

# Nanostructuration de mélanges PC-ABS appliquée au recyclage des DEEE

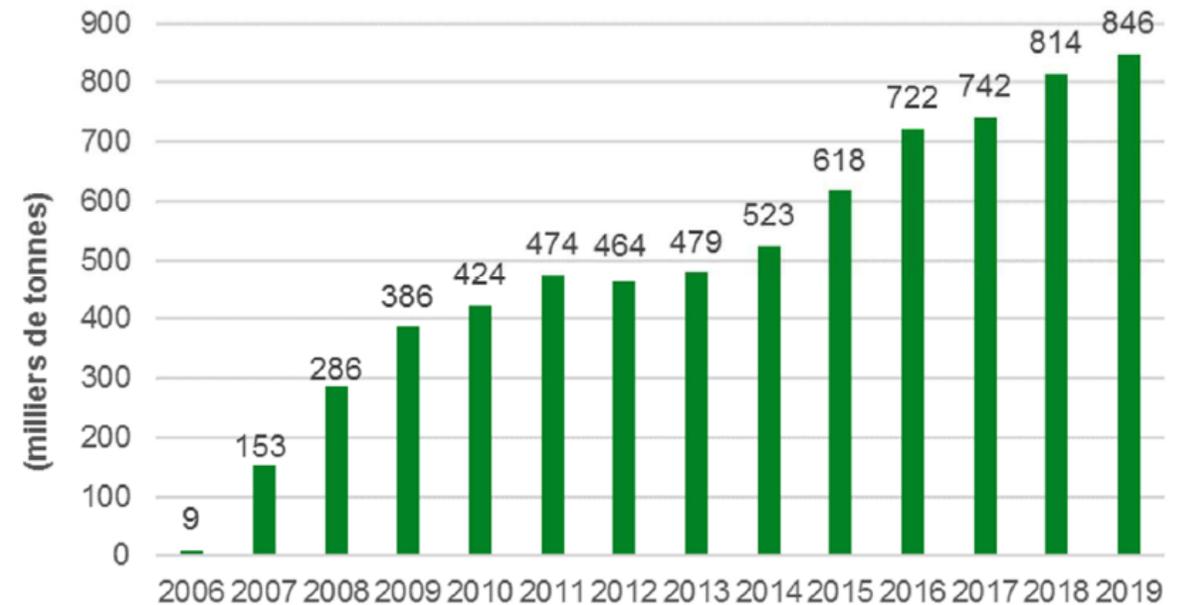
Xavier Mackré, Bruno Fayolle, Matthieu Gervais Cyrille Sollogoub

