

# JOURNEES PROMOTION PROCÉDES PRODUITS



## Composites et recyclage : état de l'art et perspectives



ENSIC, NANCY, Mardi 24 novembre 2015

## Sommaire

1. Définition
2. Les composites en quelques chiffres...
3. L'impératif du recyclage
4. Les options techniques
5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 1. Définition

**COMPOSITE** : association d'un renfort fibreux long ou continu, et d'une matière plastique (**matrice**).



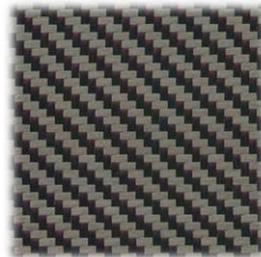
Thermodurcissable

**OU**



Thermoplastique

+



=



**HAUTE RESISTANCE MECANIQUE !**

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 1. Définition

### Applications...



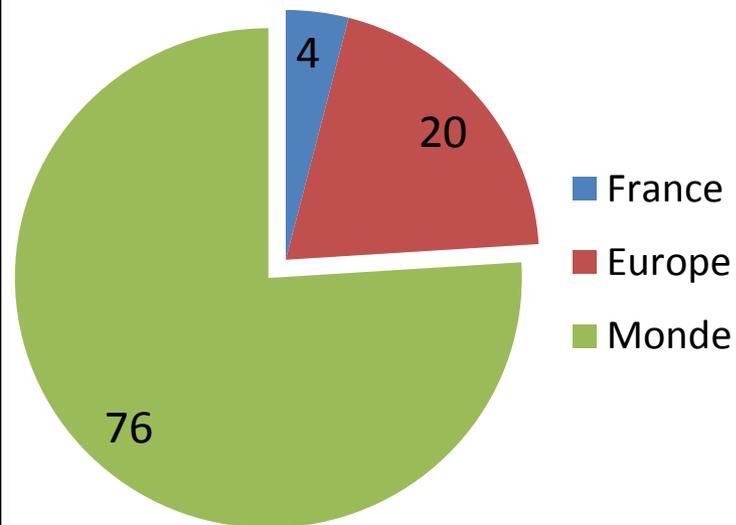
# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 2. Les composites en quelques chiffres...

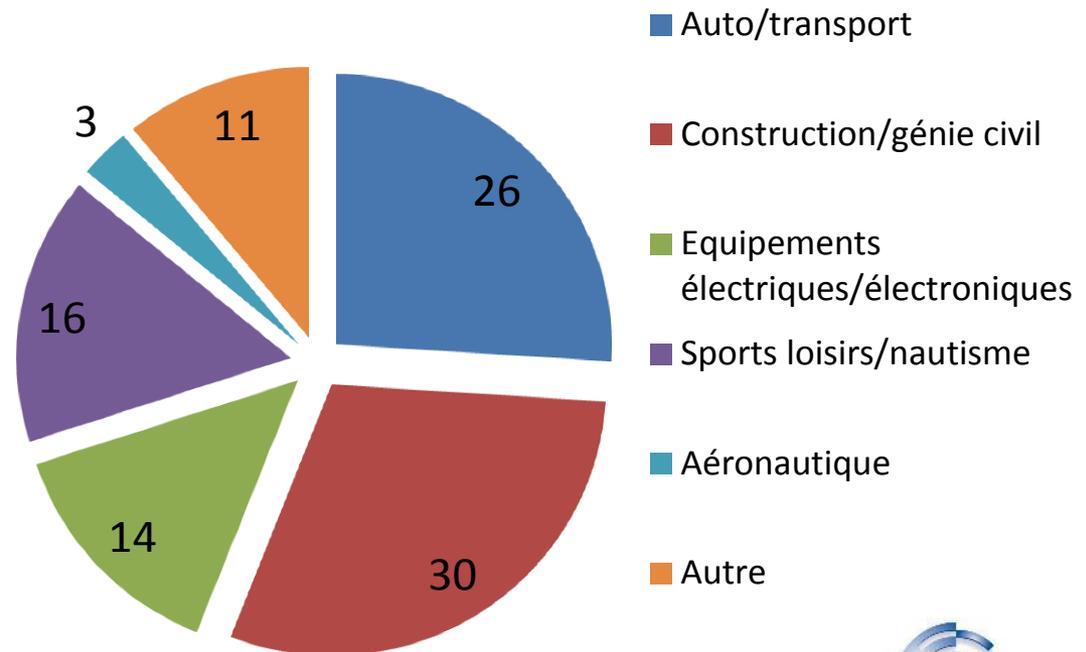
### Production mondiale ?

