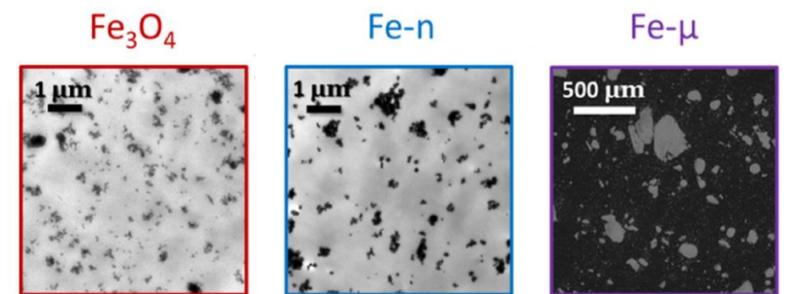


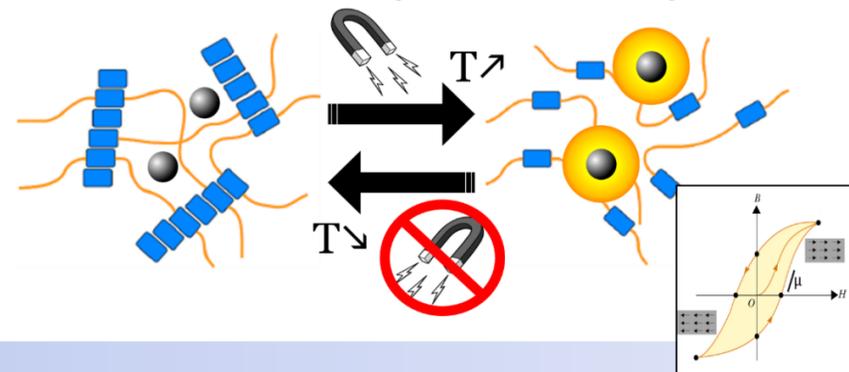
## CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Alors que les **polymères autoréparants** font l'objet d'un vif intérêt scientifique depuis plus d'une décennie, leur développement à l'échelle industrielle se heurte à plusieurs barrières. En effet, les propriétés mécaniques de ces matériaux « vivants » sont souvent antagonistes à leur capacité à s'autoréparer, limitant leurs applications dans bon nombre de secteurs majeurs tels que l'automobile ou l'énergie. En particulier, atteindre des modules élastiques supérieurs à 50 MPa (à température ambiante) ou résister à des chocs cycliques sur le long terme se révèle être un défi majeur pour ces « réseaux supramoléculaires », en outre fortement impactés par la température et l'humidité et rarement accessibles en termes de chimie.

Dans ce projet, nous présentons une alternative crédible à ces systèmes, permettant d'allier de hautes propriétés mécaniques à une capacité à se réparer rapidement sous stimulus. Pour ce faire, nous proposons de tirer parti de la réversibilité structurale des **élastomères thermoplastiques** (solide semi-cristallin / liquide viscoélastique) en la couplant à **différents types de charges renforçantes qui s'échauffent sous l'effet d'un champ magnétique** oscillant (>100 kHz). Une fois ces charges incorporées au réseau polymère nanostructuré, la **réparation** du matériau s'effectue à travers l'utilisation du champ magnétique qui induit une fusion locale des cristallites permettant la diffusion des chaînes dans les défauts avant leur recristallisation lorsque l'application du champ magnétique est stoppée. Au-delà de la réparation de matériaux de structure, le post-traitement surfacique de pièces imprimées par dépôt de fil fond (impression 3D polymères) est particulièrement visé.

