

Nanostructuration de mélanges PC-ABS appliquée au recyclage des DEEE

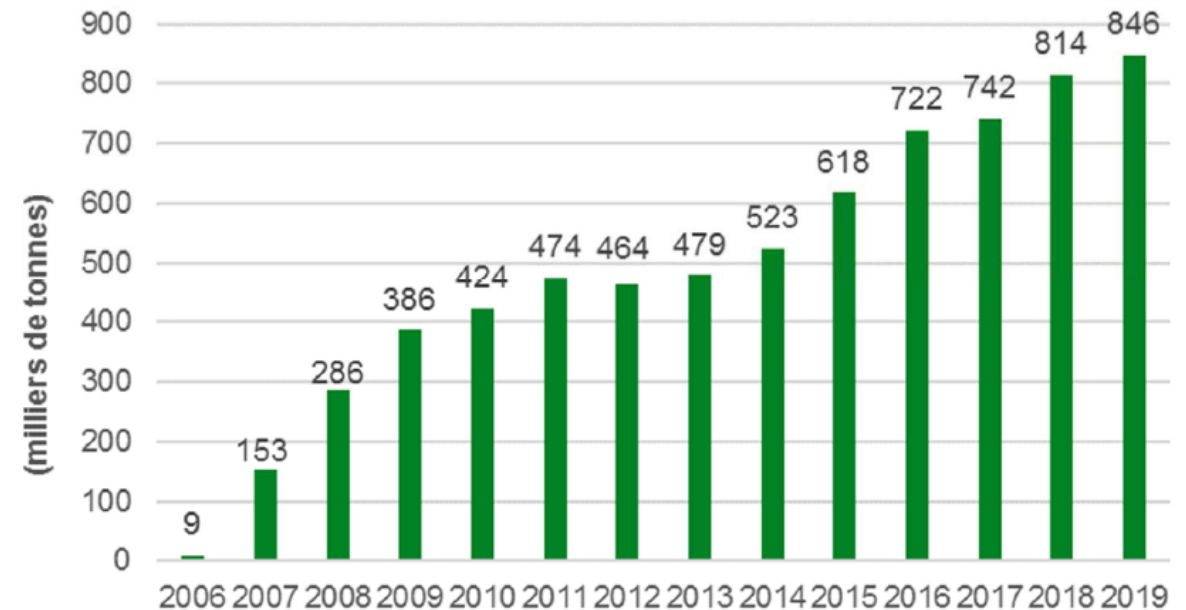
Xavier Mackré, Bruno Fayolle, Cyrille Sollogoub

6 octobre 2021

Contexte et motivations

- DEEE=Déchets d'Équipement Électriques et Électroniques
- Flux récent en augmentation
- Taux de collecte français 47,5 %, objectif 65 %
- Déchets complexes: multi-matériaux, assemblages, matière toxiques, vieillissement

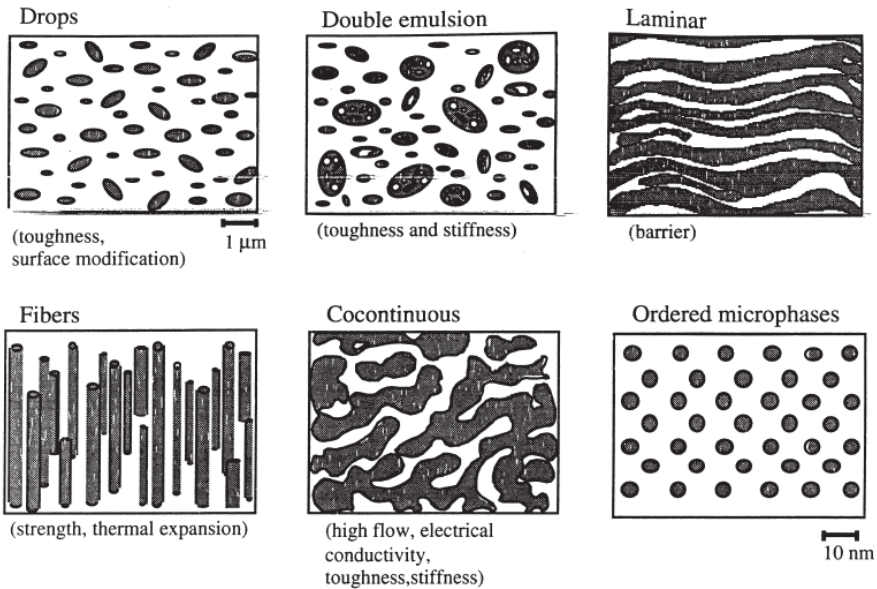
- Recyclage mécanique
- Upgrading



Évolution du tonnage total de DEEE traités entre 2006 et 2019

Lien morphologie-propriété

Morphologie des mélanges



Macosko, C. W. (2000)

L'apport de la coextrusion multinanocouches

- Modification des structures cristallines
- Modification des mécanismes de déformation
- Amélioration de propriétés

Carr J. M (2012)

Yang, S. (2015)

Améliorer les mélanges plastiques recyclés par nanostructuration

- Identifier les polymères stratégiques
- Former des films structurés
- Caractériser l'impact de la structuration

Le mélange PC-ABS

- Fraction significative des plastiques DEEE (ABS~30%, PC~4%)
- Propriétés complémentaires
- Immiscibles mais compatibles
- Interphase

