



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites



**CAMPUS
INDUSTRIE 4.0**

Lundi 16 février 2015, Université de Haute Alsace

Quelques repères

Un centre associé du Cetim



- Un CRITT (Centre régional d'innovation et de transfert de technologie) de 45 personnes
- Centre associé du Cetim (Centre technique des industries mécaniques)
- Création 1977
- Environ 1400 interventions/an auprès de 500 entreprises différentes



Les métiers du Cetim-Cermat

Expertises, essais, innovation, conseil , formation



MMS

Matériaux Métalliques et Surface



IPC

Ingénierie des Polymères et Composites



I2E

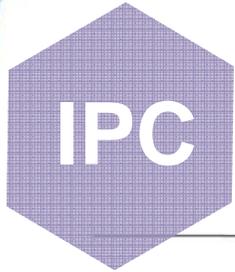
Ingénierie et Essais d'Endurance



RDP

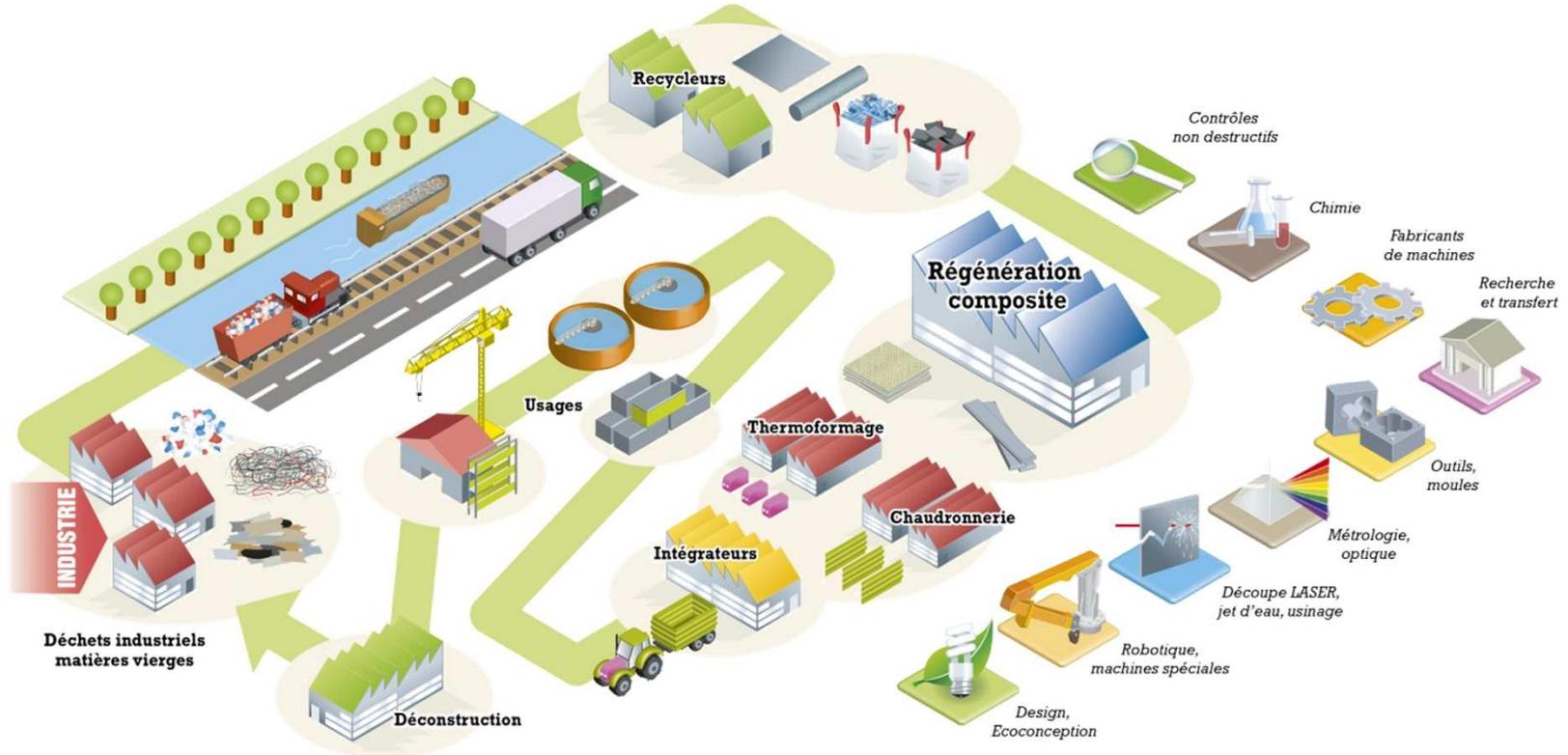
R&D et Projets (R&D clients et R&D interne)

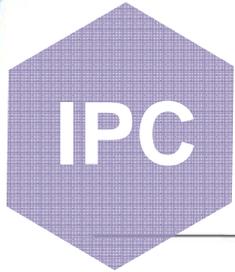




2 thématiques fortes de recherche appliquée

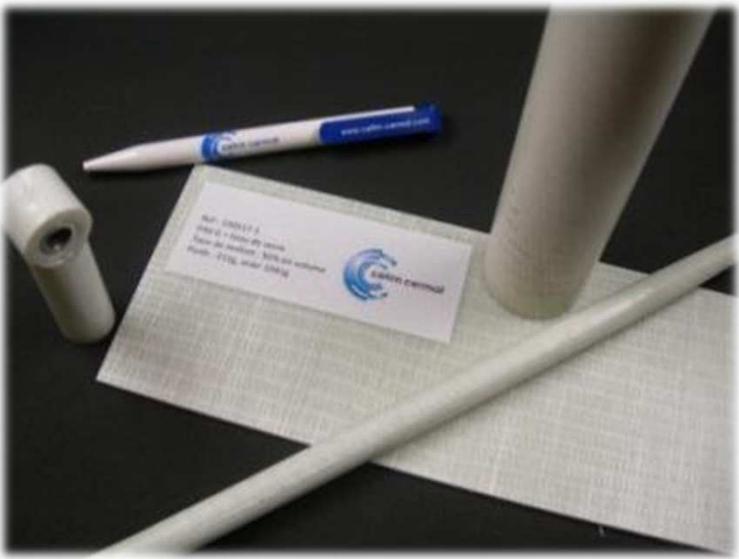
Matériaux composites thermoplastiques et recyclabilité