**8,7 millions de t/an**

### Répartition géographique



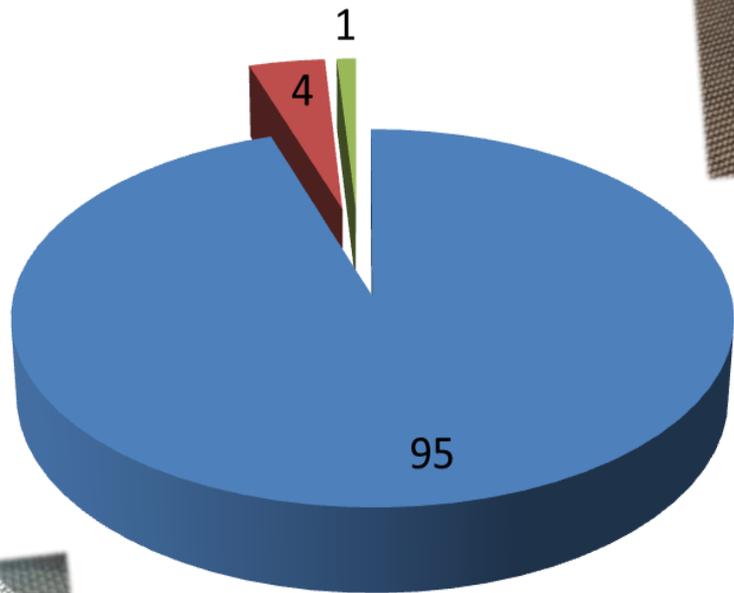
### Répartition par activité



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 2. Les composites en quelques chiffres...

Quels renforts ?



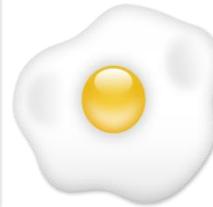
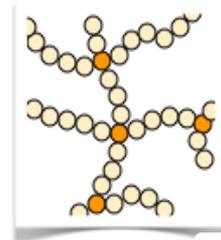
- Fibre de verre
- Fibre de carbone
- Kevlar, chanvre, lin...



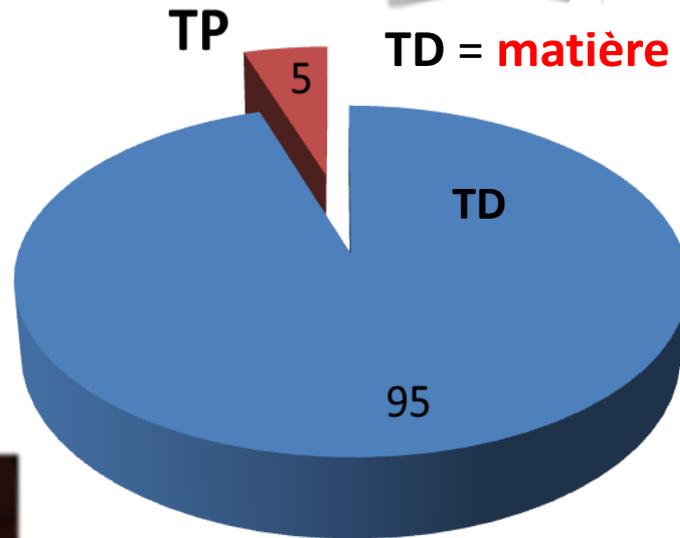
# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 2. Les composites en quelques chiffres...

Quelles matrices ?

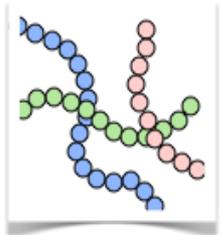


TD = **matière infusible** (chaînes liées entre elles)



■ Thermosettable  
(polyester, époxyde...)

■ Thermoplastiques  
(polypropylène, polyamide...)