Résistance à l'impact d'un mélange PC/ABS non structuré

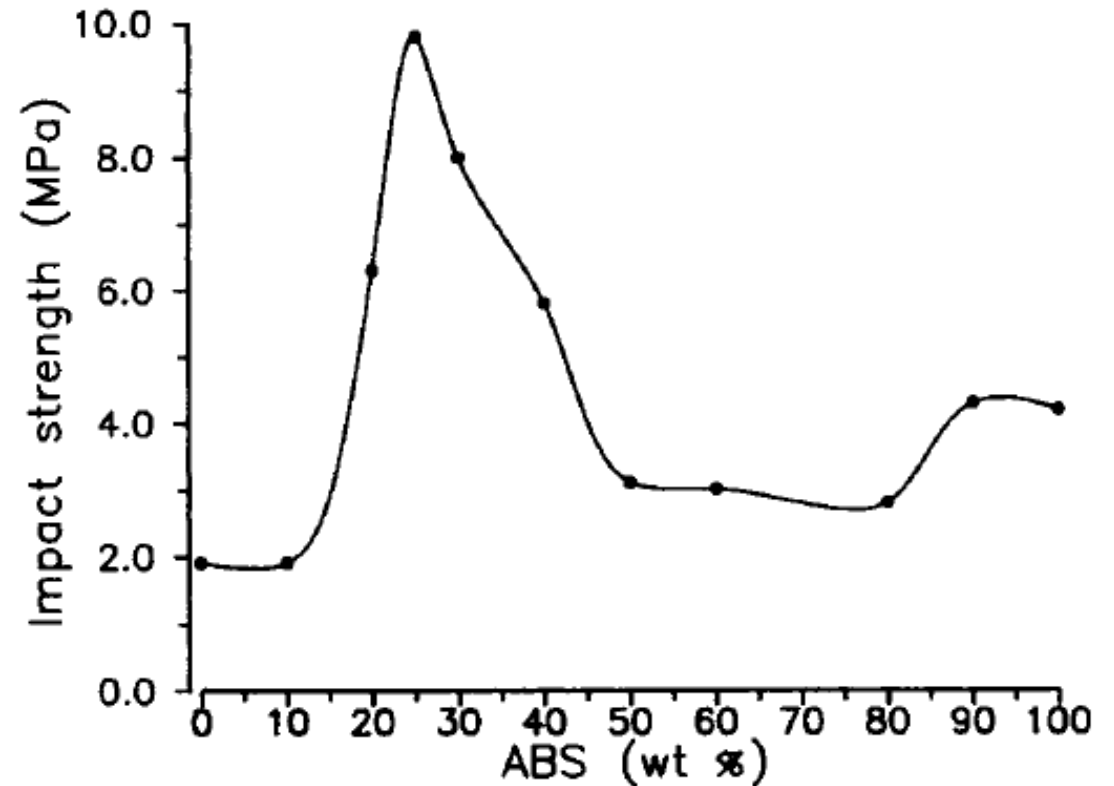
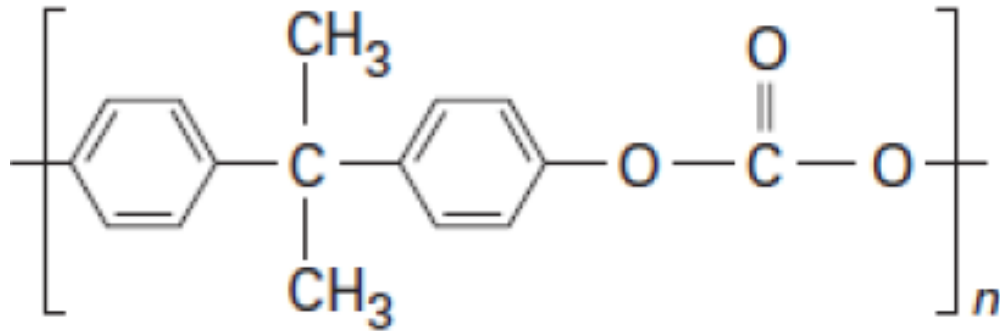


Figure extraite de R. Greco *et al.*, 1994

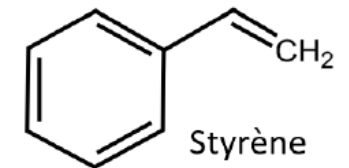
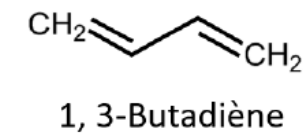
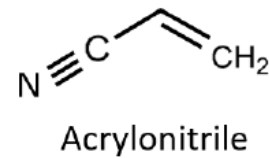
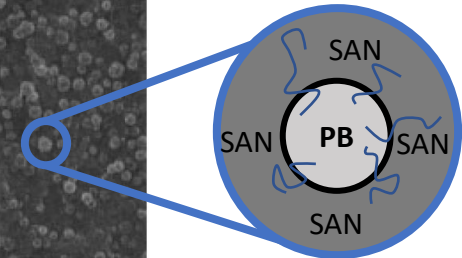
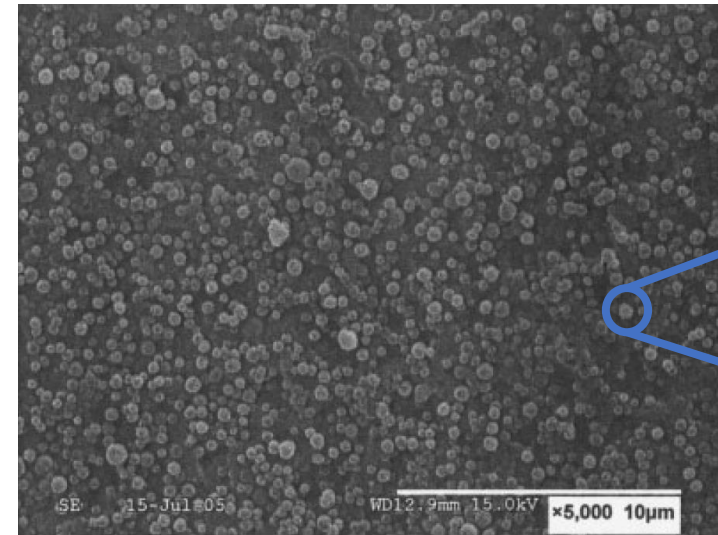
Matériaux utilisés

PC Calibre 201-22 (Trinseo)