2 thématiques fortes de recherche appliquée

Nouveau procédé par voie T-RTM réactive



Nos Partenaires



Partenaires industriels

Nos financeurs



Nos soutiens



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

Sommaire

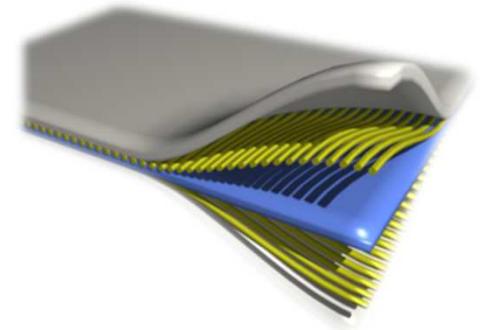
- 1. Généralités sur les matériaux composites**
- 2. Description des procédés traditionnels**
- 3. Perspectives**

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

1. Généralités sur les matériaux composites

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



Principaux avantages

- ✓ Gain de masse
- ✓ Absence de corrosion
- ✓ Intégration de fonctions (formes géométriques)
- ✓ (Tenue aux agents chimiques)



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

1. Généralités sur les matériaux composites

Principaux inconvénients

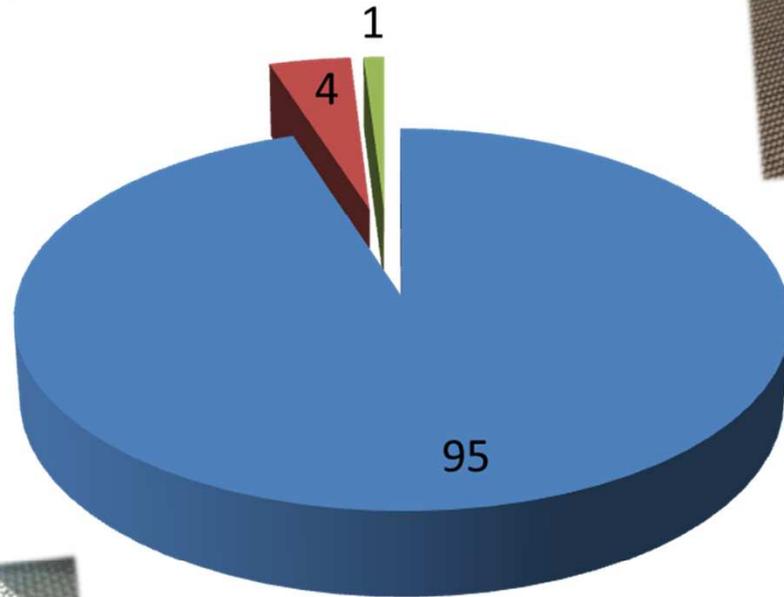
- ✓ Sensibilité au vieillissement (eau, UV...)
- ✓ Souplesse / acier
- ✓ Tenu thermique / comportement au feu
- ✓ Prix de la matière / acier
- ✓ (Tenue aux agents chimiques)



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

1. Généralités sur les matériaux composites

Quels renforts ?



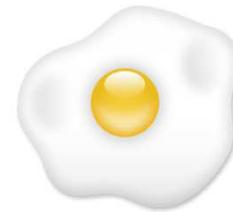
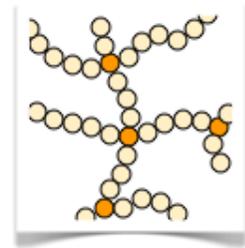
- Fibre de verre
- Fibre de carbone
- Kevlar, chanvre, lin...



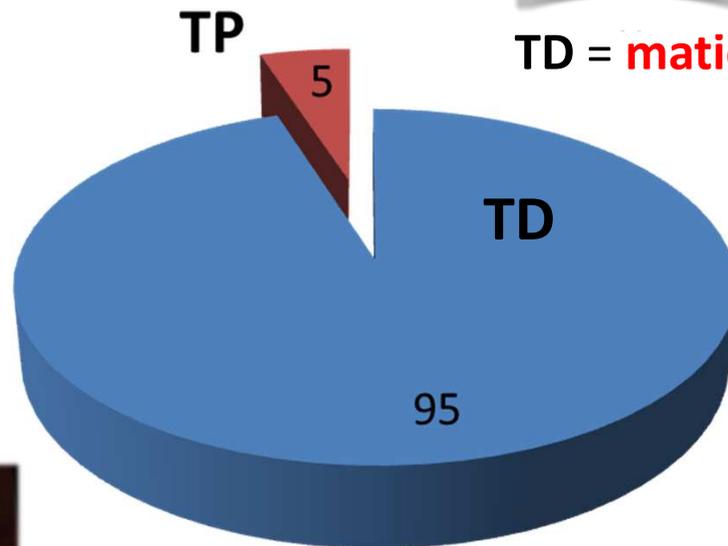
Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

1. Généralités sur les matériaux composites

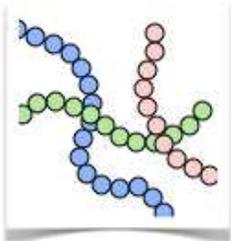
Quelles matrices ?



