



**HAL**  
open science

# Mise en oeuvre et optimisation de capteurs piézoélectriques pour l'instrumentation d'un simulateur vasculaire expérimental

Tasnim Missaoui, Guilhem Rival, Jean-Fabien Capsal

## ► To cite this version:

Tasnim Missaoui, Guilhem Rival, Jean-Fabien Capsal. Mise en oeuvre et optimisation de capteurs piézoélectriques pour l'instrumentation d'un simulateur vasculaire expérimental. 2ème Journées du GDR REEPOS & congrès MATELEC 2024, Jun 2024, Lyon, France. hal-04610597

**HAL Id: hal-04610597**

**<https://hal.science/hal-04610597>**

Submitted on 13 Jun 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# Mise en œuvre et optimisation de capteurs piézoélectriques pour l'instrumentation d'un simulateur vasculaire expérimental

Tasnim MISSAOUI, Guilhem RIVAL, Jean-Fabien CAPSAL

INSA Lyon, LGEF, UR682, 69621, Villeurbanne, France

MATELEC

Matériaux Electroactifs et Applications

## Contexte

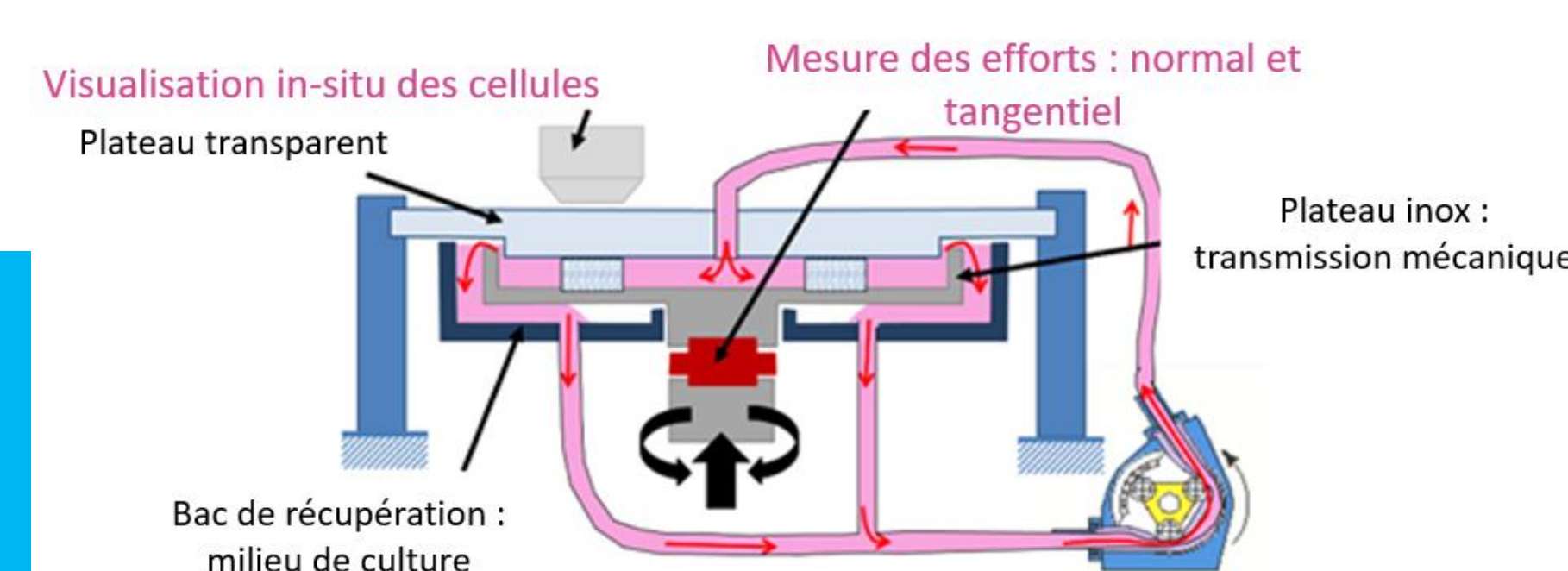
L'expérimentation animale soulève des questions éthiques et sociétales majeures, incitant la communauté scientifique à rechercher des alternatives plus respectueuses du bien-être animal. Dans une approche européenne visant à réduire cette pratique, le projet MIMIMed développe une plateforme expérimentale innovante dédiée aux essais de validation pré-clinique des dispositifs médicaux. Cette plateforme vise à reproduire fidèlement les conditions physiologiques humaines à travers des modèles organiques artificiels instrumentés. Ces modèles comprennent un simulateur de réseau vasculaire, un simulateur de mastication MARIO et un bio-tribo-réacteur.

