

DÉFINITION DES MATÉRIAUX COMPOSITES

Définition

Matériau constitué d'au moins un renfort et d'une matrice

- **RENFORT** : fibre d'origine minérale, organique ou végétale qui assure la résistance aux efforts et participe à la rigidité
- **MATRICE** : résine qui assure la forme de la pièce, la tenue des fibres et la transmission des efforts
- des **ADDITIFS** peuvent être incorporés pour améliorer la résistance au feu, diminuer le retrait, modifier la couleur...

Les matériaux composites sont habituellement classés en trois grandes familles, selon la nature chimique de la matrice :

- composites à matrice organique¹ (CMO)
- composites à matrice métallique (CMM)
- composites à matrice céramique (CMC)

Utilisés dans des applications très spécifiques, les CMM et les CMC ne sont pas décrits dans cette fiche, uniquement consacrée aux CMO, aux domaines d'applications très variés

¹ Matériaux organiques : origine végétale ou animale (pétrole, coton, bois.)

Matrices et renforts

Il existe pour les CMO deux grandes familles de matrices : les résines thermodurcissables et les résines thermoplastiques

• thermodurcissables (TD)

Ces résines, sous forme liquide à l'état initial, subissent une transformation irréversible en passant à l'état solide après polymérisation.

On distingue deux familles de résine TD :

- *polyesters*, les plus utilisées, sont généralement renforcées par des fibres de verre (pare-chocs, carrosserie, coques de bateaux, piscines, éléments de tramway ou de TGV...)

- *epoxydes*, aux caractéristiques mécaniques supérieures, sont généralement renforcées par des fibres de carbone ou de verre (longerons,

Dérives, nacelles, voilure, bateaux et automobiles de compétition...)

• thermoplastiques (TP)

Ces résines, sous forme, à l'état initial, de granulés, de fibres courtes, longues ou de plaques sont réutilisables avec cependant des difficultés de séparation de la matrice et des fibres. A l'inverse des thermodurcissables, c'est la matière première déjà polymérisée qui subit un échauffement, la pièce conservant sa forme après refroidissement.

Il existe deux types de renforts :

• les fibres courtes

Elles sont utilisées, avec les thermoplastiques (TP), pour les pièces de petite taille moulées par injection et aux caractéristiques mécaniques réduites (cache-culbuteurs, tubulures d'admission, pales de ventilateur...). Avec les thermodurcissables (TD), elles sont utilisées pour des températures supérieures à 150° C.

• les fibres longues

Associées à une matrice polyester (TD), elles sont réservées aux pièces de grande diffusion (skis, planche de surf...) Associées à une matrice époxy, les fibres longues sont réservées aux pièces nécessitant des performances élevées (rampe accès de l'avion de transport militaire A400M, renforts de pont...)

(suite au verso)

LES MARCHÉS DES COMPOSITES

Les thermoplastiques vont de plus en plus avoir tendance à remplacer les thermodurcissables dans les produits de grande série (automobile) du fait de leurs difficultés de recyclage (source *Cetim*).

Les thermodurcissables de dernière génération devraient progresser dans l'aéronautique.

Les prix moyens varient de 1 à 6 selon les secteurs ; ainsi selon l'étude Nodal ils s'établiraient à hauteur de : 6 € le kg dans l'automobile, le ferroviaire, le nautisme ; 9 € le kg dans le sport et loisirs ; 15 € le kg dans le matériel médical ; 38 € le kg dans l'aéronautique.

La résistance mécanique, la rigidité et la tenue aux chocs croissent en fonction de la longueur des fibres et, bien évidemment, en fonction de leur orientation et du taux de renforcement. Les thermoplastiques estampables (TRE) se présentent sous forme de plaques qui seront ramollies par chauffage avant mise en forme sous presse.

Différences par rapport au métallique

Il n'existe pas de matériau composite sur étagère, il est fabriqué en même temps que la pièce.

Les matériaux de base sont choisis et organisés en fonction de la nature et de l'intensité des efforts. L'objectif est, en général, d'obtenir une réduction de la masse.

Les renforts se comportent bien en traction mais leurs performances sont moindres en compression et au cisaillement. Il convient donc de jouer sur leurs structures (fils, tissus 2D, tissus 3D...)

En général, les composites résistent mieux au feu, mais les émissions toxiques sont dépendantes du choix de la résine.

Les difficultés d'assemblage des composites et leur médiocre résistance aux chocs constituent leurs principaux handicaps.

Les propriétés de la pièce en fonction de la liaison renfort/matrice sont fortement dépendantes du procédé de fabrication.

ATTENTION

Avec un même couple matrice/renfort, on obtiendra des caractéristiques différentes selon le procédé de fabrication retenu.

Dès la conception il convient de valoriser les spécificités des composites par une approche fonctionnelle. La substitution d'une pièce métallique par une pièce composite est une démarche généralement à proscrire ; les résultats espérés seront d'autant plus probants que l'on aura raisonné globalement par intégration de fonctions.

Les fiches techniques « Du métal au composite » sont éditées dans le cadre d'une action partenariale portée par l'UIMM Aquitaine et soutenue par l'Etat, le conseil régional d'Aquitaine, les agences 2ADI, Innovalis Aquitaine et l'AFPI. Elles sont réalisées avec le concours de l'IUT Bordeaux I, Lamefip, LCTS et Think Composites