

M. Oyharçabal^{1,2}, V. Vigneras¹, T. Olinga²
¹ Laboratoire IMS, Site ENSCBP, ² RESCOLL, Société de Recherche - 16 Avenue Pey-Berland, 33607 PESSAC Cedex
 e-mail : mathieu@rescoll.fr ; valerie.vigneras@ims-bordeaux.fr

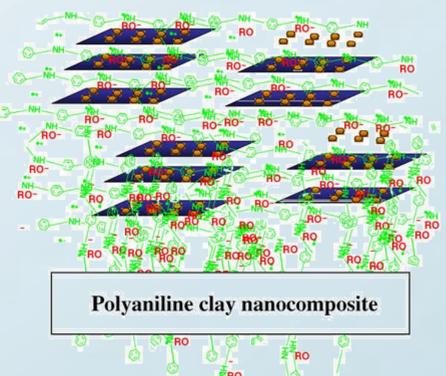
OBJECTIF :

**FORMULER UN MATERIAU COMPOSITE CONDUCTEUR ABSORBANT LE RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE (GHz)
 CONDUCTIVITE VISEE : $10^{-4} < \sigma < 10^{-1}$ (S/cm)**

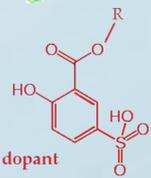
A. MATERIAUX UTILISES

Nanocharges conductrices sélectionnées :

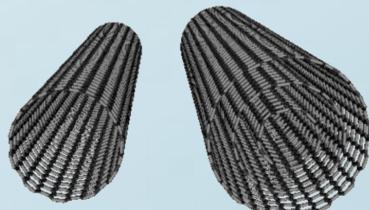
1 - Polyaniline nanostructurée



aluminum silicate layer



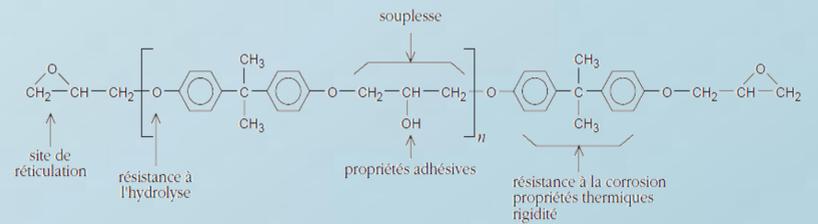
2 - Nanotubes de carbone



Module d'élasticité	max: 1 TPa
Contrainte à la rupture	45 GPa
Densité	1.3-1.4 g/cm ³
Conductivité électrique	max: $4 \cdot 10^6$ S/cm
Facteur de forme	100 - 5000

Principales propriétés des NTC

Matrice : résine thermodurcissable époxy



Formule semi-développée de la DGEBA

Intérêts :

- Excellente adhésion
- Très bonnes résistances chimique et thermique
- Bonnes à très bonnes propriétés mécaniques
- Bonne résistance à la fatigue

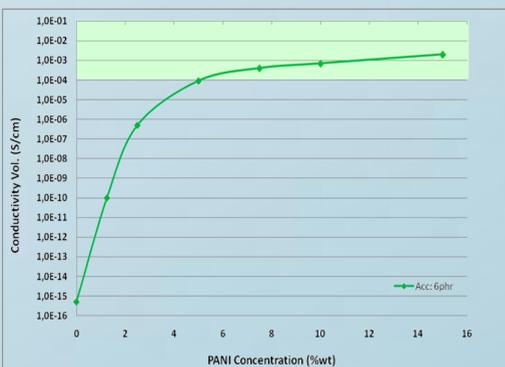
Problématique polyaniline/époxy :

Dédopage de la polyaniline en présence d'espèces basiques
 => chute de conductivité

Non-utilisation des durcisseurs classiques de type amine
 => choix des anhydrides

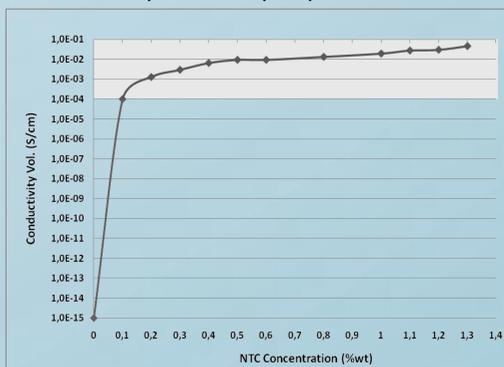
B. CONDUCTIVITE ELECTRIQUE DES COMPOSITES