Pour une meilleure simulation et détection des contraintes mécaniques locales à l'interface entre le modèle expérimental et le dispositif médical à tester, ce travail vise principalement à équiper le simulateur macroscopique vasculaire avec des capteurs, notamment des capteurs de contrainte piézoélectriques.

Simulateur de réseau vasculaire Simulateur de mastication MARIO

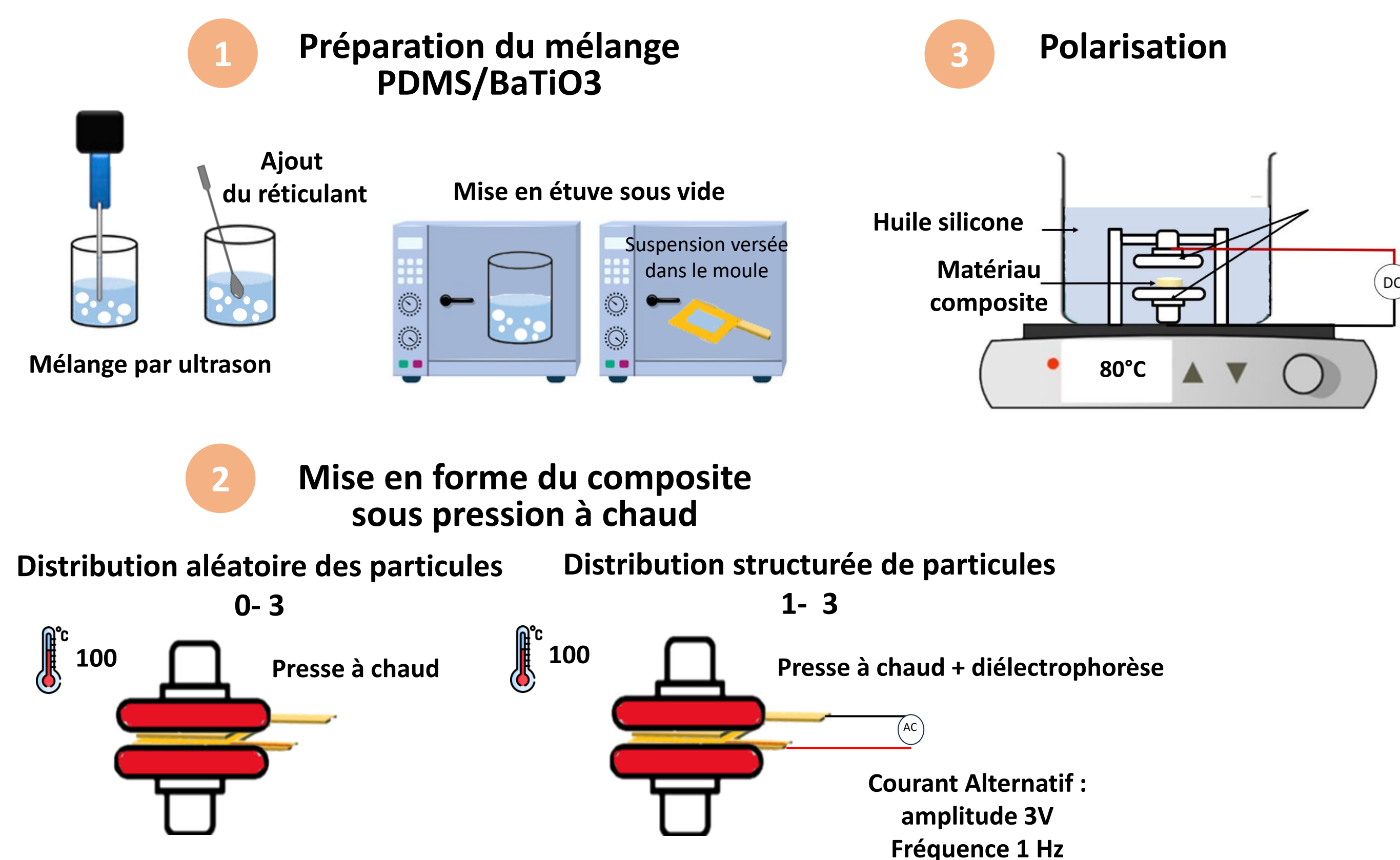


Bio-tribo-réacteur



Dans ce travail, des capteurs piézoélectriques à base de matériaux composites ont été élaborés avec une matrice silicone (polydiméthylsiloxane, PDMS) chargée en particules de céramiques (titanate de baryum, BaTiO<sub>3</sub>). Pour l'amélioration de la réponse piézoélectrique, deux approches ont été utilisées : l'orientation des particules par application d'un champ électrique alternatif et la distribution bimodale de particules de tailles 2,2 ± 0,5 μm et 0,5 ± 0,1 μm.