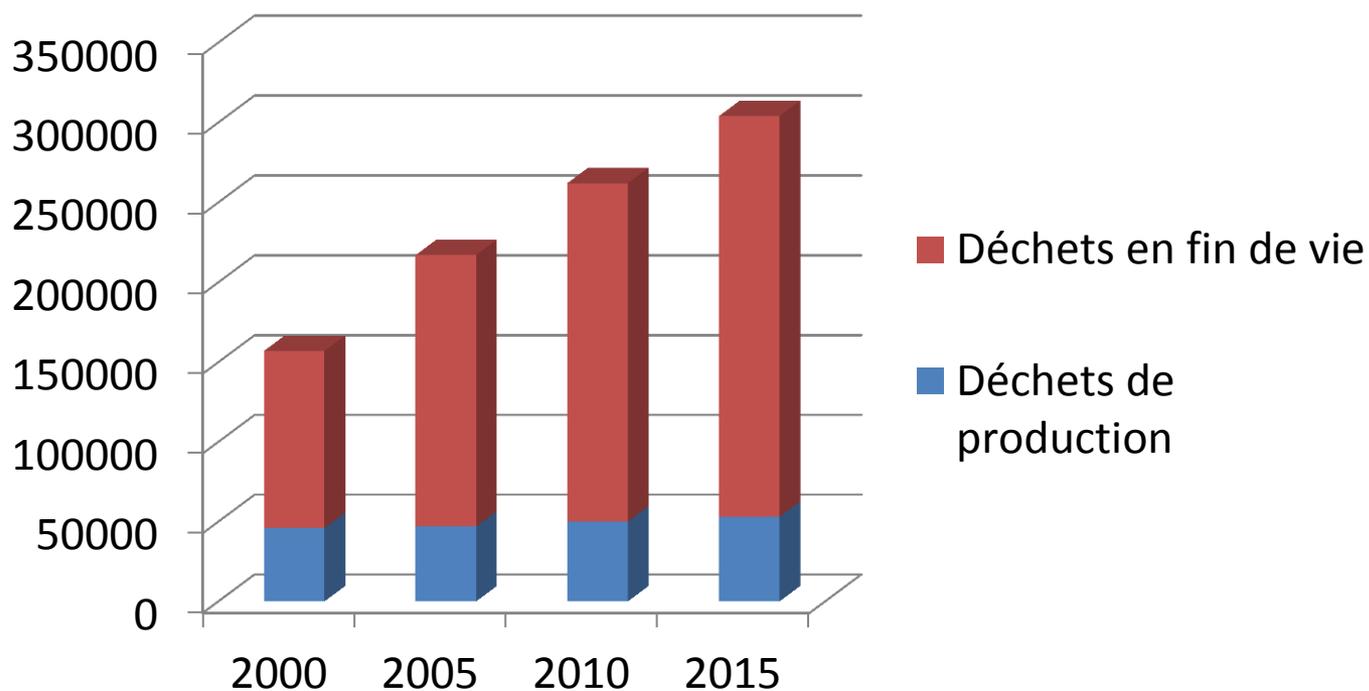


TP = **matière fusible** (chaînes non liées entre elles)

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 2. Les composites en quelques chiffres...

### Les déchets en Europe...



Volume total des déchets produits (en t)