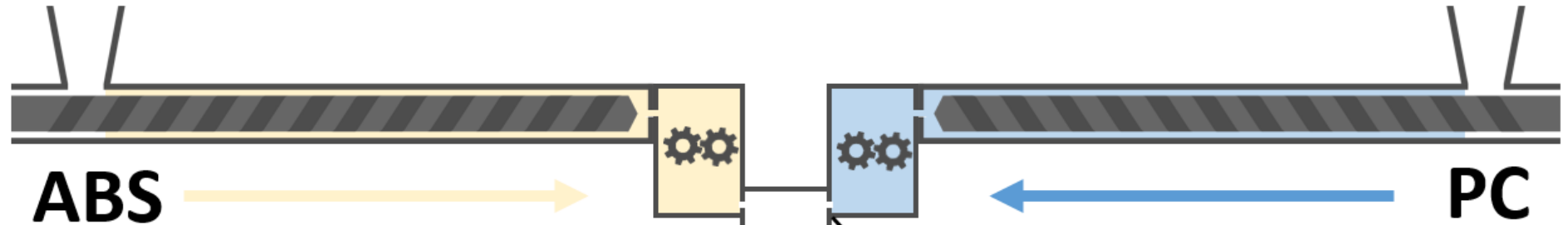
- Polymère majoritaire (80 wt%)



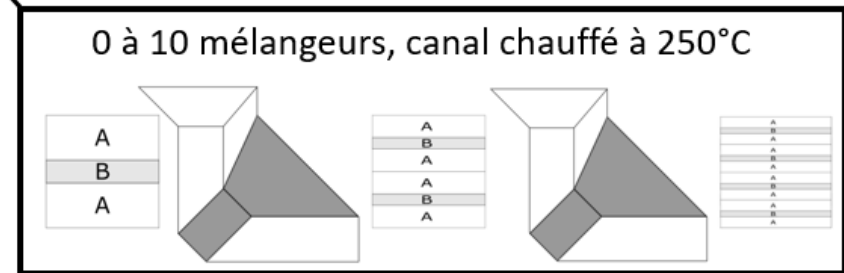
ABS HF 380 (LG Chem)



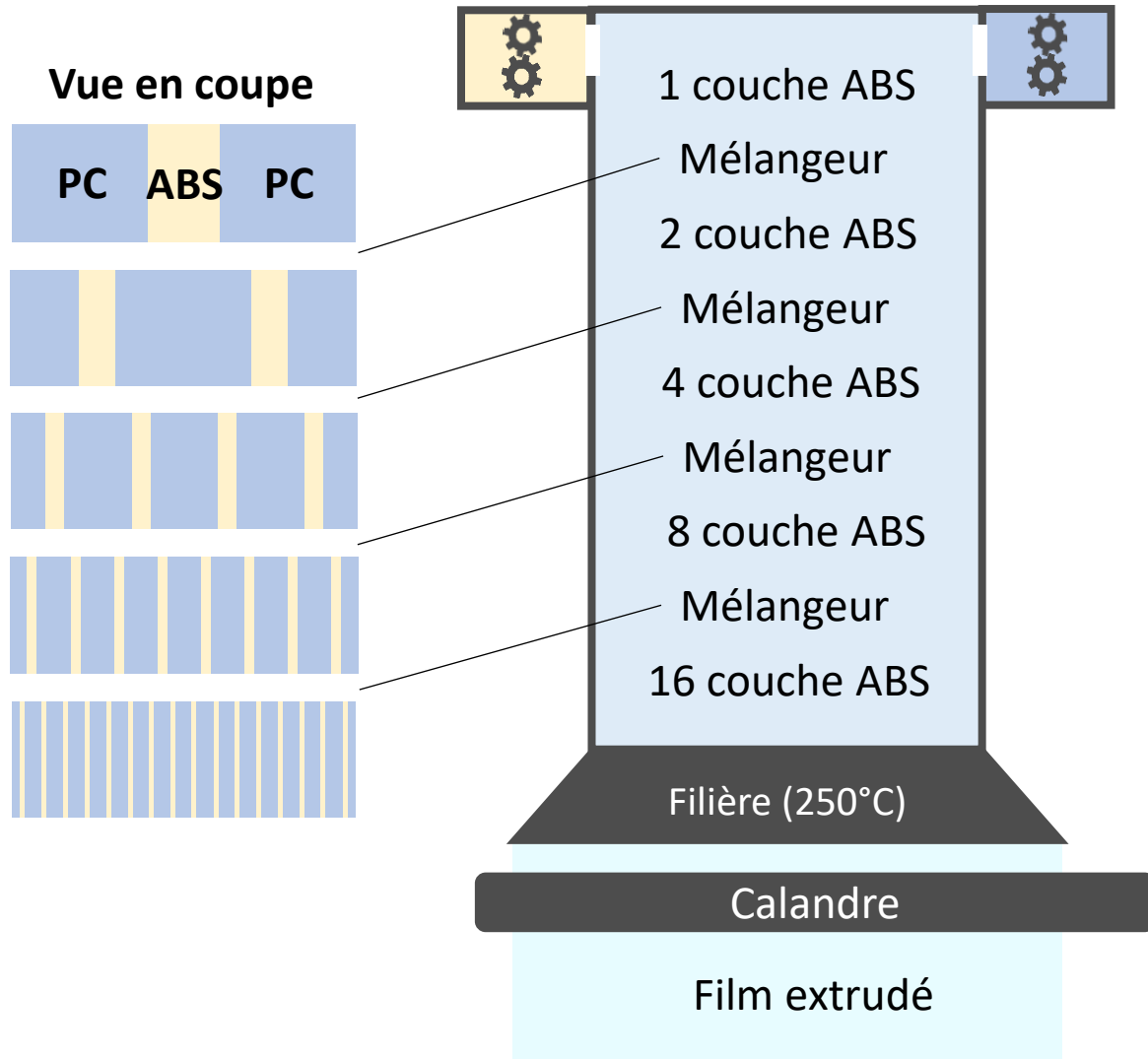
Structuration par coextrusion multicouches



- Assemblage forcé de 2 polymères
- Structure alternée
- Épaisseur de couche ~10 nm à ~100 μm