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

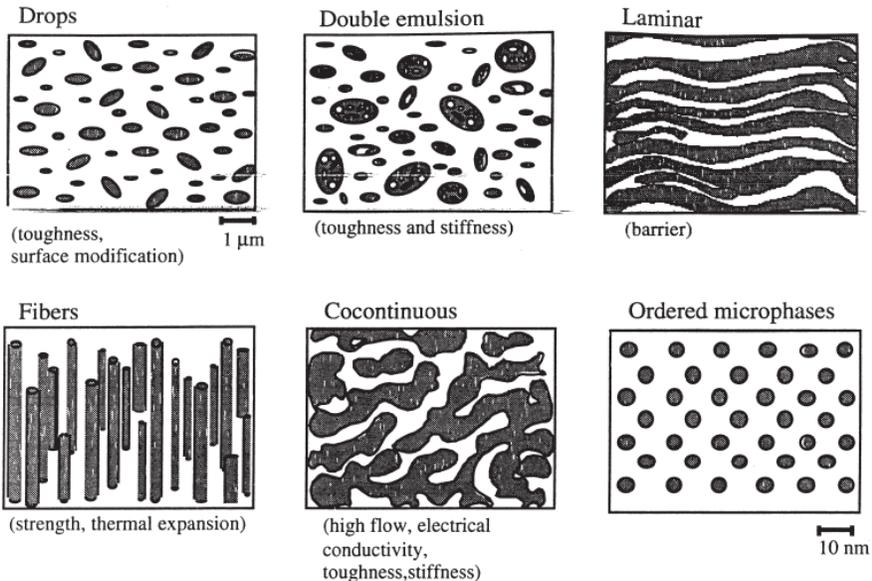
- Recyclage mécanique
- Upgrading



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

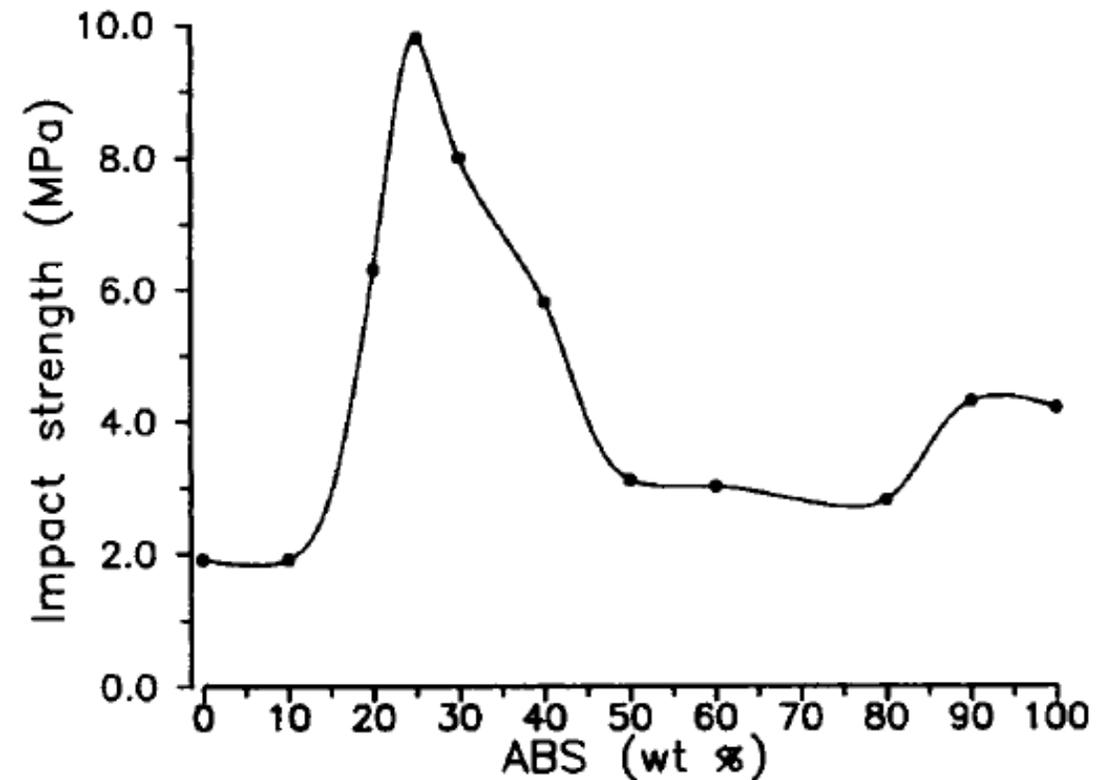


Figure extraite de R. Greco *et al.*, 1994

R. Krache et I. Debah, 2011

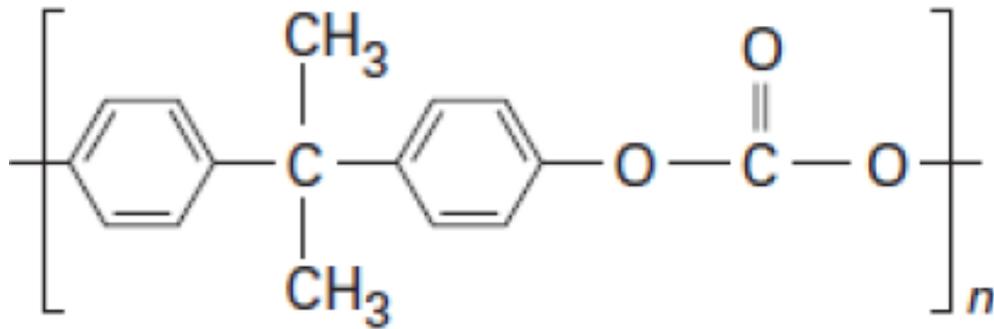
Z. Y. Tan *et al.*, 2006