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



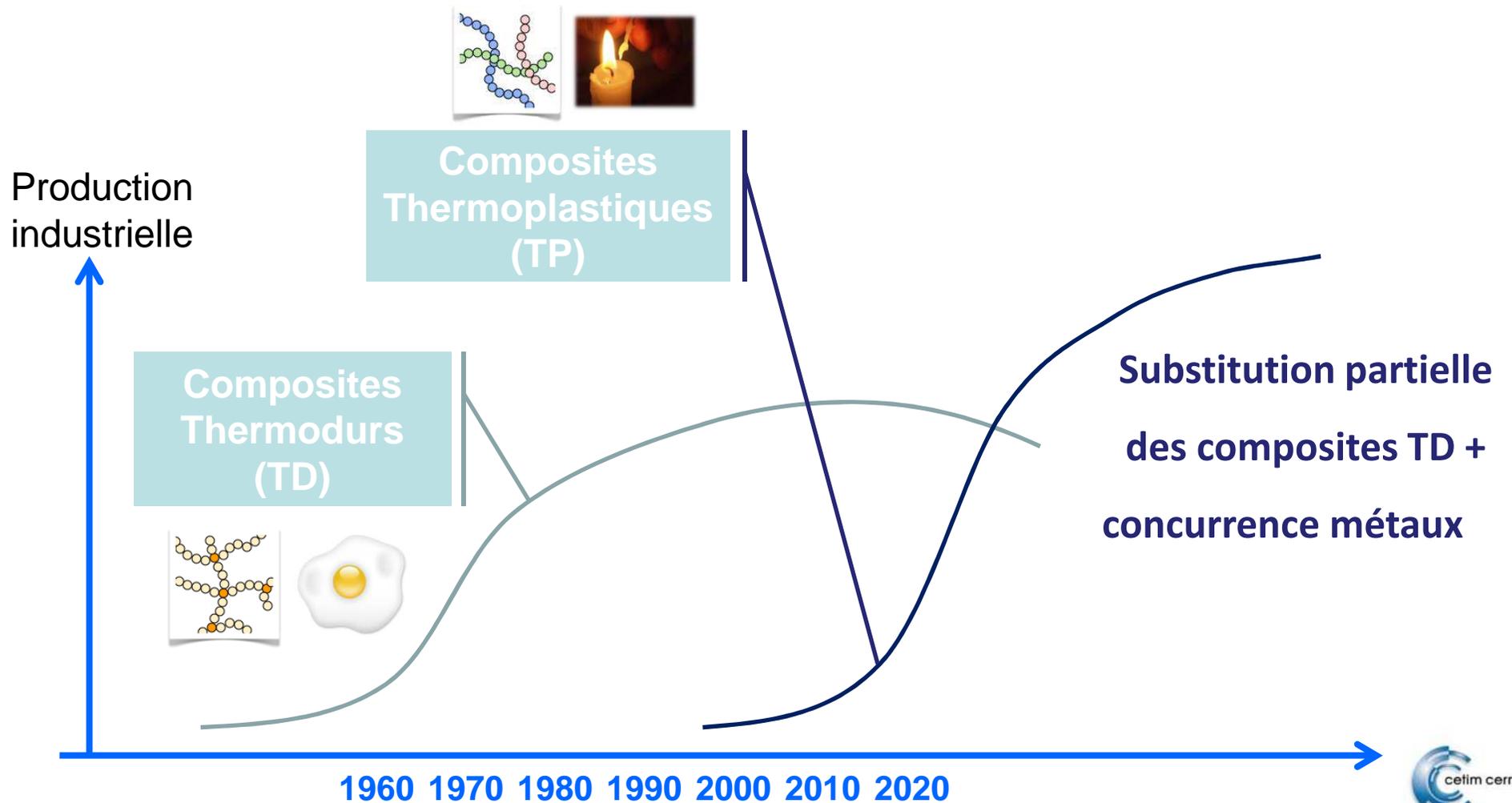
- Thermosettable (polyester, epoxy...)
- Thermoplastics (polypropylene, polyamide...)



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

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

1. Généralités sur les matériaux composites





Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

2. Description des procédé traditionnels

2.1 Moulage au contact (voie humide moule ouvert, TD)

2.2 Projection simultanée fibres + résine (TD)

2.3 Moulage RTM (moule fermé, TD)

2.4 Infusion (TD)

2.5 Compression SMC-BMC (TD)

2.6 Pultrusion (TD)

2.7 Enroulement filamentaire (TD)

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

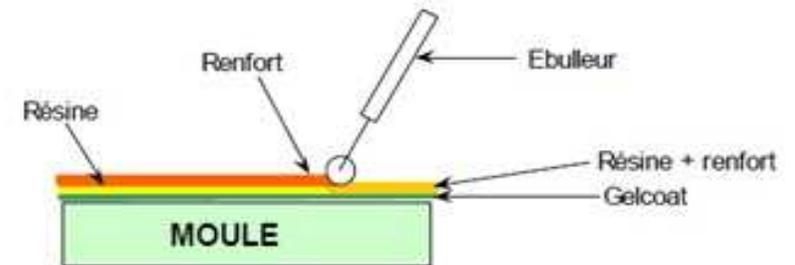
Les procédés traditionnels

2.1 Moulage au contact (voie humide moule ouvert, TD)

Composites concernés (verre/polyester et verre vinyl/ester)

Avantages: simplicité de mise en œuvre, liberté de forme/taille, faible investissement initial.

Inconvénients: coût de la main d'œuvre, toxicité à la mise en œuvre (libération de styrène), manque de reproductibilité du procédé.



