

DEFORMATION ET RUPTURE DE MATERIAUX HYBRIDES NANOSTRUCTURES



LES 3 PARTENAIRES IMPLIQUES:

G. J. Hu, C. Creton (Laboratoire de Physico-Chimie des Polymères et Milieux Dispersés, UMR 7615, ESPCI, Paris)
F. Rodriguez, L. Rozes, C. Sanchez (Laboratoire Chimie de la Matière Condensée de Paris, UMR 7574, UPMC, Paris)
F. Périneau, L. Bouteiller, S. Pensec (Laboratoire de Chimie des Polymères, UMR 7610, UPMC, Paris)

OBJECTIF DU PROJET: Corréler la structure de nouveaux matériaux hybrides avec leurs propriétés mécaniques. Développer des critères systématiques de conception de nanocomposites.

Interface hybride et dispersion des charges contrôlées

Choix de la composante minérale: De type oxyde obtenue par polymérisation inorganique (procédé sol-gel) de précurseur moléculaire $M(OR)_z$

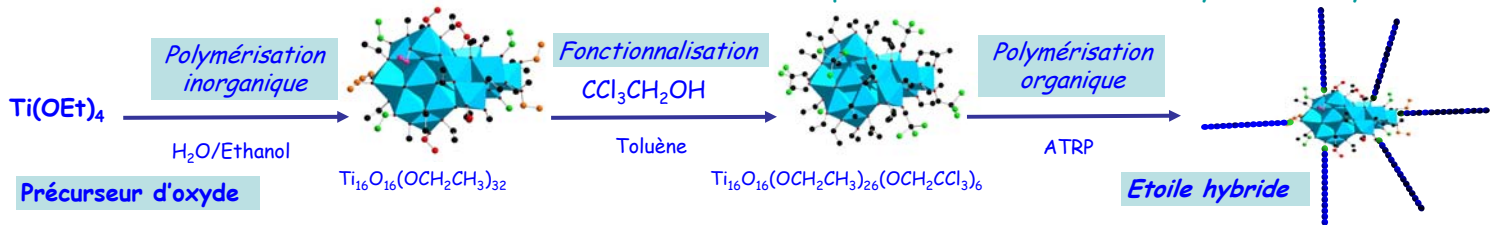
Choix de la composante organique: de type élastomère donc déformable

1- ELABORATION D'UN NANOCOMPOSITE HYBRIDE

⇒ Cœur inorganique : oxo-cluster de Titane
 ⇒ Couronne organique élastomère : poly(acrylate de n-butyle)

Etape 1 - Formation d'un macroamorceur

Etape 2 - Croissance contrôlée de l'acrylate de n-butyle



Polymérisation par ATRP

ATRP en masse de l'acrylate de n-butyle à 22°C amorcée par le $Ti_{16}O_{16}(OCH_2CH_3)_{26}(OCH_2CCl_3)_6$

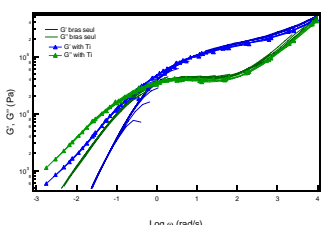
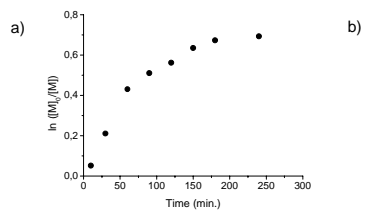
a) suivi cinétique, b) évolution de M_n et M_w/M_n avec la conversion, c) évolution des chromatogrammes SEC avec la conversion

$[n-ABu]_0 / [CCl_3]_0 / [CuBr]_0 / [Me_6TREN]_0 = 100 / 1 / 1 / 1$

Rhéologie des étoiles

Rhéologie en cisaillement sur Anton Paar plan-plan

Fréquence de sollicitation: 0.03-10 Hz
 Température: -70°C - 100°C



$M_{w,bras} = 111$ kg/mole

$M_{w,étoile} = 540$ kg/mole

Comportement typique d'une étoile

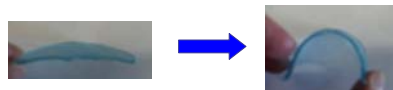
Comparaison
 Bras seul linéaire
 Etoile à 6 bras polymérisée sur le cluster

2- ELABORATION DE NANOCOMPOSITES INVERSES

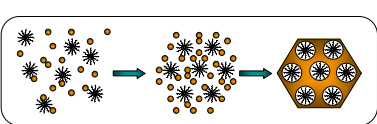
Objectifs: obtenir des pièces monolithiques homogènes, organisées et déformables

Condensation de précurseurs d'oxydes $Si(OR)_4$ ou $RSi(OEt)_4$ autour de mésophases tensioactives de type copolymères à blocs $[PEO]_n-[PPO]_m-[PEO]_n$ « pluronic »

Obtention d'une phase minérale ou hybride continue organisée autour de la phase organique



Déformabilité des monolithes



Photos MET de différents monolithes mésostructurés après calcination

% volumique	Module (MPa)	Résistance à la traction (MPa)	Elongation / force max (%)
F127/Si 65%	301 ± 159	0.50 ± 0.20	0.0026 ± 0.0022
F127/Si 45%	237 ± 56	1.18 ± 0.19	0.0078 ± 0.0038
F127/Si* 65%	307 ± 77	1.50 ± 0.26	0.0055 ± 0.0026
P123/Si 45%	243 ± 48	0.55 ± 0.11	0.0021 ± 0.0009
P123/Si 55%	71 ± 17	0.28 ± 0.06	0.0052 ± 0.0032
P123/Si 65%	7.6 ± 0.3	0.26 ± 0.04	0.031 ± 0.002

Module, résistance à la traction et élongation des monolithes

Si = $Si(OEt)_4$; Si* = $Si(OEt)_4 + MeSi(OEt)_3$