H.-T. Chiu *et al.*, 2018

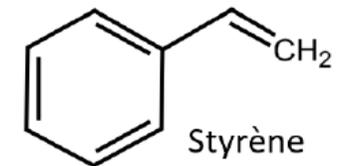
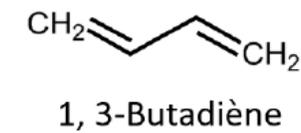
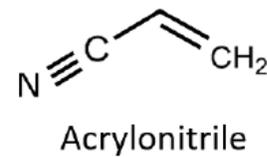
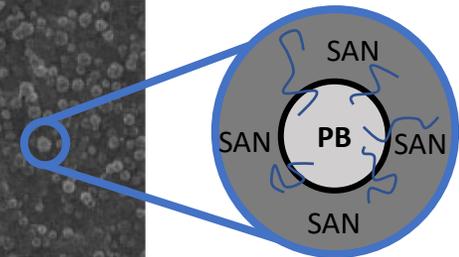
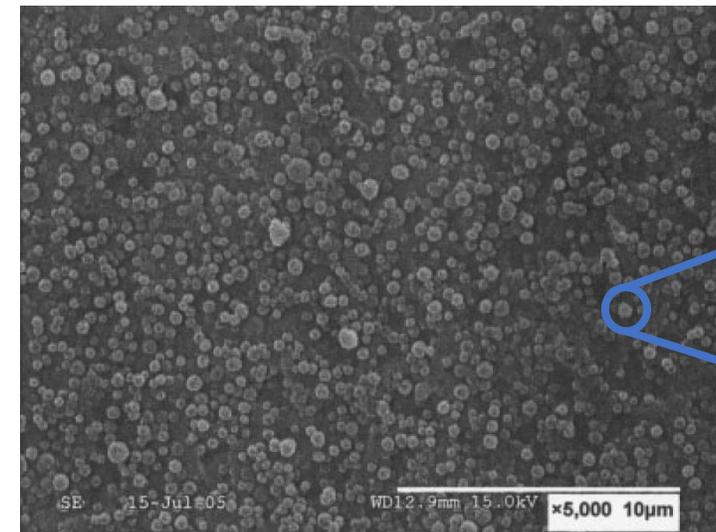
# Matériaux utilisés

## PC Calibre 201-22 (Trinseo)

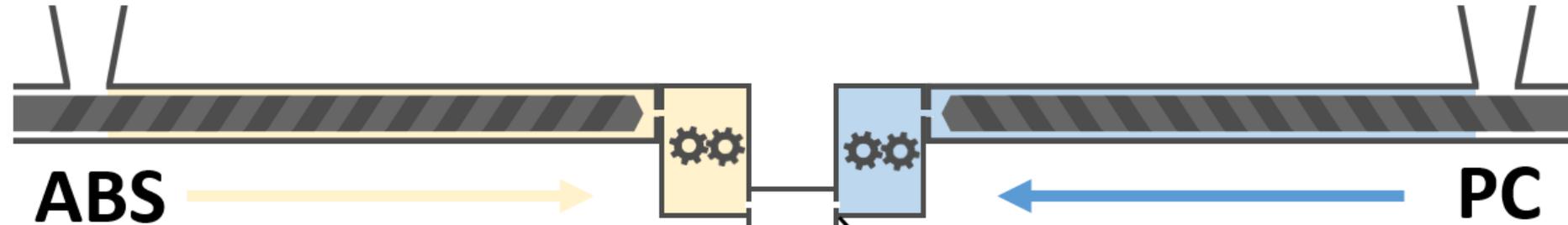
- Polymère majoritaire (80 wt%)