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

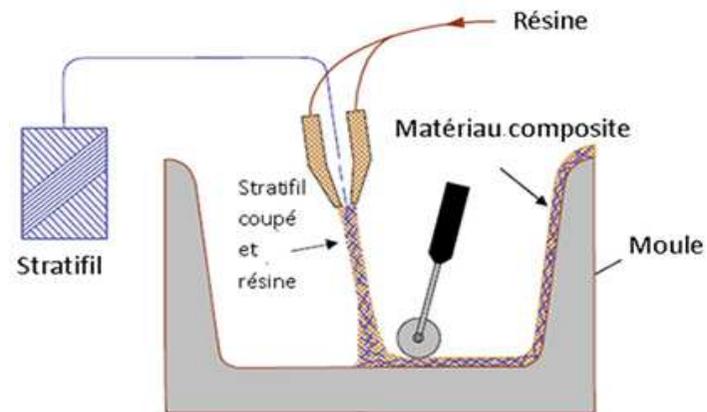
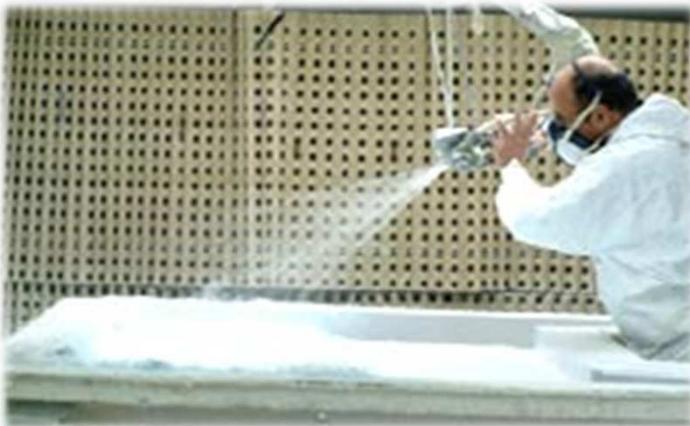
Les procédés traditionnels

2.2 Projection simultanée fibres + résine (TD)

Composites concernés (verre/polyester et verre vinyl/ester)

Avantages: productivité accrue/moulage au contact, liberté de forme/taille, possibilité d'automatisation.

Inconvénients: production de déchets en périphérie, propriétés mécaniques limitées, manque de reproductibilité (contrôle de l'épaisseur), toxicité à la mise en œuvre.



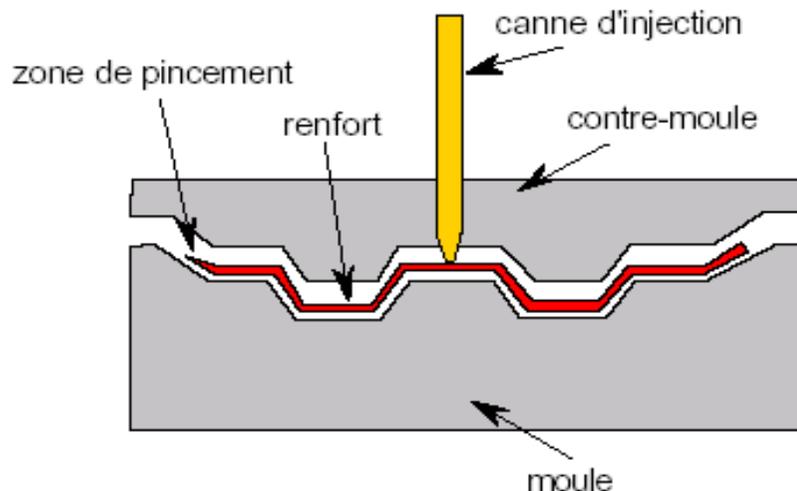
Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

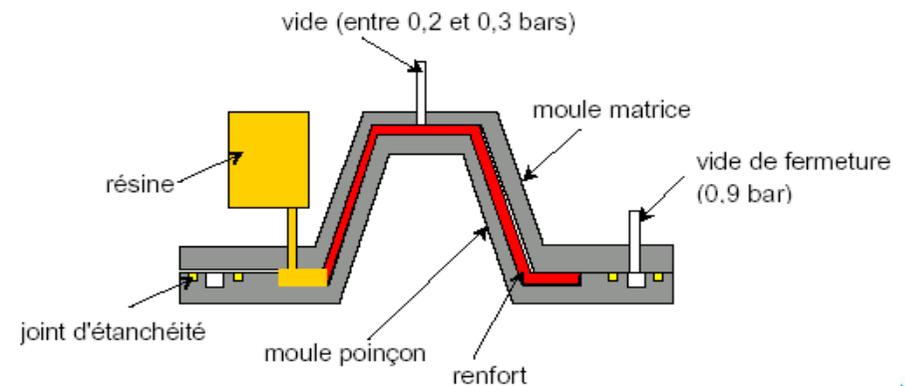
2.3 Moulage RTM (moule fermé, TD)

RTM : Resin Transfert Moulding

- pose de nappes de fibres
- fermeture du moule
- remplissage du moule avec la résine
- démoulage



RTM verre/époxy



Avantages : pas de libération de COV, épaisseur régulée, faces lisses.