## Mise en œuvre des composites

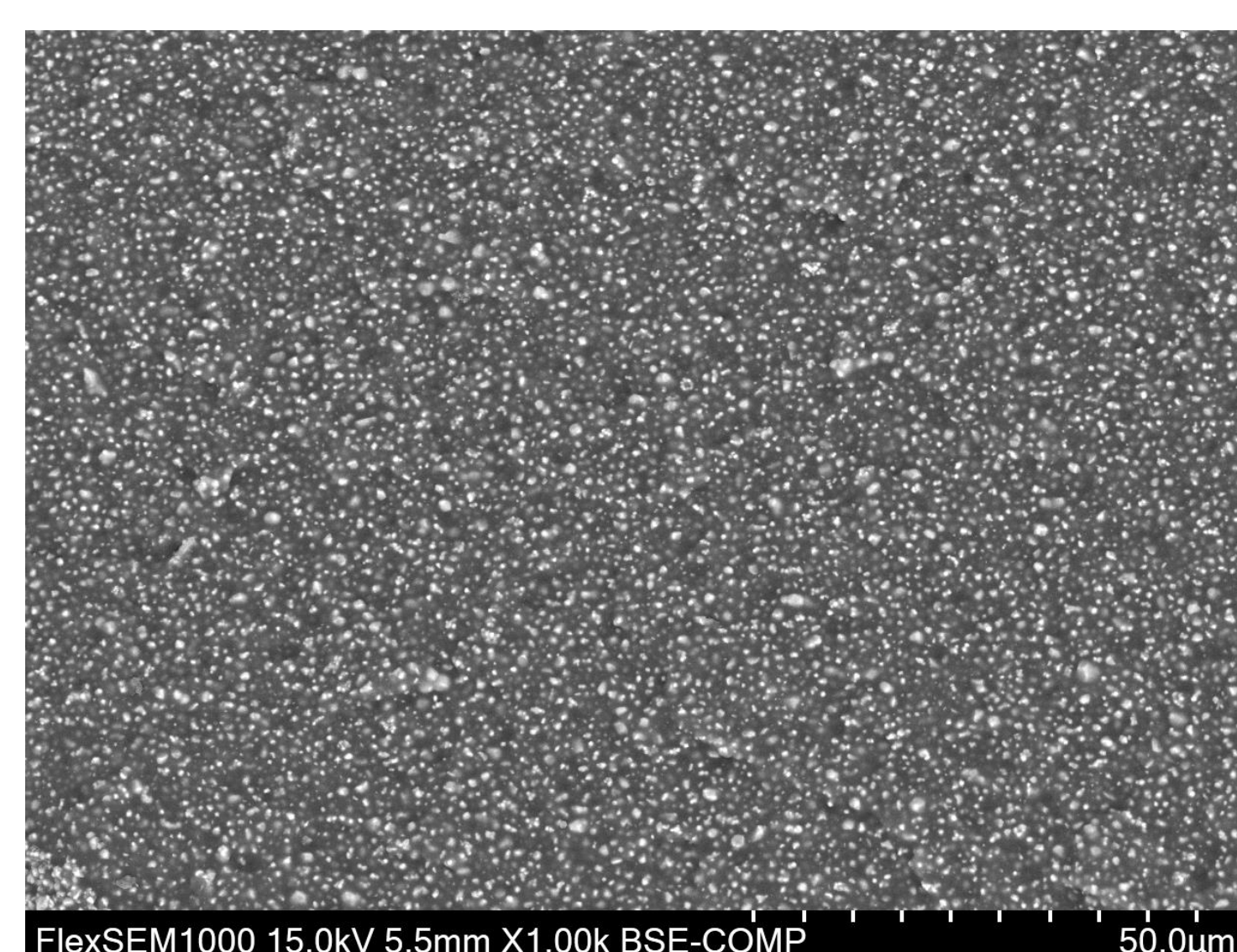


## Caractérisation microscopique