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

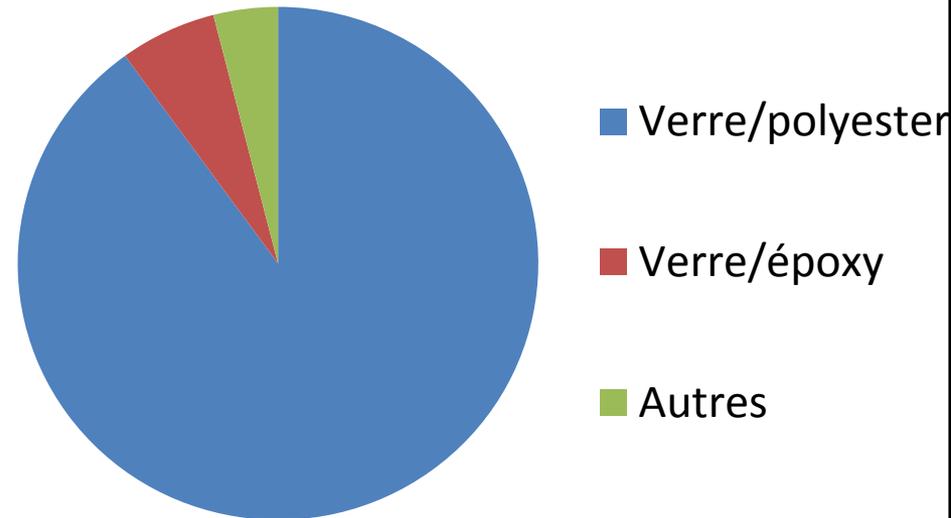
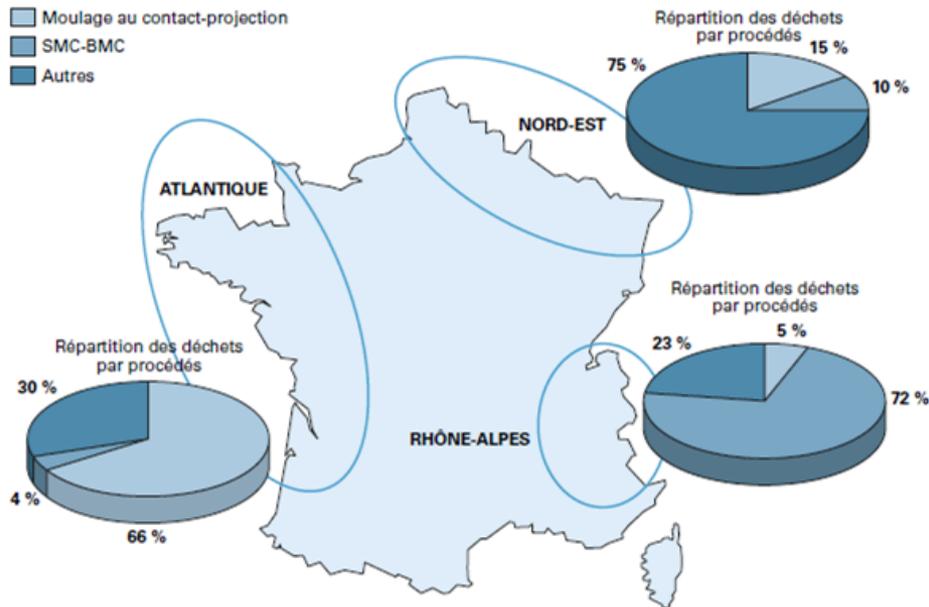
## 2. Les composites en quelques chiffres

### La situation en France...

**Déchets : 30000 t/an**

#### Flux de déchets industriels

#### Répartition des déchets par type

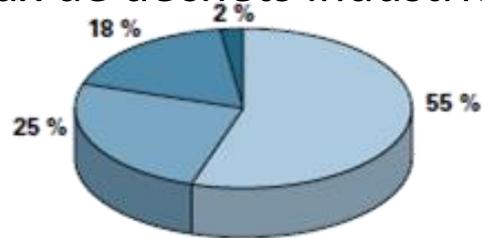


# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

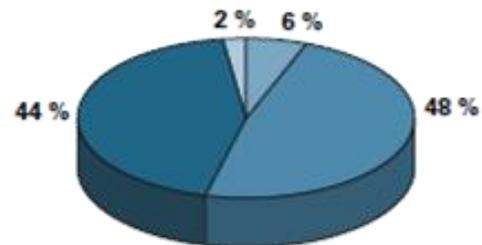
## 2. Les composites en quelques chiffres

Focus sur la région Rhône-Alpes...

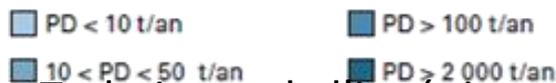
Flux de déchets industriels



(a) nombre de gisement de déchets



(b) tonnage cumulé des gisements



**Déchets de production :  
des gisements concentrés**

90% des déchets proviennent de 20% des entreprises

L'analyse des flux de déchets est nécessaire à l'établissement d'une stratégie de R&D adaptée

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 3. L'impératif du recyclage

Les préconisations de l'UE (ordre décroissant de préférence)