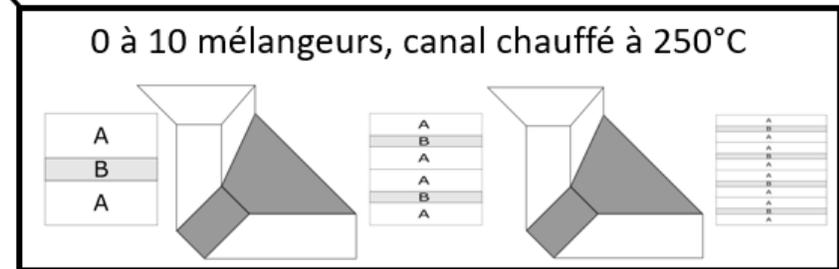
## ABS HF 380 (LG Chem)



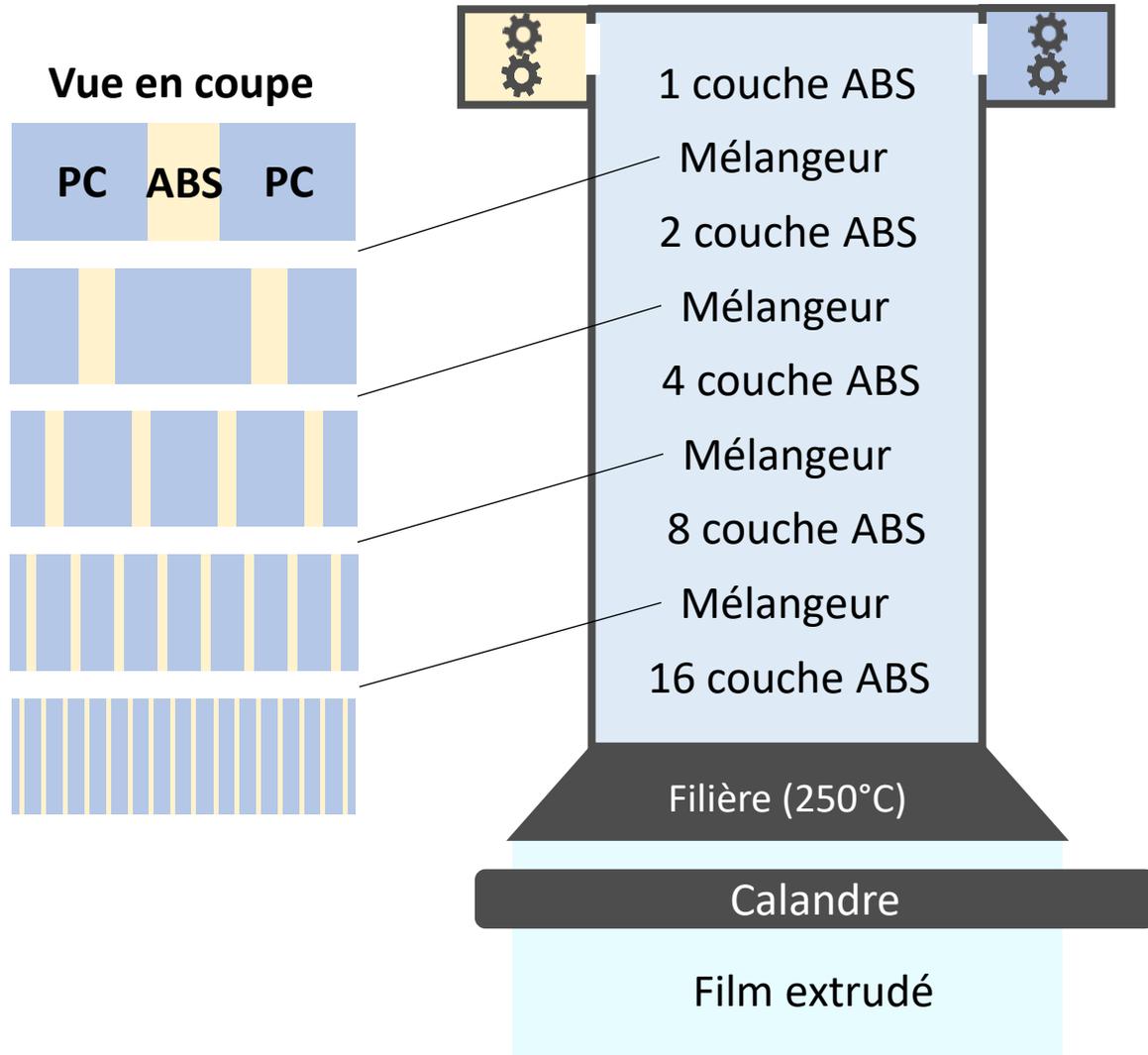
# Structuration par coextrusion multicouches