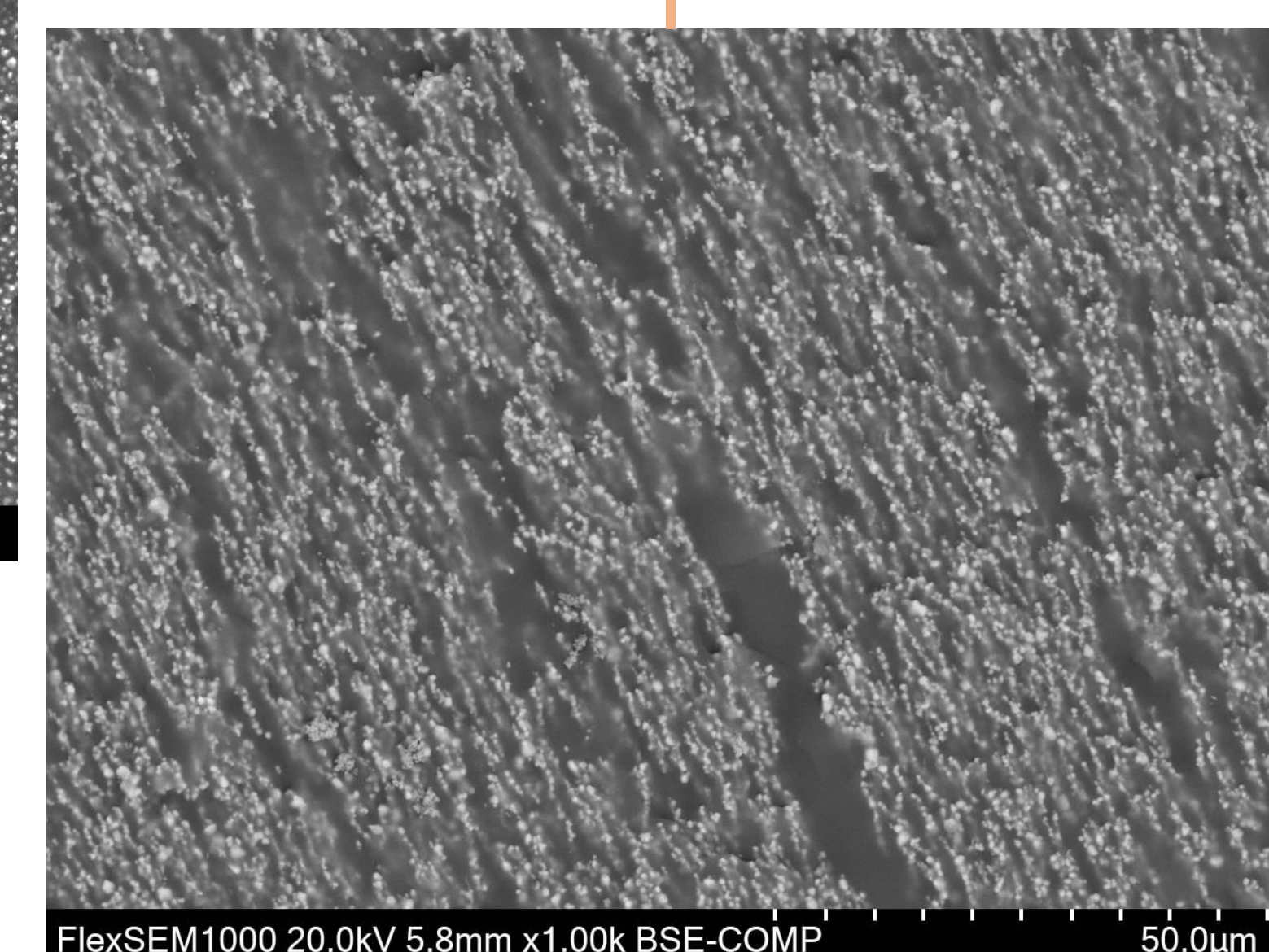
Composition des composites : 20% vol en particules BaTiO<sub>3</sub>