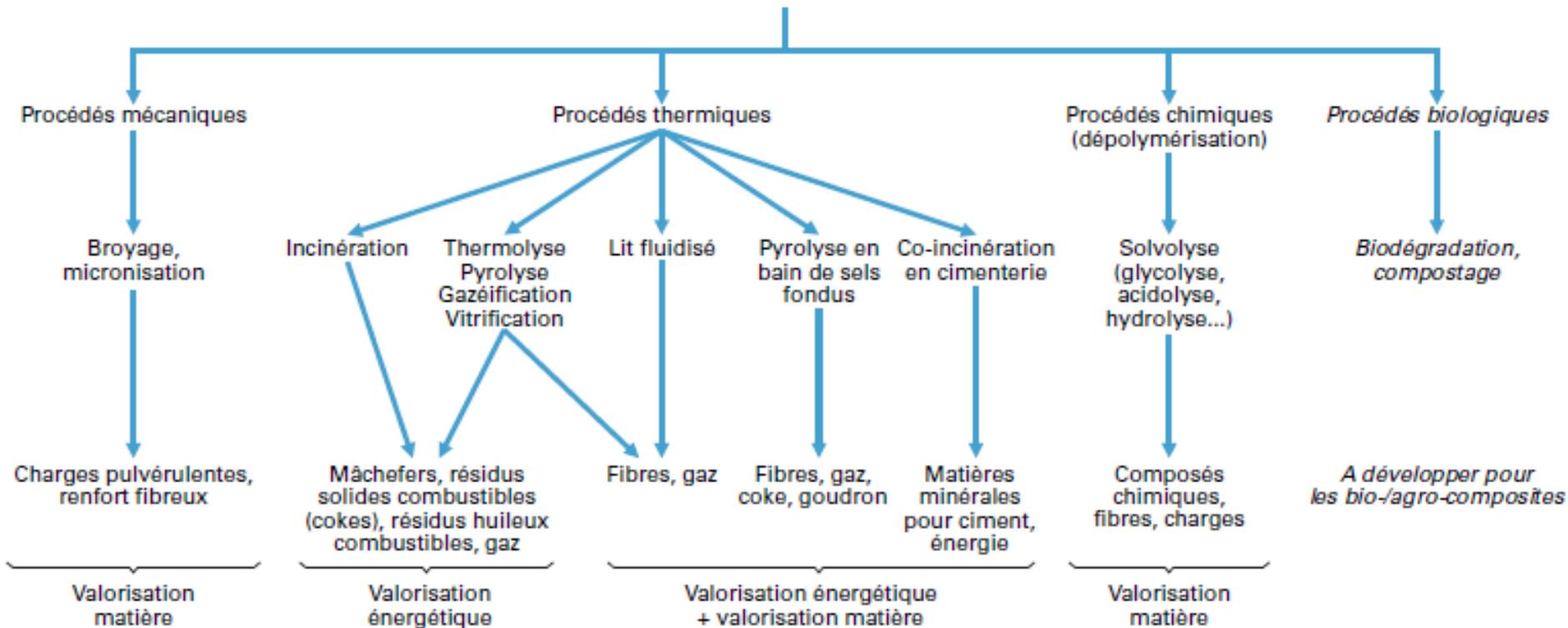
- ✓ Réduction de la masse des déchets par prévention, à la source lors de la production
- ✓ Réutilisation des produits
- ✓ Recyclage des matériaux
- ✓ Recyclage d'une partie des constituants des matériaux
- ✓ Incinération des déchets
  - Avec valorisation matière et énergétique
  - Avec valorisation énergétique seulement
  - Sans valorisation énergétique
- ✓ Mise en décharge

**ACTUELLEMENT, 90% DES DECHETS DE PRODUCTION  
SONT MIS EN DECHARGE...**

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés de recyclage et de valorisation des matériaux composites