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

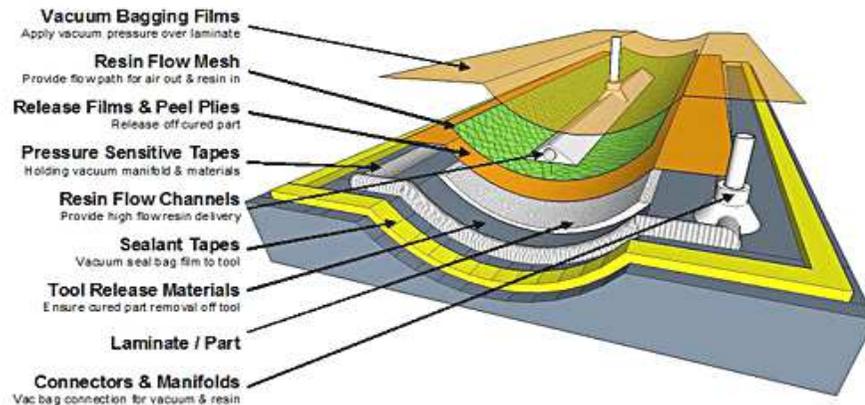
Les procédés traditionnels

2.4 Infusion (TD)

Avantage : Moule économique

Intérêt : fabrication de très grandes pièces (pont de catamaran 20m, temps d'infusion 4h)

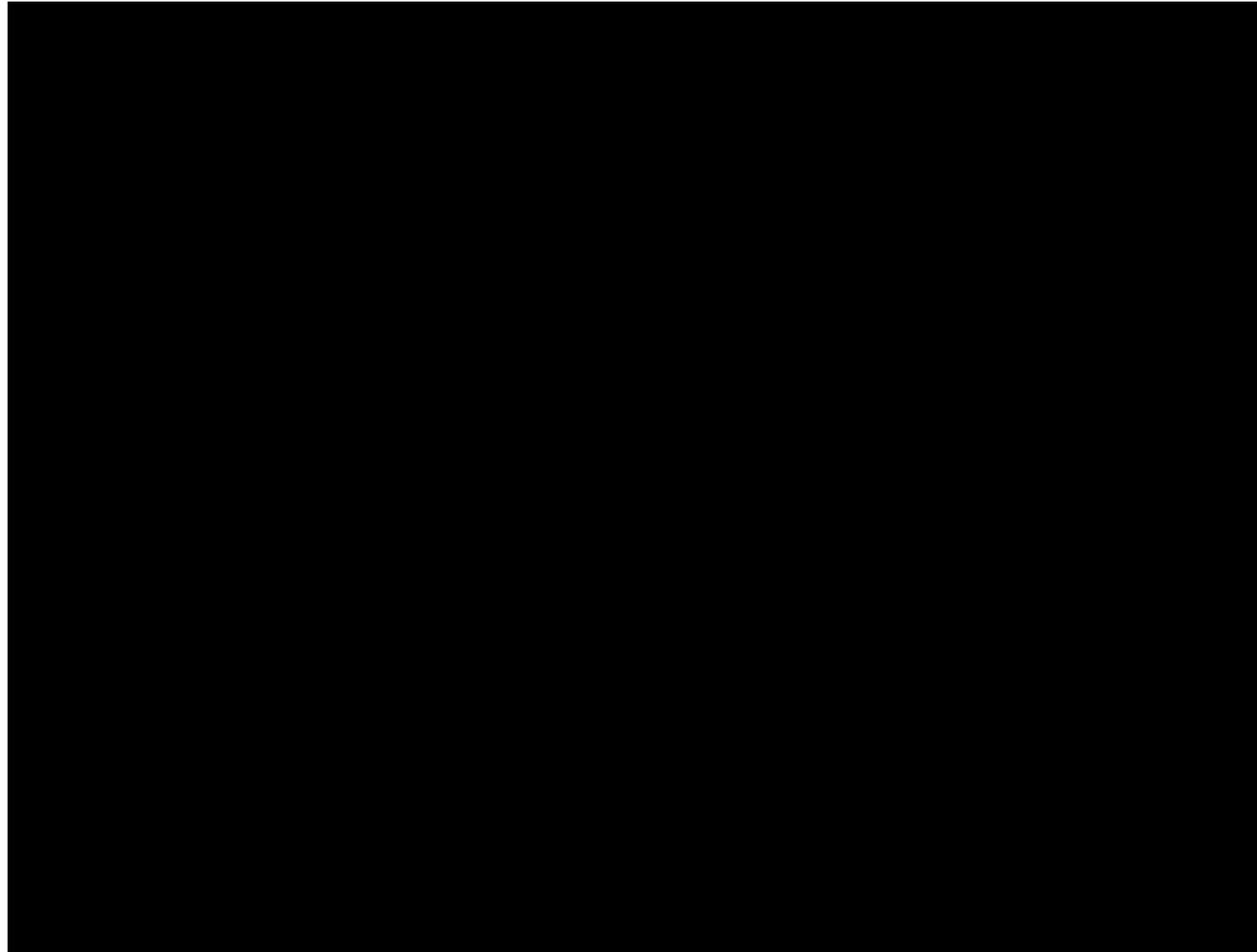
Inconvénient : consommables (nombreux déchets)