50%vol 0,5 μm - 50%vol 2,2 μm

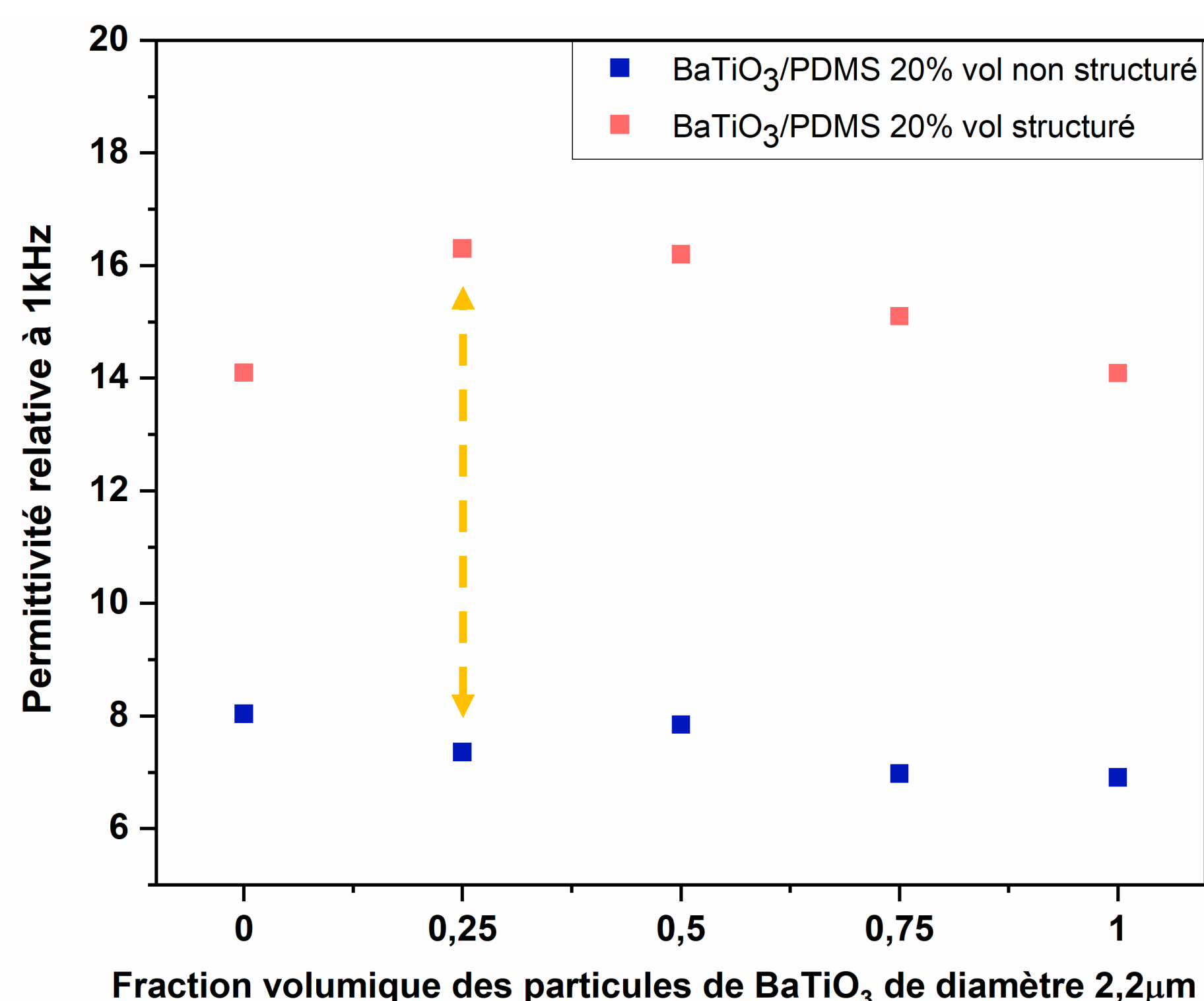
Clichés MEB du composite PDMS/BaTiO<sub>3</sub> avec une orientation préférentielle de charges