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés thermiques

**UNE OPPORTUNITE POUR  
REGENERER LA FIBRE DE CARBONE**



Source carte: SGL Group, cermat

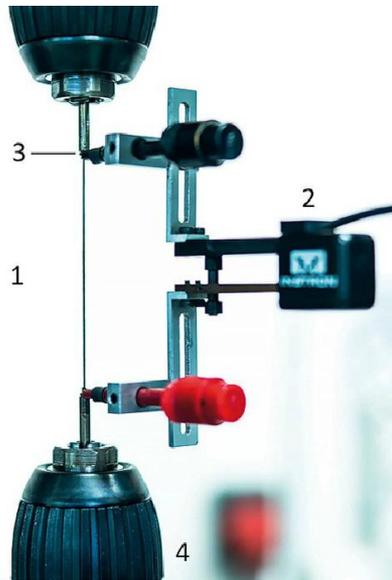


# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

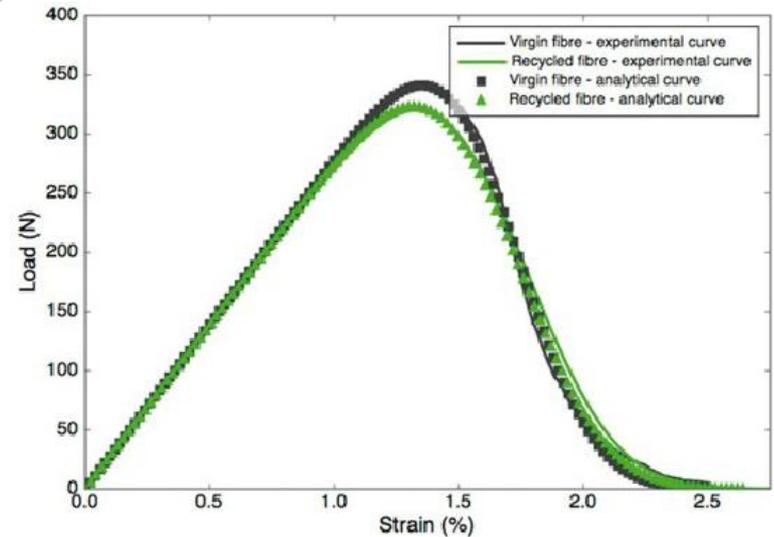
## 4. Les options techniques

### Procédés thermiques

### La R&D



**UNE OPPORTUNITE POUR  
REGENERER LA FIBRE DE CARBONE**



Comparaison fibre de C  
vierge/régénérée

**Régénération par vapo-thermolyse**

Partenariat



Source : JEC Magazine, octobre 2015

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés thermiques

**REGENERATION A 100% POUR LES  
COMPOSITES CHARGES FIBRE DE  
VERRE**

La co-incinération en cimenterie

2/3 valorisation matière, 1/3 valorisation énergétique



Partenariat



Source : GPIC

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés chimiques

### R&D

**UNE OPPORTUNITE POUR  
REGENERER LA FIBRE DE CARBONE**



Fibres de carbone, à l'issue du traitement

### Solvolyse par eau supercritique

**A l'issue des projet RECCO et AERDECO : faisabilité démontrée**  
**Technologie complexe, mais propriétés mécaniques conservées**

## *Projet PARCCA (Procédés Avancés de Recyclage des Composites fibres de Carbone)*



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés mécaniques

**REVALORISATION MATIERE SOUS  
FORME DE CHARGES**



Intégration de broyats composites TD dans une matrice TD : exemple de réalisation