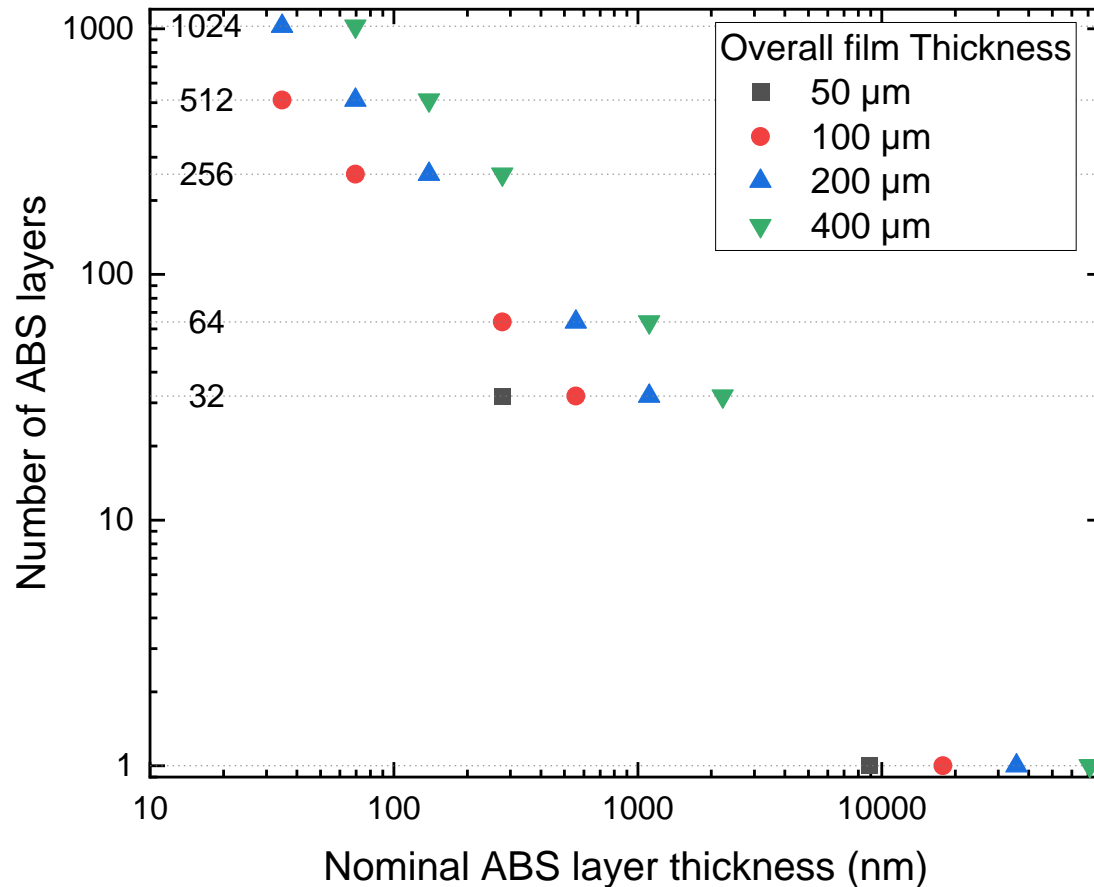


Structuration par coextrusion multicouche



- Flux PC/ABS à 80/20 wt%
- Épaisseur totale 50 à 400 μm
- 0, 5, 6, 8, 9 ou 10 multiplicateurs (n)
- $N_{\text{Couches ABS}} = 2^n$
- $N_{\text{couches total}} = 2^{n+1} + 1$

