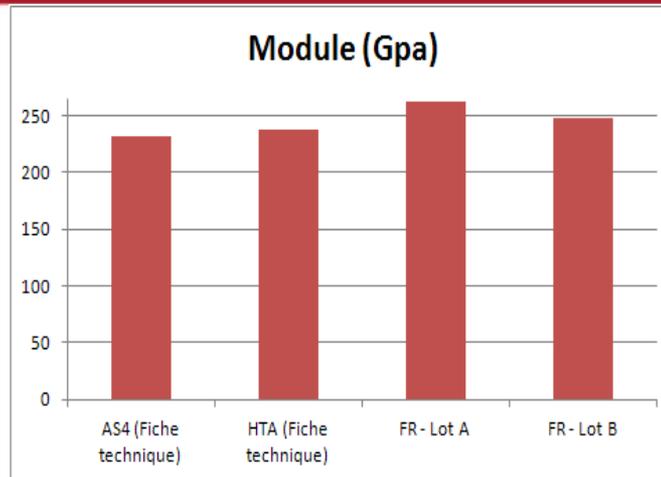
Carbone - époxyde

Réutilisation en composites

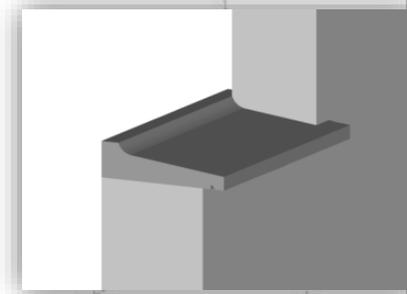
Propriétés des fibres :

- Propriétés intrinsèques équivalentes

- Intégration dans une matrice epoxy → conservation de 90% des propriétés



III- Recyclage thermomécanique



Valorisation alternative des déchets plastiques et composites

Projet accompagné par l'**ADEME** dans le cadre du Programme
Economie Circulaire des Investissements d'Avenir

Projet soutenu par le pôle de compétitivité **EMC2**



Projet AB-VAL : Développement d'une ligne de recyclage de matériaux composites

Le projet :

Mise au point d'un procédé industriel de recyclage de matériaux composites (principalement polyester + fibres de verre) par voie thermo-mécanique.

La problématique:

Matériaux
réticulés

Matériaux
hétérogènes

Composition
fluctuantes

Etat de
vieillessement

Variabilité des
sources

Viabilité
économique

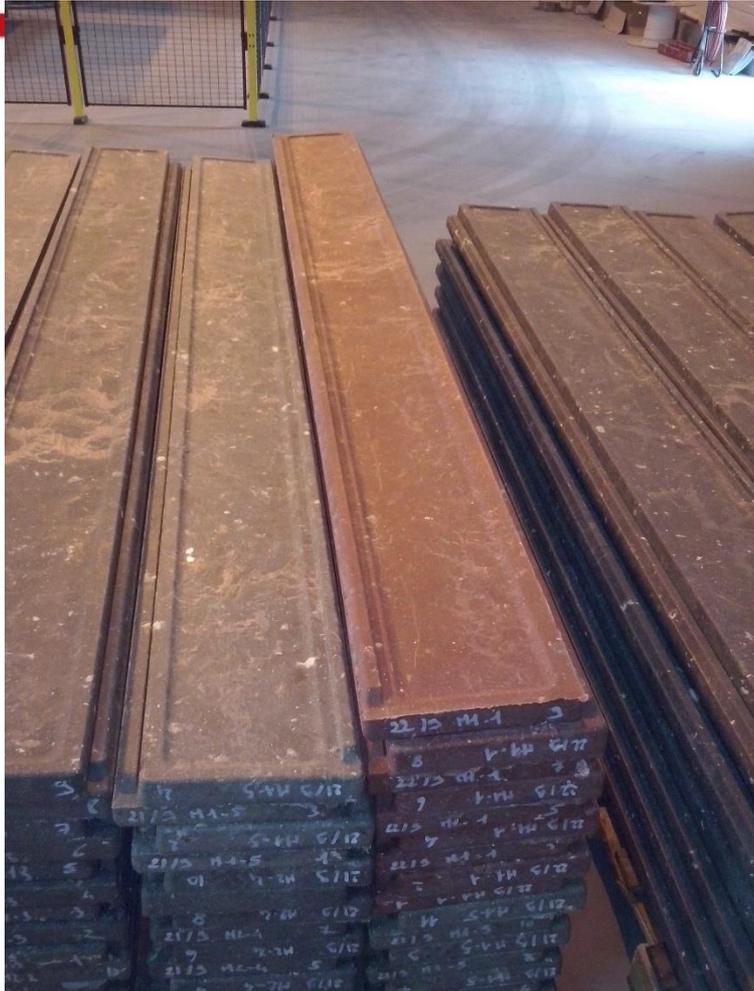
...

Projet AB-VAL : recyclage thermomécanique

Transformations :



Projet AB-VAL : recyclage thermomécanique



MARCHES – Produits de substitution

- Avantages concurrentiels :
 - Produit 100% recyclé,
 - Nombreux avantages techniques par rapport au béton et au bois
- Cibles : construction, TP, espaces verts, maritime...
- Produits présentés au salon ARTIBAT

- Une expertise dans la distribution d'aménagements extérieurs en matériaux recyclés.

CONCLUSION

- Innovation considérée comme majeur pour l'avenir de la filière des composites.
- Innovation démontrant d'une façon **pratique et économique la recyclabilité de ces matériaux.**
- Démarrage d'une ligne de production (1300t/an en Avril 2015 à Puceul (44))

Conclusions

Aspects économiques
Perspectives