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

2.4 Infusion (TD)



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

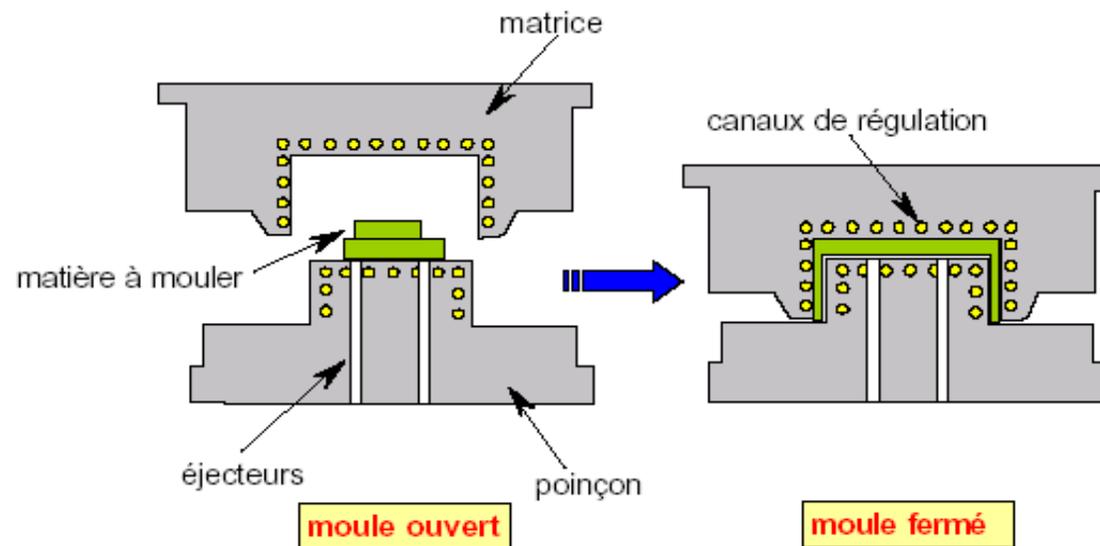
Les procédés traditionnels

2.5 Compression SMC-BMC (TD)

SMC : Sheet Moulding Compound (grandes pièces, faibles épaisseurs)

BMC : Bulk Moulding Compound (pièces épaisses)

Composition : fibres de verre + charges minérales + UP catalysée et inhibée, sous presse à chaud (50 à 100 bar / 120 à 150°C).



BMC



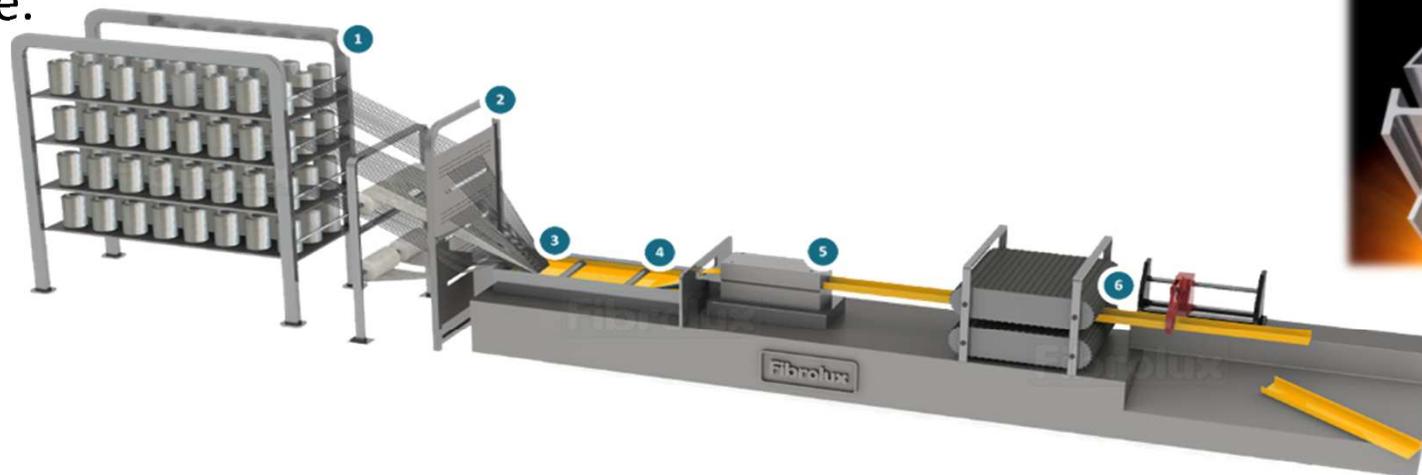
SMC

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

2.6 Pultrusion (TD)

Principe : les fibres imprégnées de résine, sont tirées à travers une filière chauffée.



Application : profilés de structure, barres ou lames de renforcement, flèches d'arc...

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites :

Les procédés traditionnels

2.7 Enroulement filamentaire (TD)

Principe : fibres imprégnées enroulées sur un mandrin tournant

Avantages :

Orientation des fibres maîtrisée

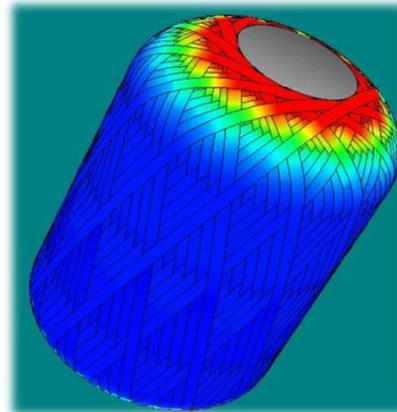
Très bonnes propriétés mécaniques (V_f élevée)

Surface intérieure lisse

Inconvénients:

Investissement conséquent

Procédé lent

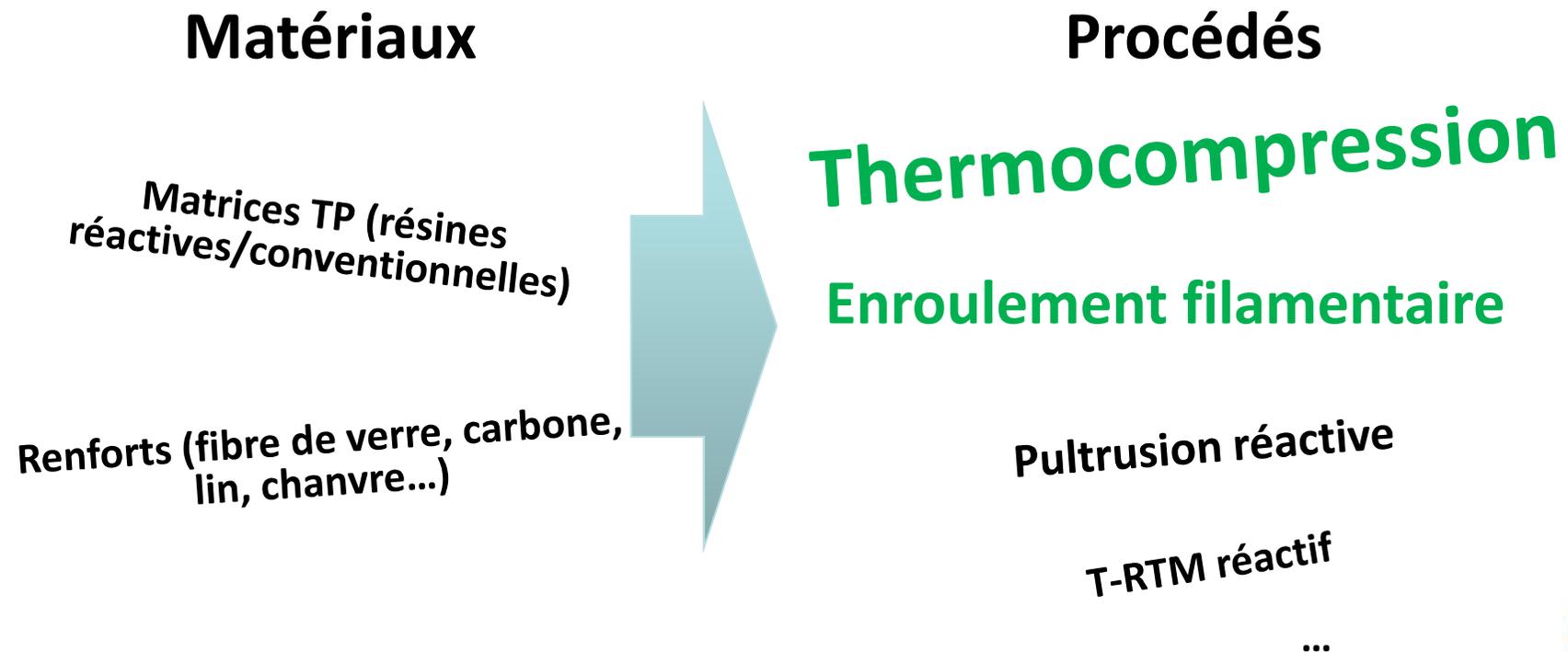


Applications : tubes et profils fortement sollicités (réservoirs, silos, corps de missiles, cannes à pêche, arbres de transmission, pales d'hélicoptère,

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

3. Perspectives

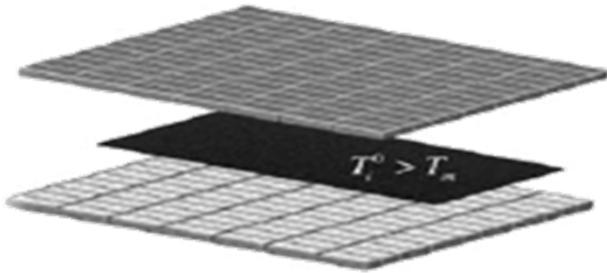
Composites thermoplastiques : des couples matériaux/procédés de mieux en mieux maîtrisés