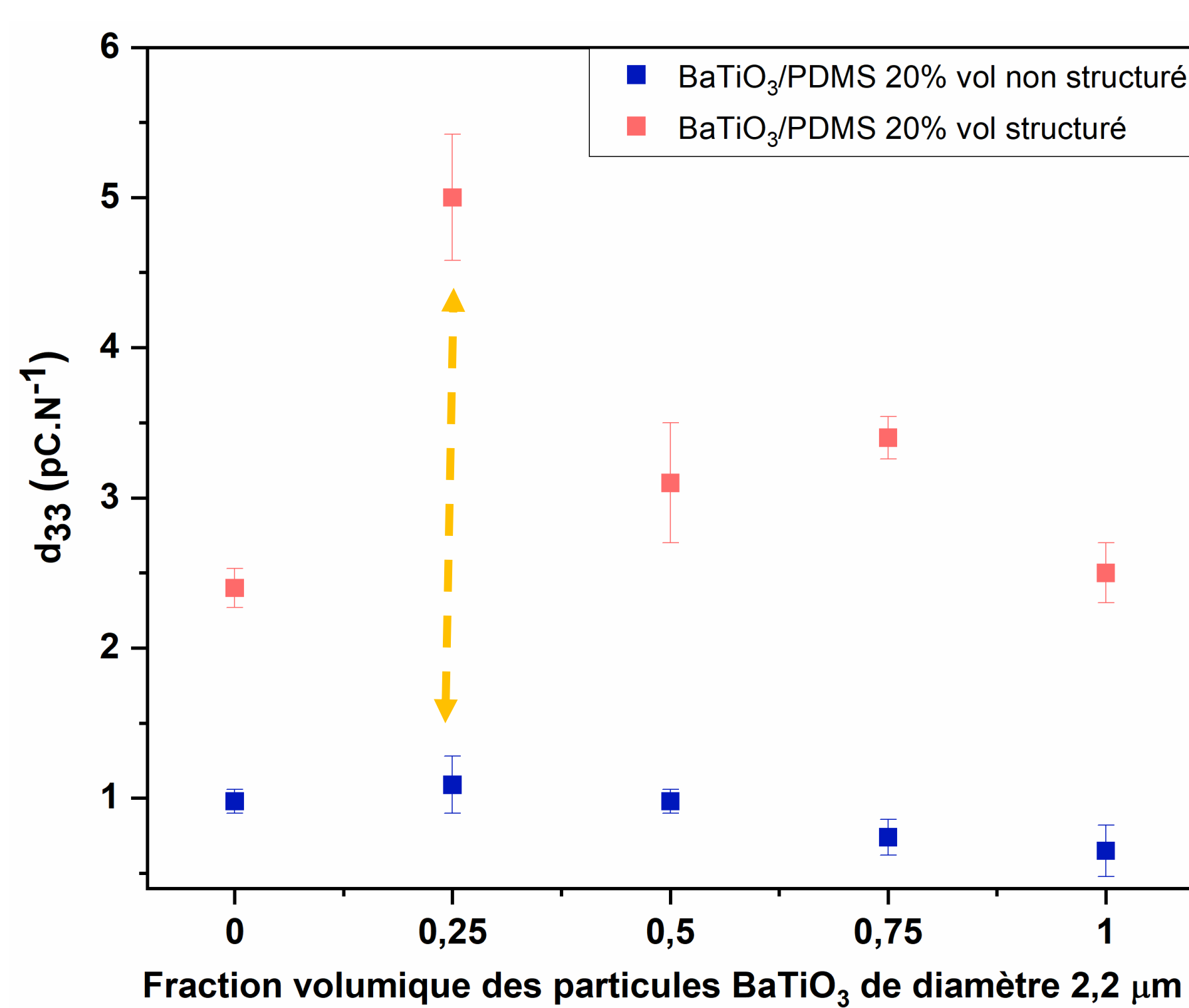
Clichés MEB du composite PDMS/BaTiO<sub>3</sub> avec une distribution aléatoire de charges