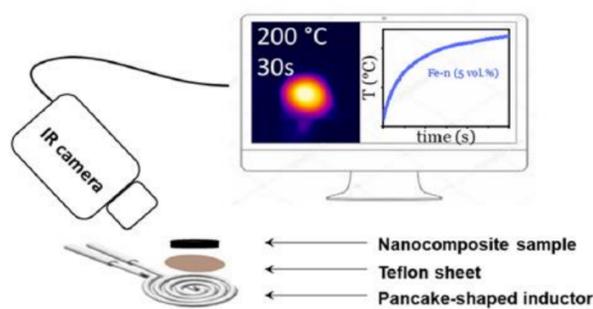


### Thermoréversibilité permettant la réparation

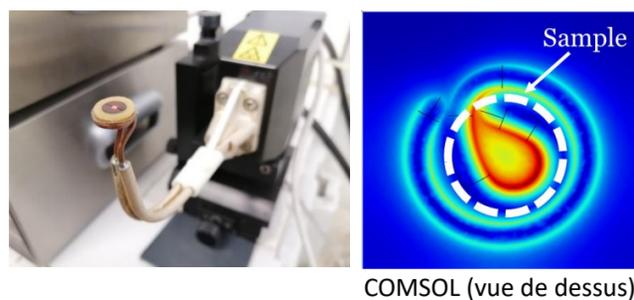


## PRÉSENTATION DU DISPOSITIF

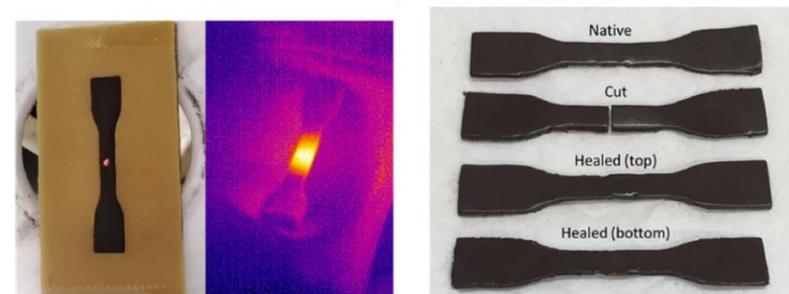
### Schéma global du montage



### Inducteur (855 kHz, 8 mT)

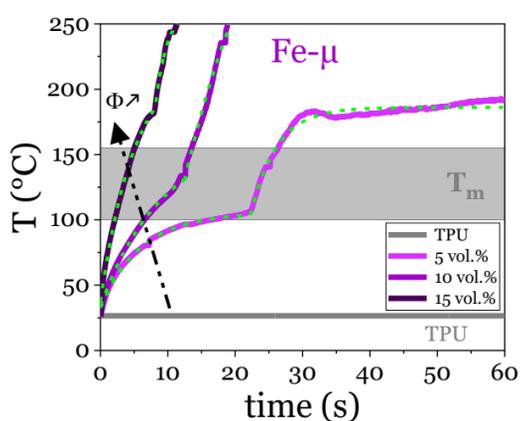


### Guérison et suivi de température par caméra IR

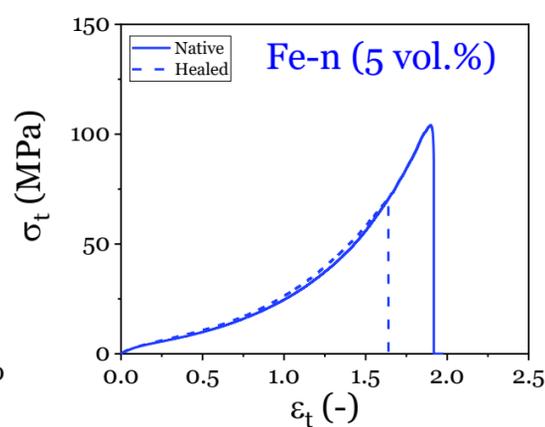


## EXEMPLES DE RÉSULTATS

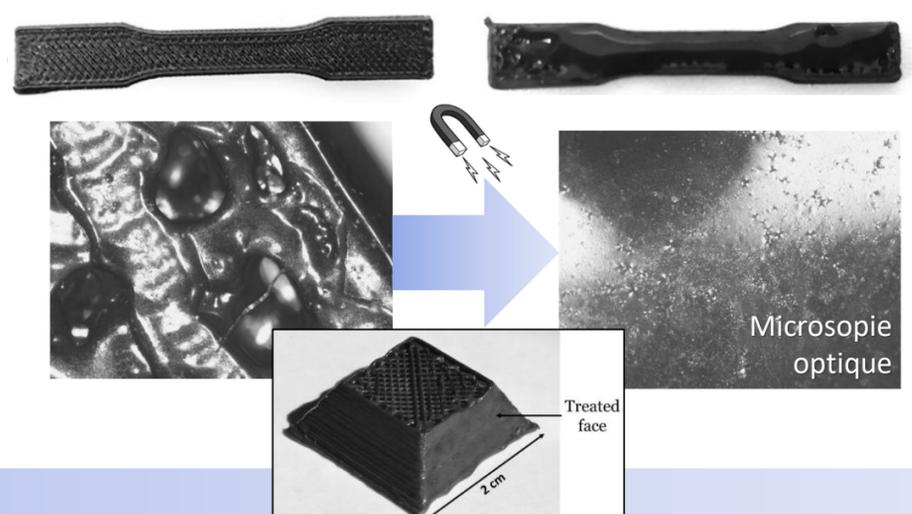
### Mise en évidence de l'évolution complexe de la température pendant la réparation



### Récupération des propriétés en traction après guérison



### Traitement de surface de pièces imprimées en 3D



## CONCLUSION

Le projet POMMADE a donné lieu à 4 publications scientifiques dans des journaux internationaux et 1 brevet en collaboration avec la SATT Pulsalys. Il a permis de développer plusieurs preuves de concepts permettant d'imaginer des solutions de réparation de pièces en caoutchouc et de post-traitement (lissage) d'objets imprimés en 3D. Au-delà des aspects technologiques, il a également contribué à la compréhension fondamentale des mécanismes d'échauffement mis en jeu dans les matériaux composites renforcés par des nanoparticules stimulables par champ magnétique oscillant (hyperthermie) (collaboration avec ESRF, Grenoble).

### Principales références

- Griffiths, Pablo, et al. "Ultrafast Remote Healing of Magneto-Responsive Thermoplastic Elastomer-Based Nanocomposites." *Macromolecules* 55,3 (2022): 831-843.
- Jiang, Liuyin, et al. "Magneto-Responsive Nanocomposites with a Metal-Ligand Supramolecular Matrix." *Macromolecules* 55,10 (2022): 3936-3947
- <https://data.inpi.fr/brevets/FR3119792>