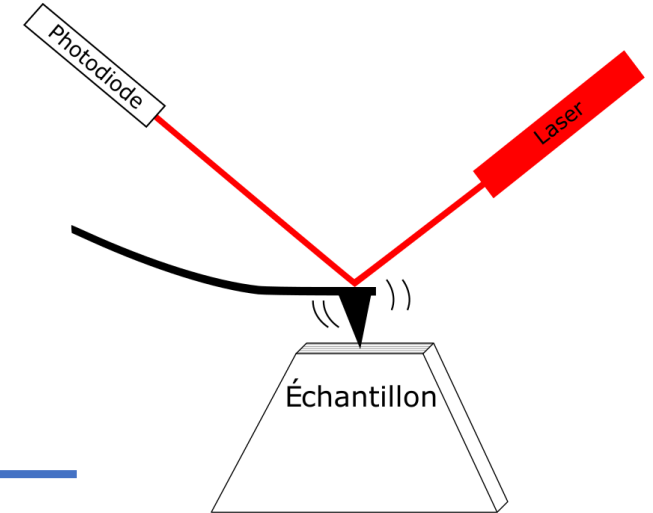
Échantillons fabriqués



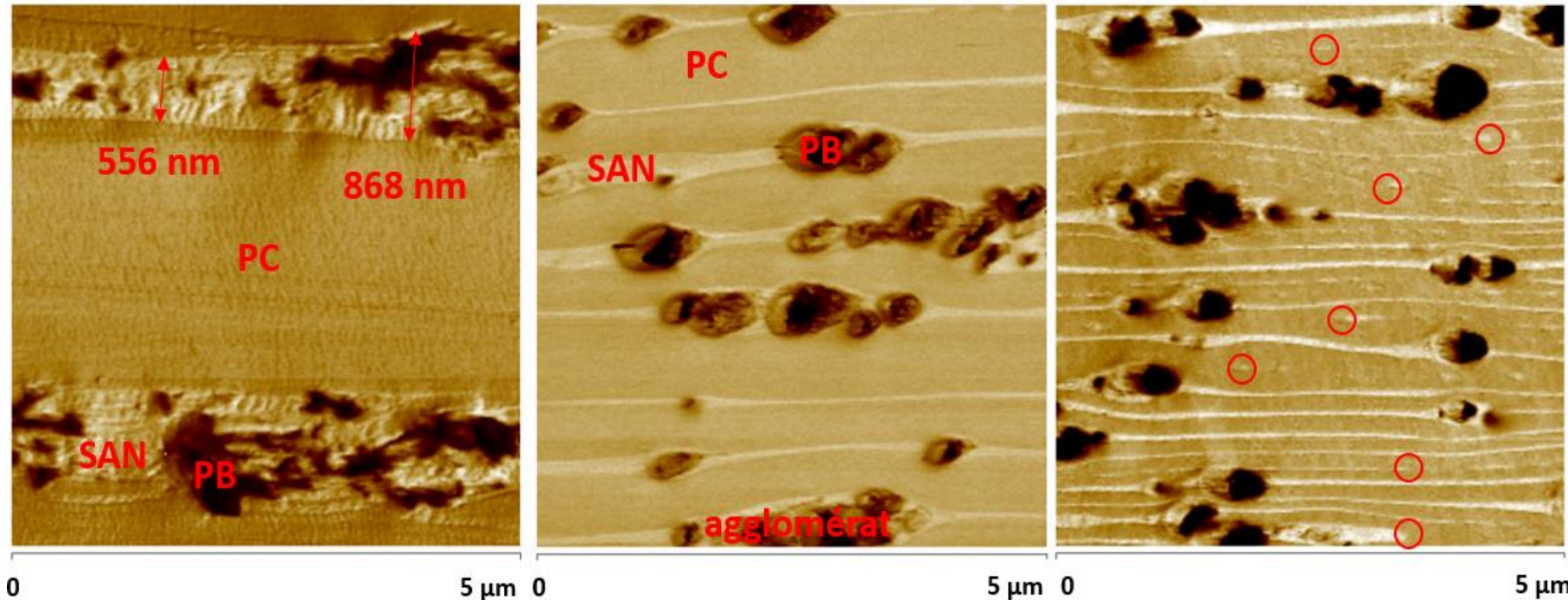
- Composition constante :
 - PC/ABS 80/20 wt%
- Épaisseur totale 50, 100, 200 et 400 μm
- 0, 5, 6, 8, 9 et 10 multiplicateurs
- Films référence purs
- 4 épaisseurs/configuration par étirement (calandre)

Caractérisation utilisées

- AFM Veeco Nanoscope V de Bruker
 - Mode Peakforce (cartographie module)
 - Découpe par microtomie (lame Diatome)
-
- Bâti de traction Instron 5966
 - Extensomètre vidéo
 - 10 mm/min, cellule de force 10 kN
-
- DMA Q800 (TA)
 - Rampe de 30°C à 180°C, 2°C/min



Observations AFM des films



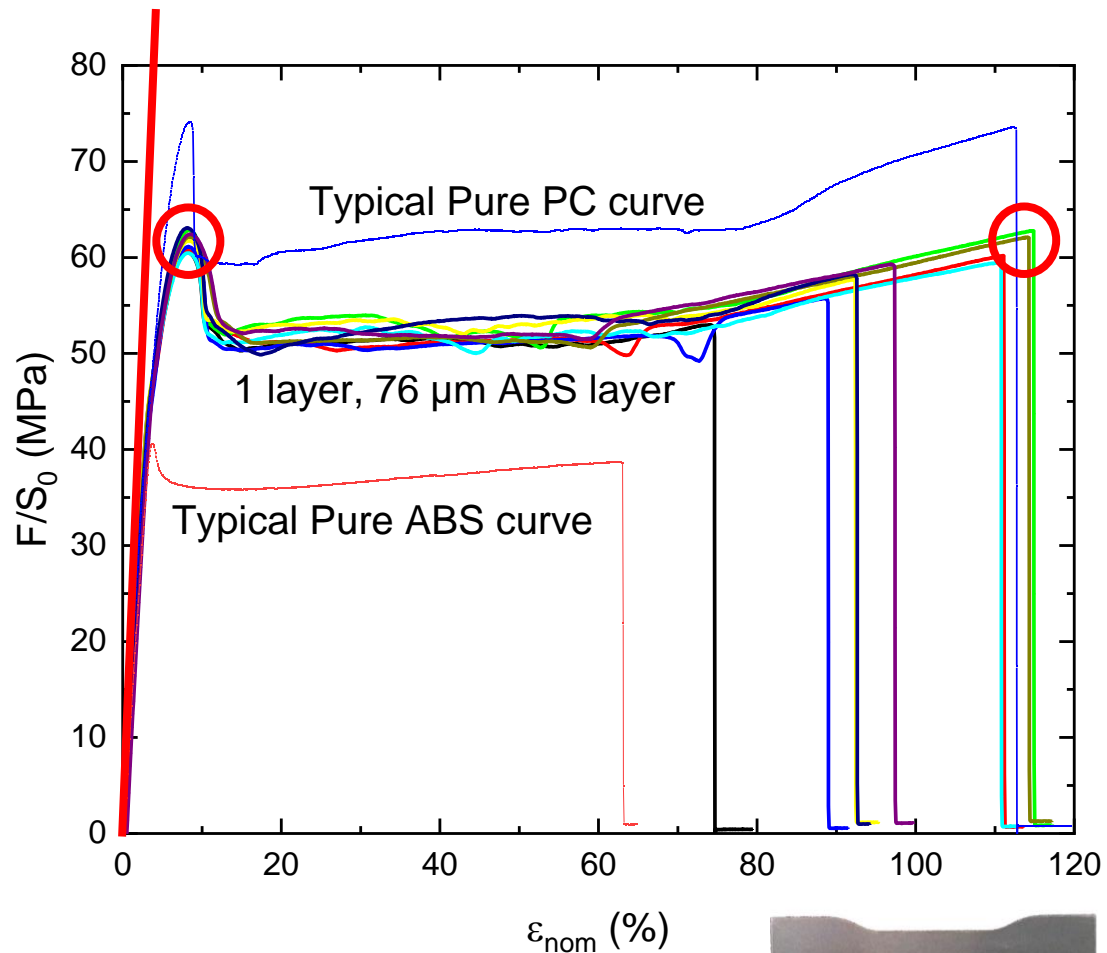
32 couches
Épaisseur nominale 555 nm,
Mesurée 670 nm (± 160)