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

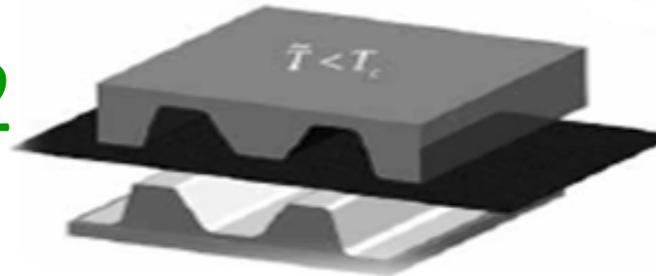
3. Perspectives

1



Chauffage

2



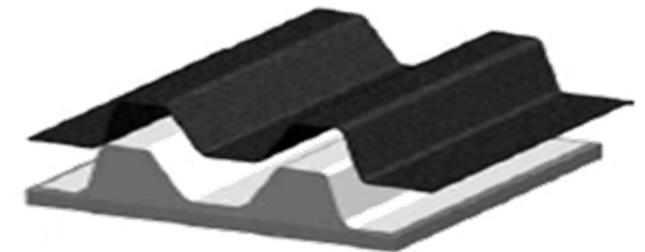
Transfert

3 et 4

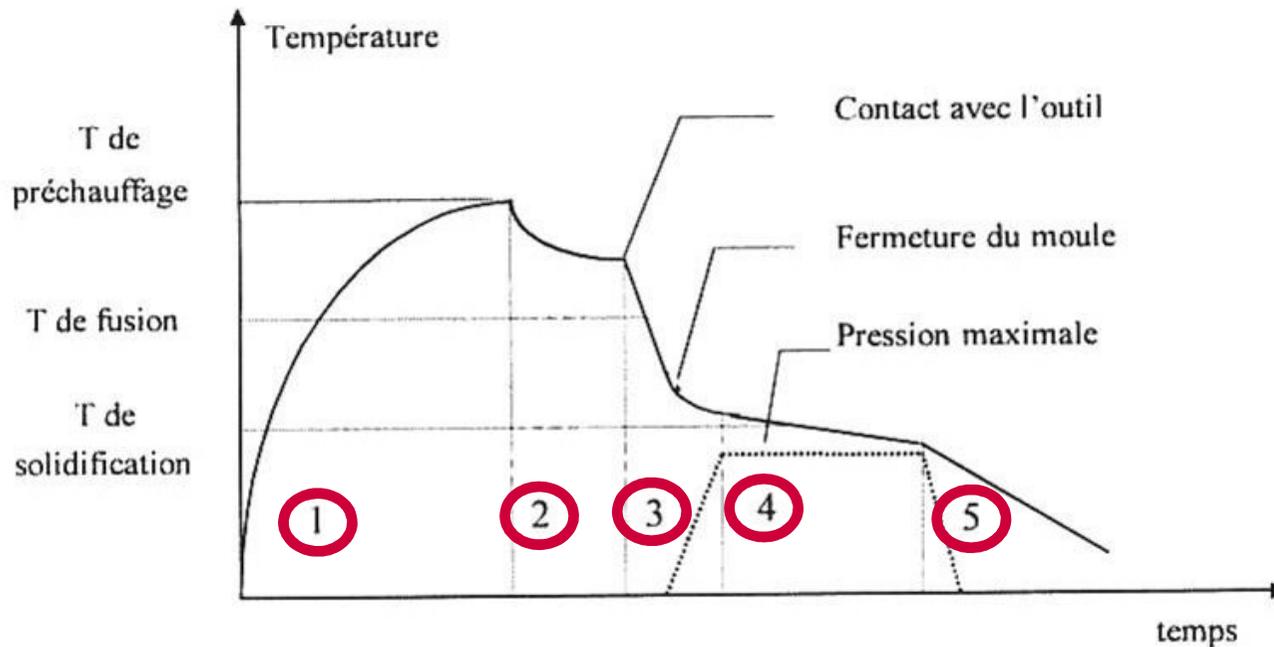


Formage + refroidissement

5



Démoulage



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : Les procédés traditionnels

3. Perspectives

THERMOCOMPRESSION



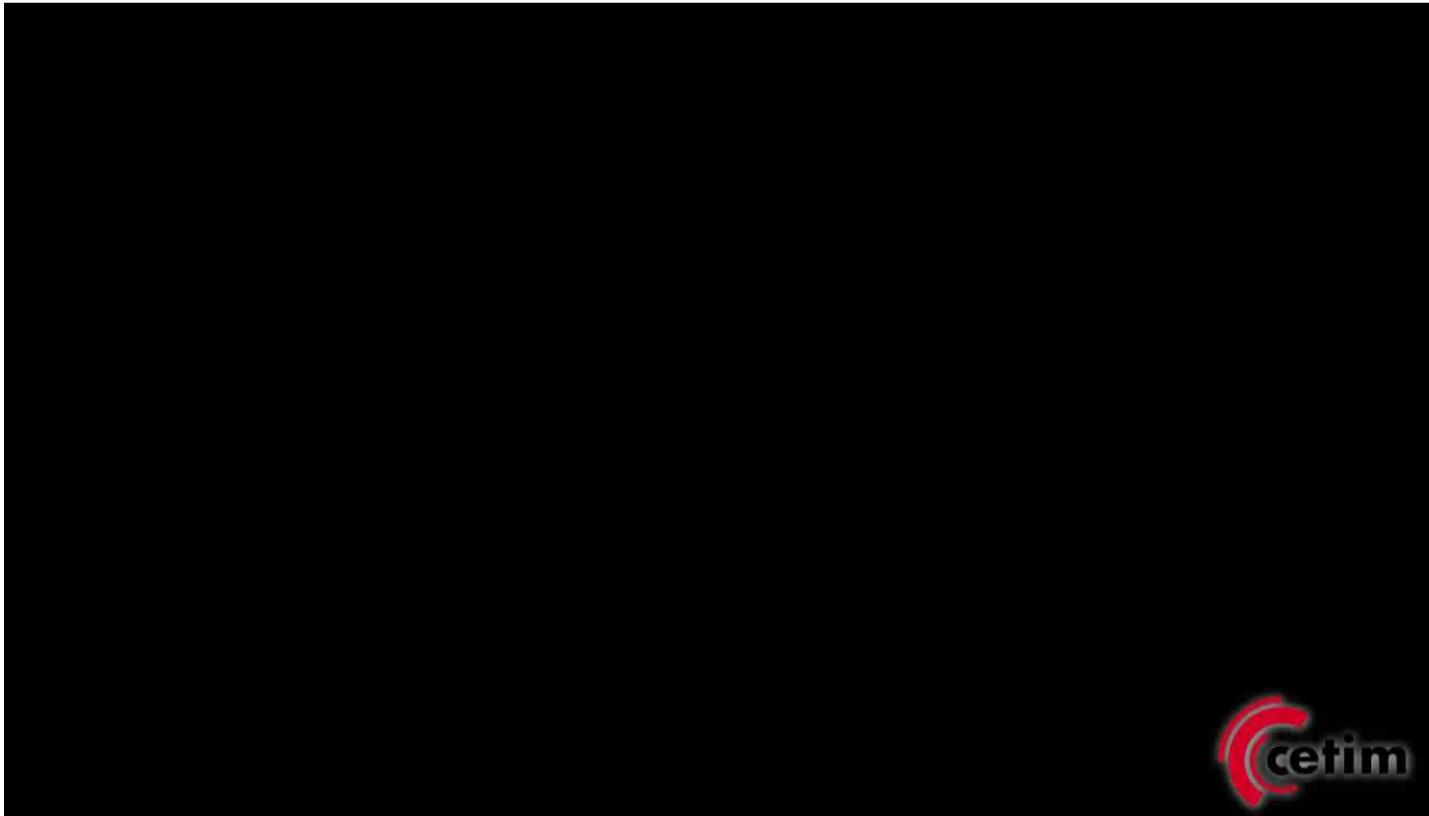
Triangle de suspension (partenariat CETIM, ONERA, PSA Peugeot Citroën, Compose Tool)

Adresse : <http://www.cetim.fr/fr/Actualites/Videos>

Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : **Les procédés traditionnels**

3. Perspectives

ENROULEMENT FILAMENTAIRE



Les procédés de mise en œuvre des matériaux composites : **Les procédés traditionnels**



Merci pour votre attention

Contact : Frédéric Ruch

(fr@cetim-ceremat.fr / 03 89 32 72 49)