- Assemblage forcé de 2 polymères
- Structure alternée
- Épaisseur de couche ~10 nm à ~100  $\mu\text{m}$

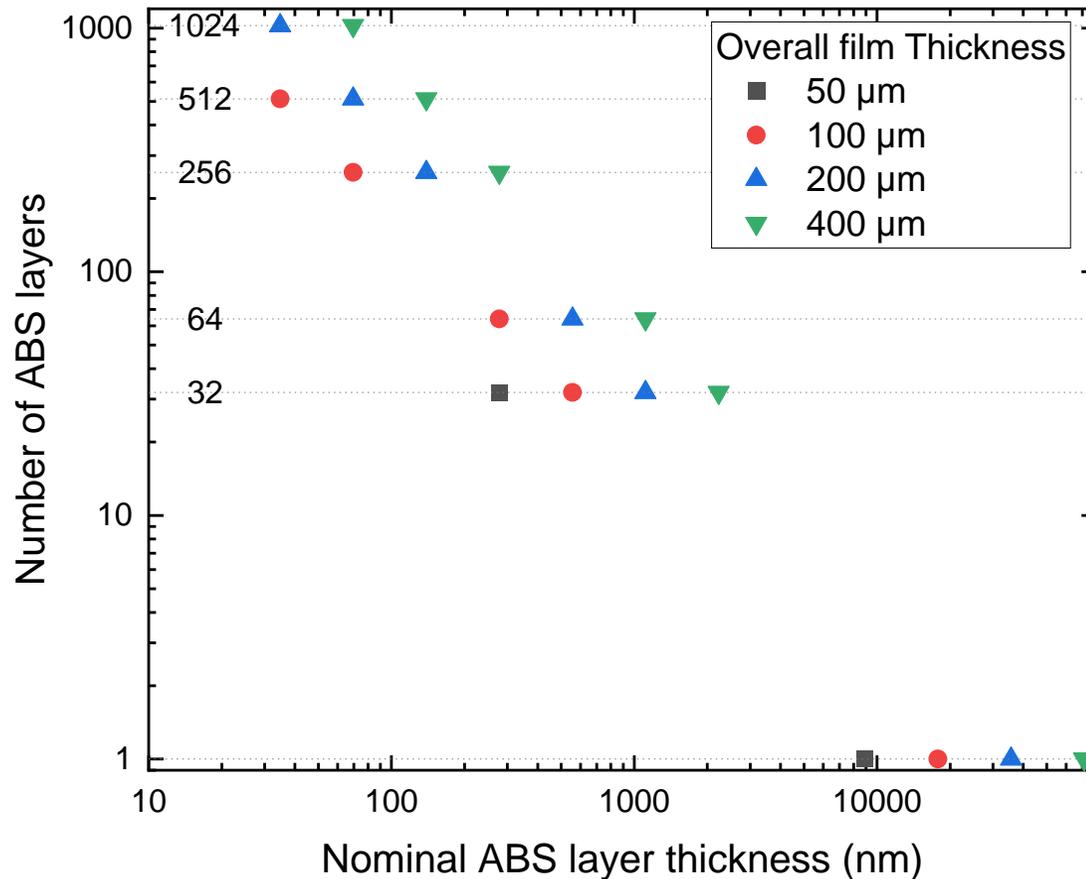


# Structuration par coextrusion multicouche



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