256 couches
Épaisseur nominale 140 nm,
Mesurée 88 nm (± 62)

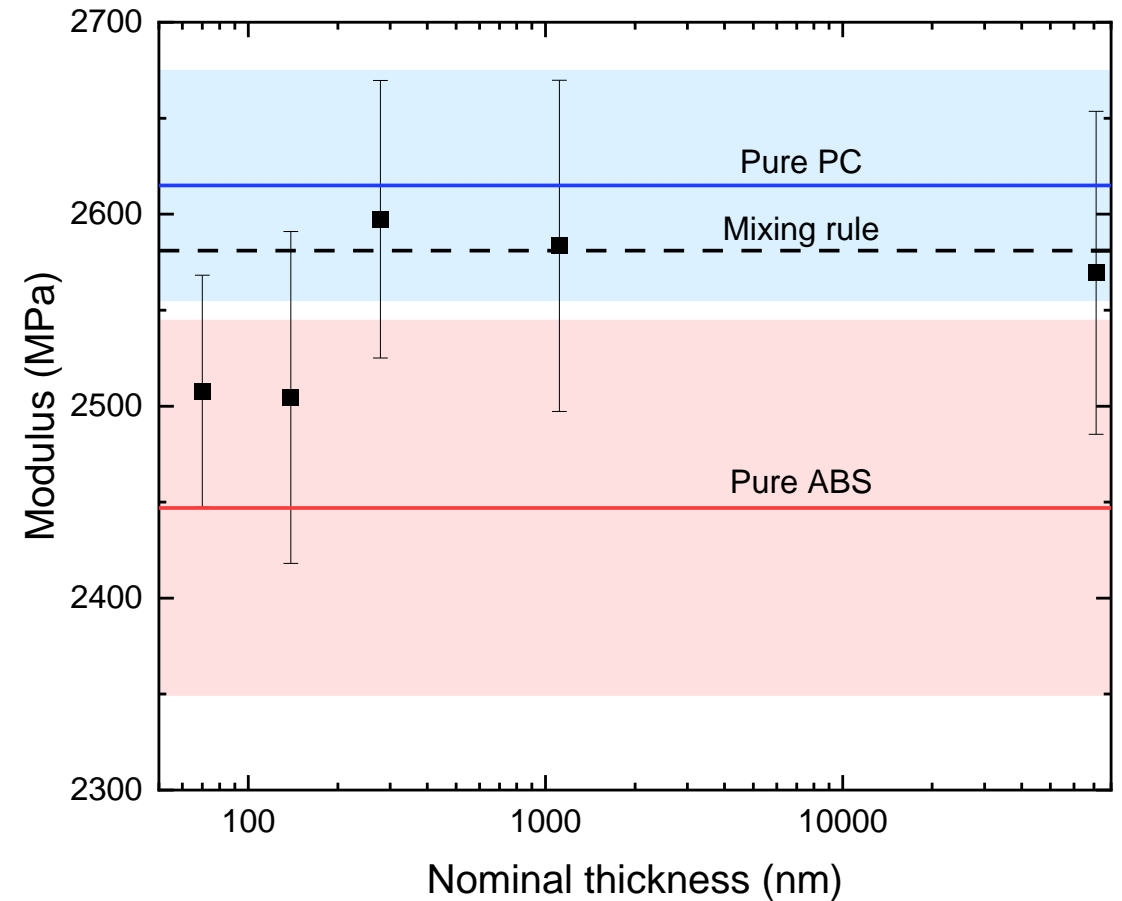
512 couches
Épaisseur nominale 35 nm,
Mesurée 28 nm (± 18)

- Distorsion des couches
- Mauvaise répartition nodules
- Rupture des couches fines