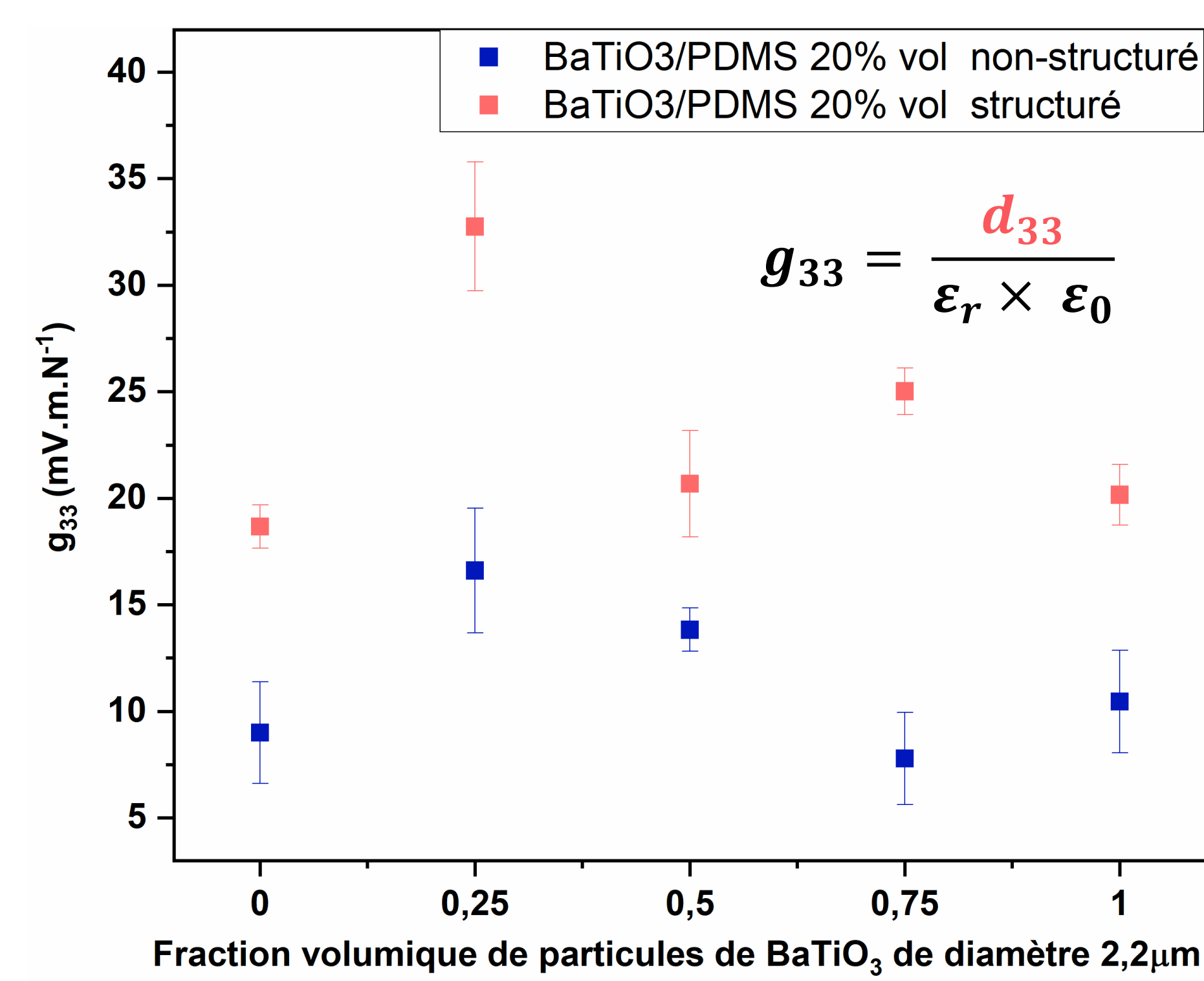
## Permittivité relative



## Coefficient de charge piézoélectrique



## Coefficient de tension piézoélectrique



$$g_{33} = \frac{d_{33}}{\epsilon_r \times \epsilon_0}$$

## Conclusions

- ✓ La structuration des particules permet une distribution optimisée du champ électrique dans la direction de la polarisation ce qui entraîne une amélioration de la permittivité diélectrique des composites structurés.
- ✓ L'hybridation de taille de particules permet une meilleure compacité le long des colonnes structurées d'où un meilleur coefficient piézoélectrique.

## Perspectives

Intégration des capteurs piézoélectriques au sein des artères silicones du simulateur vasculaire lors de leur mise en œuvre.

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du projet MIMIMed@Lyon soutenu par l'Institut Carnot Ingénierie@Lyon, labellisé par l'Agence Nationale de Recherche.