

Substituez l'aluminium au cuivre pour différentes applications, découvrez une nouvelle famille de composites



Une famille de composites.

Protégés par trois demandes de brevets étendues à l'international, ces composites ont été déclinés sous différentes formes qui constituent une gamme de produits répondant à une large variété d'applications :

ALUARMÉ : TÔLERIE, BLINDAGE ELECTROMAGNETIQUE, CEM
ONDALU : TUBULURES, ECHANGEURS THERMIQUES
SURFALU : CONNECTIQUE

Cette famille de produits est constituée de tôles d'aluminium colaminées. Le colaminage peut intégrer d'autres métaux en plaque, mousse ou grille en acier, nickel, cuivre ...

Genèse du projet.

L'amélioration des performances des machines ou systèmes, tient à de multiples facteurs, et, tout particulièrement, à la qualité des matériaux utilisés. A l'origine, il s'agissait de la recherche de matériaux aptes à améliorer le rendement de machines électriques. Cela nous a conduits à développer des matériaux composites associant des métaux difficilement compatibles, de l'aluminium et du fer en particulier, sous forme de tôles ou 'tissus' colaminés à froid. Les propriétés mécaniques, chimiques et électromagnétiques de ces composites se sont avérées extrêmement intéressantes.

Les applications.

Aluarmé et le domaine de la tôlerie. L'usage de ces matériaux dans les transports individuels et en commun (structure et tôles) apporterait des gains de masse (automobile, aéronautique). Ils sont aptes au packaging de toute nature (boîtiers, enveloppes).

Aluarmé et le domaine de la CEM (Compatibilité électromagnétique). Aluarmé est un très bon écran vis-à-vis des ondes électromagnétiques (blindage électromagnétique, hautes, basses et très basses fréquences) :

- réalisation de salles 'blanches' électromagnétiquement,
- écran en toiture d'immeuble pour la protection des appartements vis-à-vis des antennes installées 'sur le toit',
- encapsulation d'ensembles d'électronique de puissance,
- en protection individuelle, réalisation de coques sur une face des téléphones portables ou tablettes ...

Ondalu offre la possibilité de réaliser très simplement des réseaux de tubulures par colaminage (échangeurs de chaleur, par exemple).

Avec Surfalu, dans le domaine de la connectique, il est possible de substituer de l'aluminium au cuivre sur la longueur d'un conducteur tout en conservant les bonnes propriétés du cuivre pour la zone de connectique via un dépôt de cuivre en couche mince sur l'aluminium.

Les propriétés principales

Cet assemblage permet d'obtenir un composite métallique de faible densité (~ 3), possédant des propriétés mécaniques proches de celles de certains aciers et ayant des propriétés électriques et magnétiques intéressantes. Suivant la taille et la nature de la grille, on obtient un matériau dont la perméabilité électromagnétique relative est supérieure à 1 (propriété très intéressante pour certaines applications en électrotechnique). Ce matériau constitue un excellent blindage électromagnétique, hautes et basses fréquences (meilleur que le cuivre à même épaisseur).

Propriétés physiques

T° min et max de stockage	-197°C / 250 °C
T° min et max d'utilisation	Dépend des applications
Densité	Entre 2,9 et 3,5 suivant grille utilisée
Coefficient moyen de dilatation (10 ⁻⁶ K ⁻¹)	Suivant sens laminage
entre 20° et 100°C	20 à 23
entre 100° et 150°C	21,6 à 26,5
entre 150° et 200°C	17,8 à 24,6
entre 200° et 250°C	11,5 à 24 (à confirmer)

Propriétés mécaniques

Module d'élasticité à 20°C suivant traitement traction	60 à 95 GPa (traction)
Résistance à la traction longitudinalement selon post-traitement	70 à 125 MPa
Résistance à la traction transversalement	180 MPa
Essai de flexion	70 à 90 GPa

Propriétés physico-chimiques

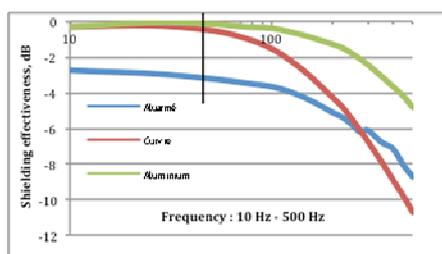
Résistance à la corrosion	
1h azote liquide	OK

Cyclage thermique

Tenue au cyclage thermique : 1000 cycles de -40 à 125°C

Propriétés électromagnétiques

	Tôle	Tissu
Conductivité électrique à 20°C (MS/m) longitudinalement	30 MS/m 52,8 % IACS	N/A
Perméabilité magnétique relative globale	1,5 à 5	N/A
Caractéristique CEM (0 à 500Hz et < 40MHz)	Voir courbes	Voir courbes



CEM : efficacité de blindage comparable au cuivre de même épaisseur de 10kHz à 40MHz, L'Aluarmé est plus efficace que le cuivre de 0 à 280Hz.

La présentation

Selon son épaisseur finale, le complexe peut être assimilé à de la tôle ou du « tissu ».

Les différentes formes expérimentées :

- tôles < 4mm d'épaisseur
- tissus < 400
- tubulures (colaminage avec cylindres crénelés)

Les largeurs et épaisseurs limites sont liées aux capacités du laminoir utilisé.

Le façonnage, l'usinabilité

Les composites sont soudables par points ou à la molette. Ils sont aptes au pliage. Ils peuvent être découpés par électroérosion ou à la cisaille.

« Tissu » : Feuille 200 microns

« Prototype » : boîtier CEM Aluarmé 1 mm

La fabrication.

La fabrication des composites a été validée sur un laminoir industriel par un partenaire ; elle est reproductible. Les composites sont facilement recyclables.

Les liaisons Al/Al et Al/Fe ont été étudiées par microscopie acoustique, optique et MEB. La qualité des liaisons Al/Al a pu être mise en évidence.

	Tôle	Tissu
Aptitude au pliage	Excellente (90°) suivant post traitement	N/A
Découpe cisaille	Oui, excellente	oui
Découpe tronçonnage	Oui, excellente	oui
Découpe électroérosion	Oui, excellente	oui
Soudabilité par points ou 'à la roulette'	Bonne	N/A

Les partenaires associés à ce projet : Laboratoire SATIE (CNRS UMR 8029, ENS Cachan, CNAM, Université de Cergy-Pontoise), ARMINES (Centre des matériaux de l'école des Mines de Paris) et FIST S.A. remercient l'ANR, qui finance le projet « Aluarmé » dans le cadre des développements de ce matériau.

Contact : Coordinateur de projet, Laurent PREVOND, laurent.prevond@cnam.fr