Évaluation du module

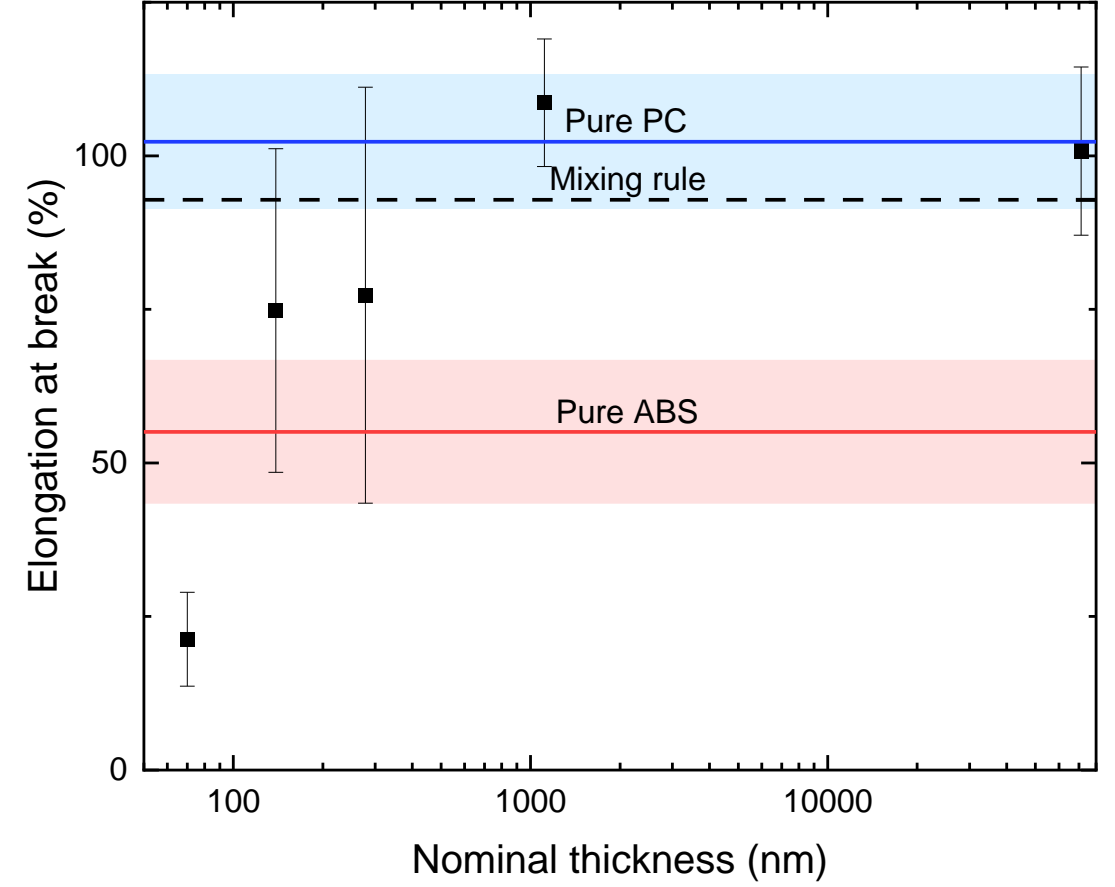
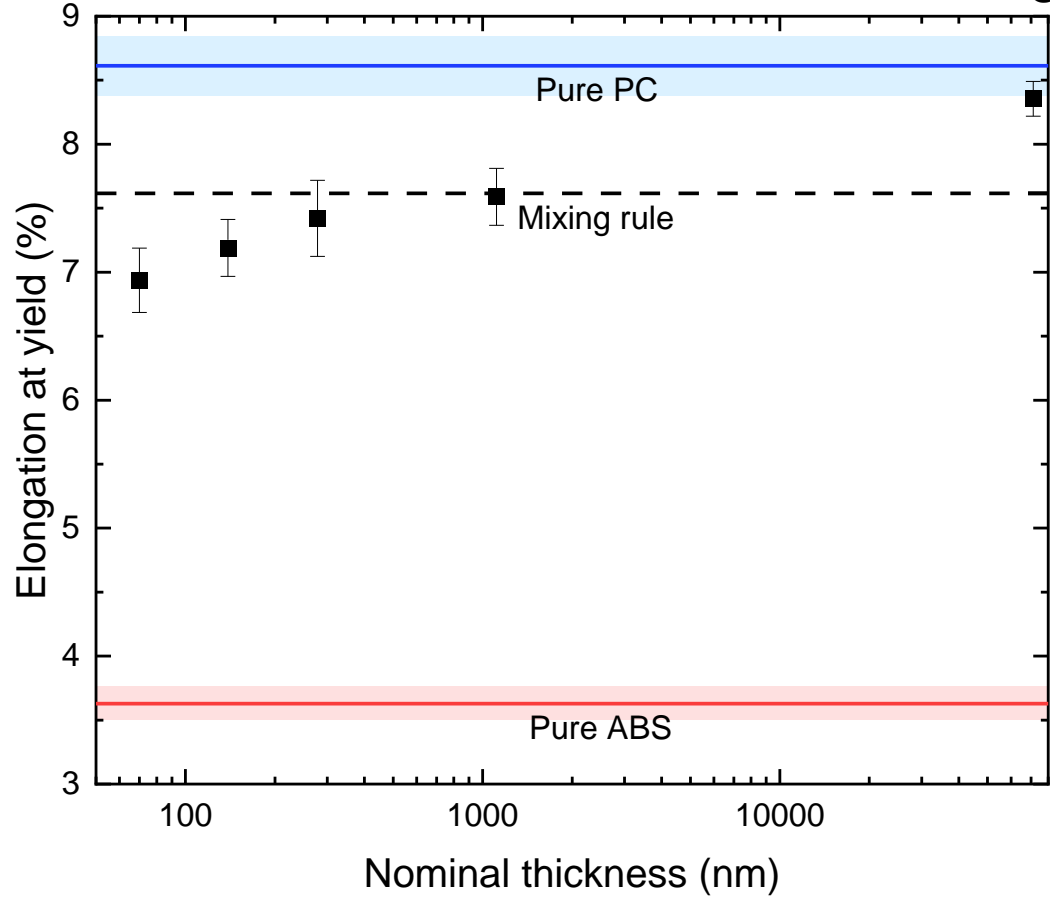
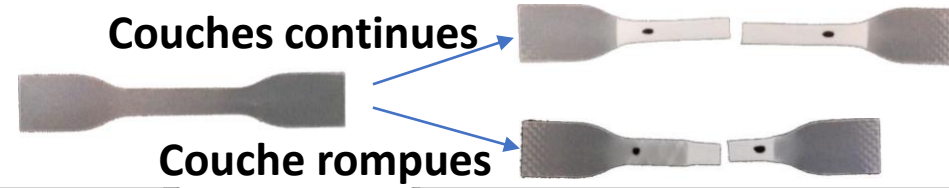