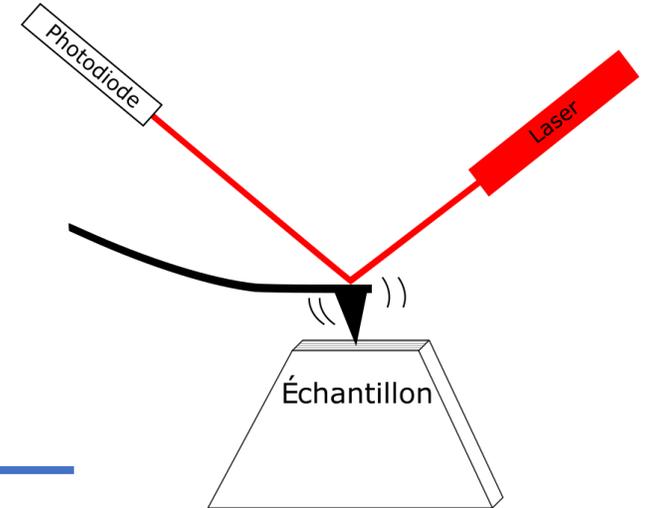
# Échantillons fabriqués



- 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

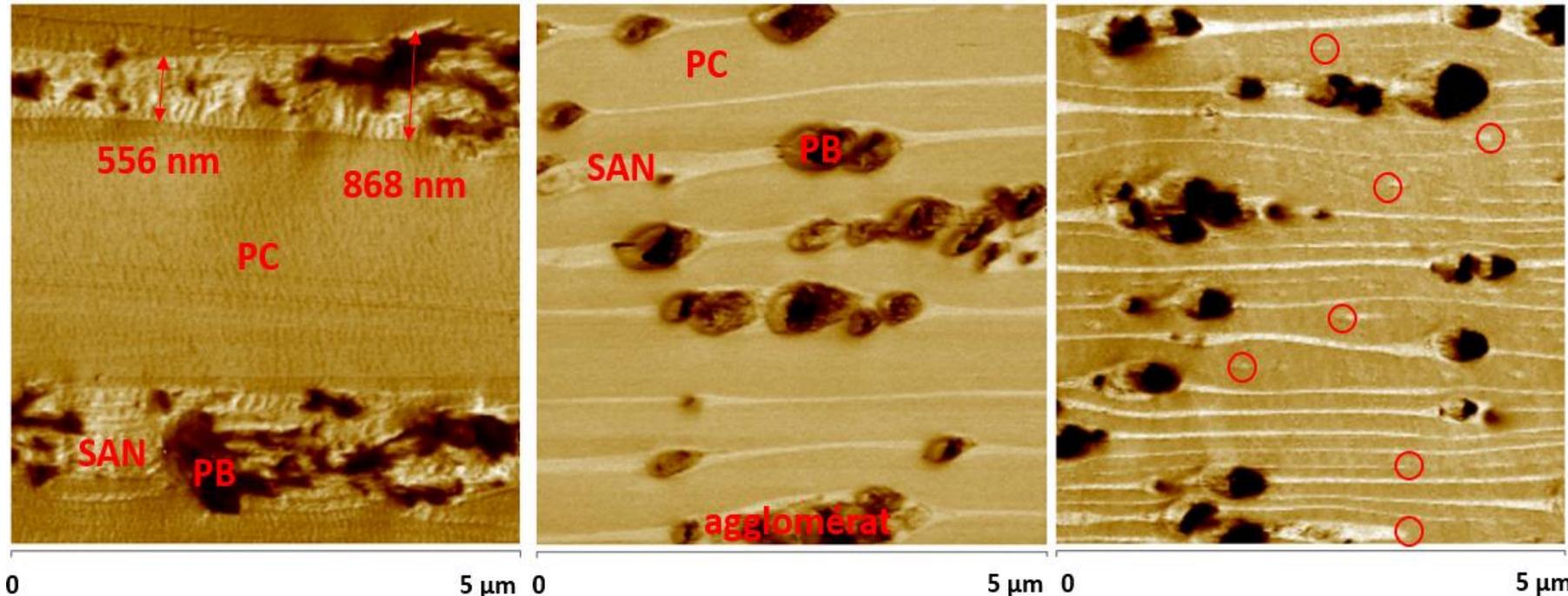
- AFM Veeco Nanoscope V de Bruker
  - Mode Peakforce (cartographie module)
  - Découpe par microtomie (lame Diatome)