CRITT MATÉRIAUX  
FRANCE - CHARENTAIS



**POLYPLAST**  
LA FIBRE CRÉATRICE



Partenariat

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 4. Les options techniques

### Procédés mécaniques

**REVALORISATION MATIERE SOUS  
FORME DE CHARGES**

Projet partenarial

**ALTERVAL**  
COMPOSITES



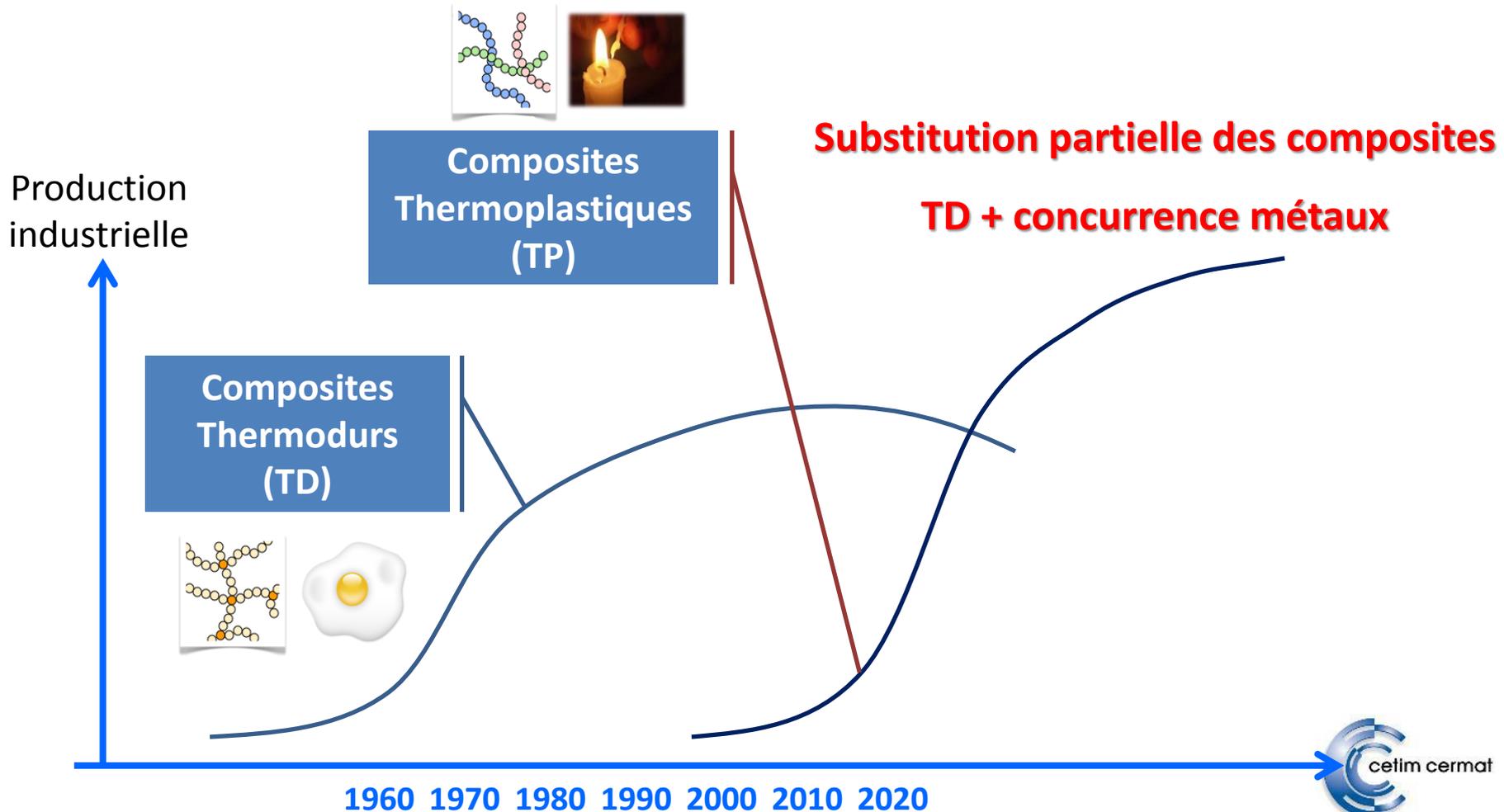
**ABVAL**  
COMPOSITES



Intégration de broyats composites TD dans une matrice TP : exemple de réalisation

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

### Résines thermodurcissables

#### Avantages :

- ✓ Coût
- ✓ Durabilité

#### Inconvénients :

- ✓ Emission de COV au cours de la mise en œuvre
- ✓ Assemblages par collage délicats
- ✓ Faibles cadences
- ✓ Difficultés de recyclage des déchets industriels, comme des produits en fin de vie (durcissement de la réglementation dû à la saturation des CET)

### Résines thermoplastiques

#### Avantages :

- ✓ Absence d'émission de COV au cours de la mise en œuvre
- ✓ Facilité d'assemblage
- ✓ Temps de cycle court (ligne QSP®, Cetim)
- ✓ **Potentialités de recyclage**
- ✓ Possibilité de formage à chaud

#### Inconvénients :

- ✓ Choix limité de résines disponibles, à l'échelle industrielle
- ✓ Vigilance sur la qualité de l'interface fibre-matrice

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

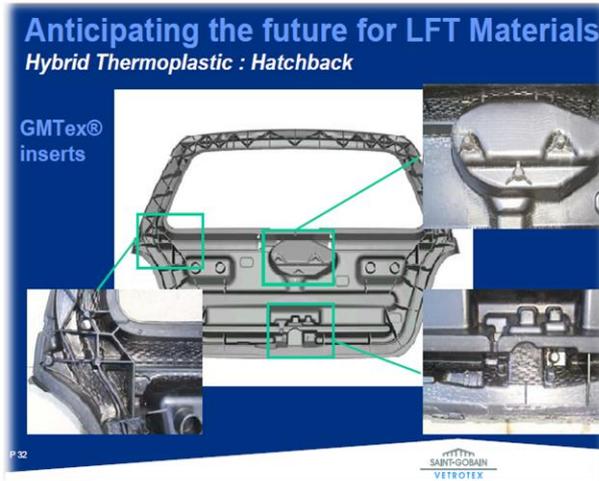
### Quelques réalisations



Semi-remorque composite TP  
(source EPL)