Épaisseur totale des éprouvettes 400 μm



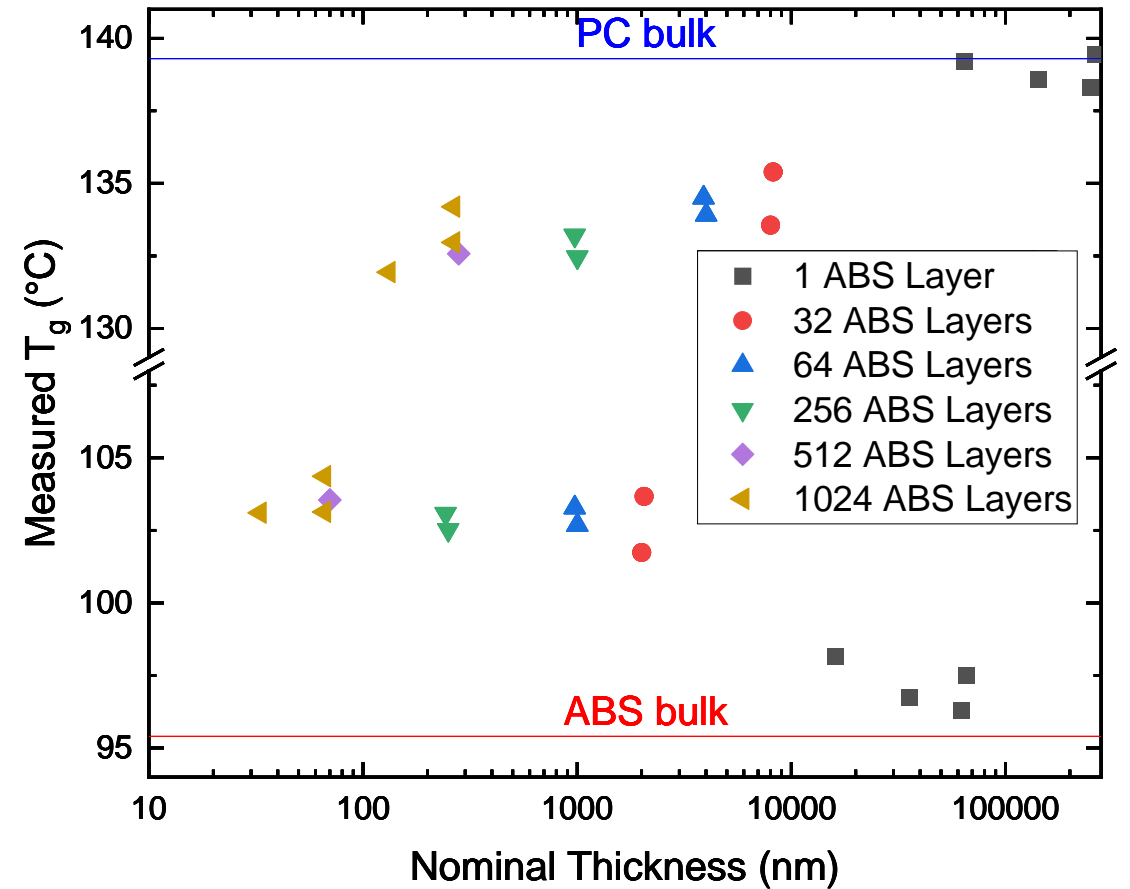
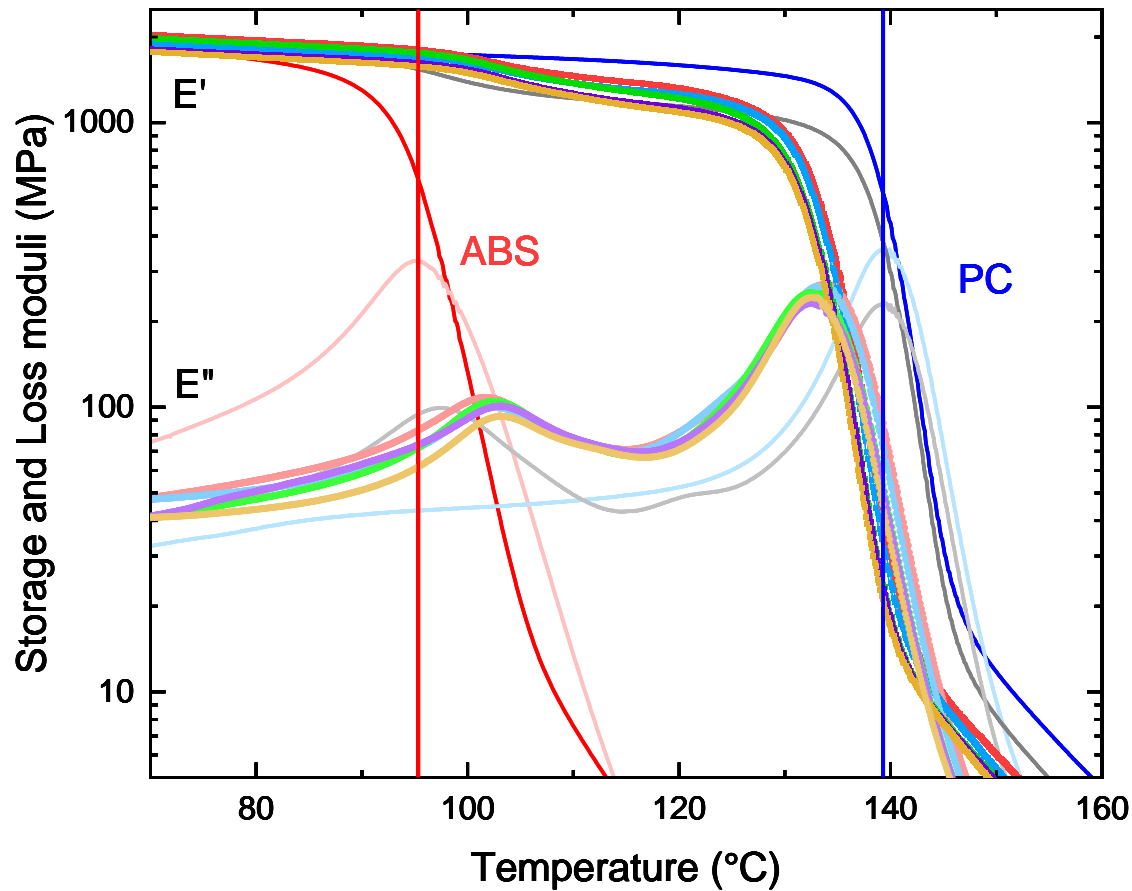
Pas d'évolution du Module

$\epsilon_{\text{écoulement}}$ et $\epsilon_{\text{rupture}}$



La rupture de couches limite le développement de la striction

Étude de la T_g



Rapprochement des T_g qui témoigne d'une co-diffusion des chaînes de PC et de SAN

Conclusion/perspectives

Résultats

- Morphologie perturbée par les nodules
- Influence des couches rompues sur la striction
- Évolution des Tg signe d'un mélange homogène

Perspectives

- Cryomicrotome pour AFM



- Tests d'impact à venir

Merci de votre attention!

Contrainte à l'écoulement et la rupture