Composites Epoxy / PANICN



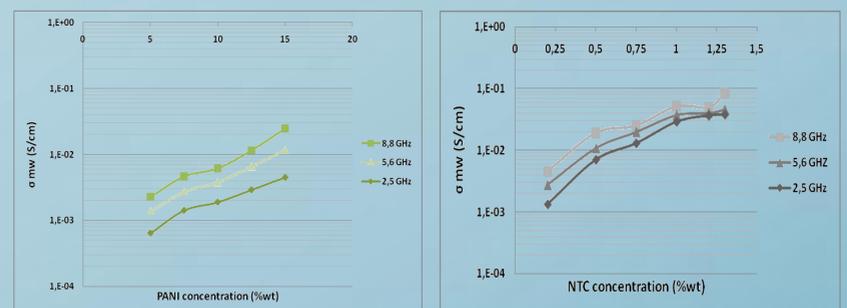
Taux de percolation en PANI $\sim 2\%$ w_f => bonne dispersion
Paramètres clés :
 - Qualité de la dispersion des charges
 - Nature chimique du couple durcisseur / accélérateur
 - Taux de réticulation du système résine / durcisseur

Composites Epoxy / NTC



Taux de percolation en NTC très bas : $< 0,1\%$ w_f
 => Très bonne dispersion des NTC & facteur de forme élevé

Conductivité micro-onde des composites à différentes fréquences

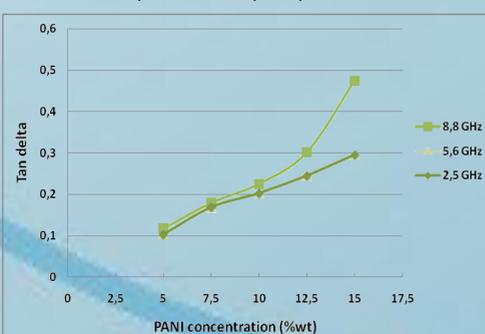


$\sigma_{mw} = \omega \epsilon_0 \epsilon''$: traduit les pertes diélectriques dues à la conductivité à une fréquence donnée. Augmente avec la fréquence.
 La conductivité micro-onde est plus élevée que la conductivité continue pour les composites Epoxy/PANICN alors qu'elles sont voisines pour les composites Epoxy/NTC.

C. CARACTERISATION DES PROPRIETES ABSORBANTES

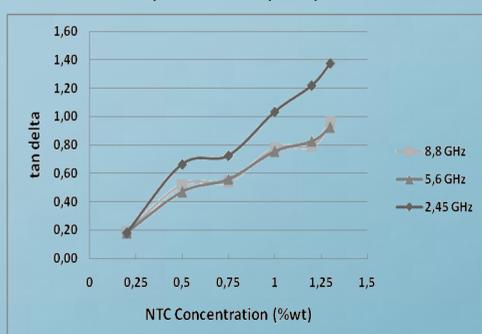
Mesure de l'angle de pertes diélectriques $\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$

Composites Epoxy / PANICN



$0,1 < \tan \delta < 0,5$: comportement absorbant (époxy_{pure} $\tan \delta = 0,03$)
 Augmentation des pertes diélectriques avec le taux de charge et à moindre mesure avec la fréquence

Composites Epoxy / NTC



$0,2 < \tan \delta < 1$: composites absorbant
 Augmentation des pertes diélectriques avec le taux de NTC
 Pertes plus importantes à 2,5 GHz ($\tan \delta > 1$)

D. CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- Composites conducteurs mis en œuvre avec de faibles taux de charge : permet d'envisager de conserver les propriétés physiques de la matrice époxy.
- Conductivité ajustable en fonction du taux de charge
- Les premières caractérisations des propriétés diélectriques des composites laissent entrevoir un bon potentiel en tant que matériau absorbant.
- L'association de la PANI et des NTC et leur synergie pourraient permettre de booster ces propriétés.
- L'analyse par microscopie électronique des composites permettra de corréliser leurs propriétés absorbantes avec leurs morphologies.