Coque composite TP  
(source 2Win)



Hayon arrière en composite TP obtenu par procédé hybride (source Saint-Gobain)



Pièce technique composite TP (source Axyal)



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?



SOLVAY

Carbostamp



IXIS<sup>®</sup> 157



**DES ACTEURS INDUSTRIELS DE PLUS EN PLUS NOMBREUX**



Celstran<sup>®</sup> CFRTP

VIZILON

GMT  
GMTex<sup>®</sup> SymaLITE<sup>®</sup>



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

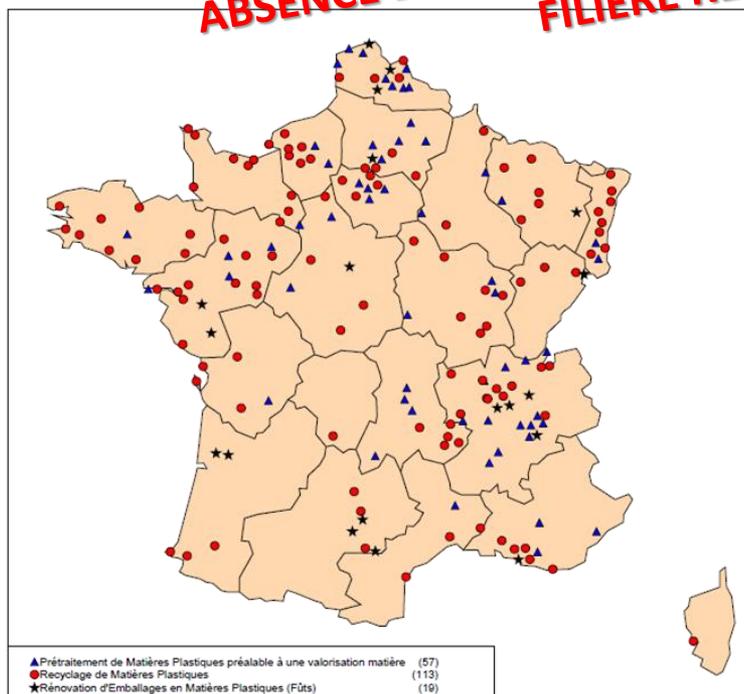
5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

**FREINS A LEUR UTILISATION :**  
**ABSENCE DE FILIERE DE RECYCLAGE**  
**ABSENCE DE TECHNOLOGIE INNOVANTE**  
**DE RECYCLAGE**

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

## 5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

**ABSENCE DE FILIERE DE RECYCLAGE : UNE OPPORTUNITE POUR LA FILIERE RECYCLAGE PLASTIQUE ?**



Sites de recyclage des déchets de matières plastiques (prétraitement et régénération) et de rénovation des emballages en matières plastiques (Source Ademe)

Evolution des tonnes d'emballages plastiques recyclés issus du dispositif français de valorisation des emballages ménagers (tous modes de reprise confondus)



Source : [http://www.valorplast.com/Front/debouche-plastique-recycle\\_121.php](http://www.valorplast.com/Front/debouche-plastique-recycle_121.php)

# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

5. Une alternative industrielle aux composites thermodurcissables : les composites thermoplastiques ?

**ABSENCE DE TECHNOLOGIE INNOVANTE DE RECYCLAGE :  
DEVELOPPEMENT D'UN PROCEDE THERMOMECHANIQUE DE REGENERATION**

## **Procédé THERMOSAIC®**

**Une nouvelle voie pour le recyclage les composites à matrice thermoplastique :**

- ✓ Faible perte des propriétés initiales du matériau
- ✓ Bilan environnemental favorable
- ✓ Economiquement viable



# Composites et recyclage : état de l'art et perspectives

Projet mené en partenariat avec



Partenaires institutionnels et financeurs