- 
- 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



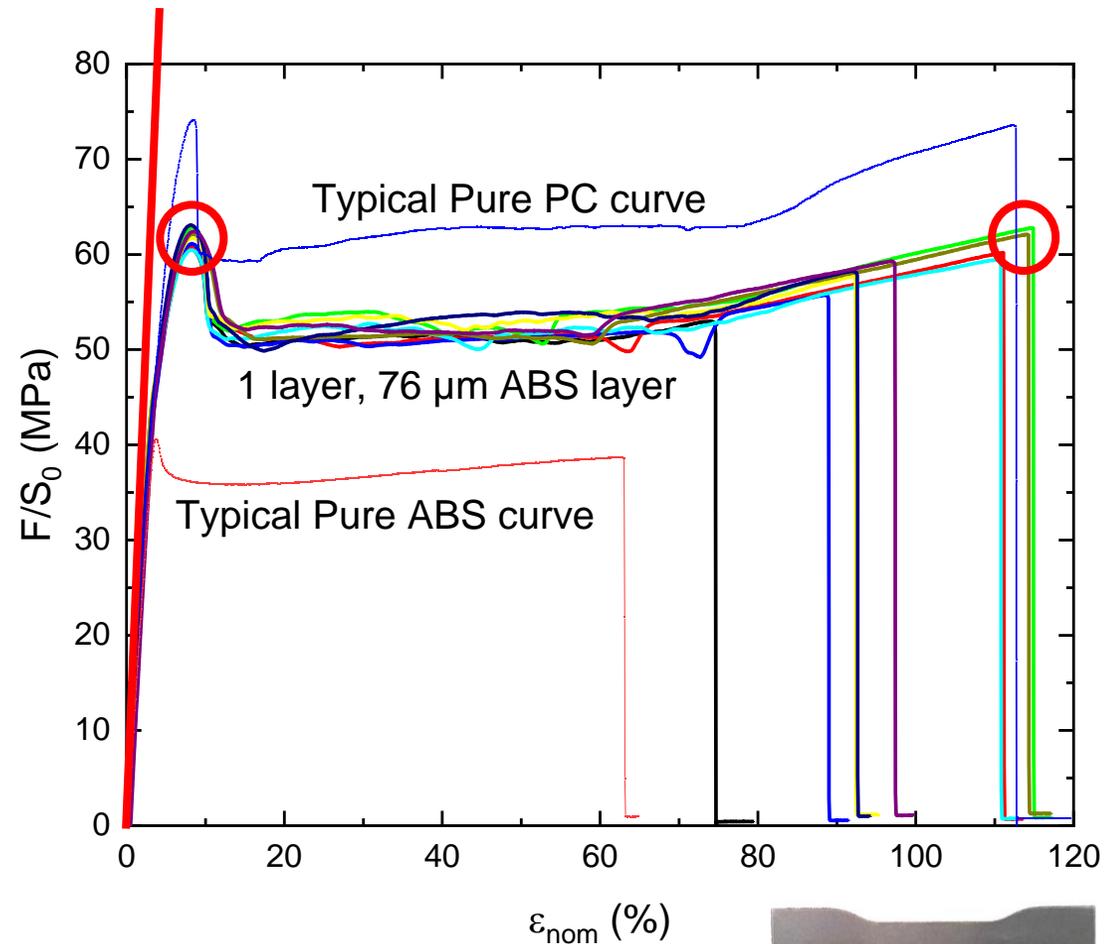
32 couches  
Épaisseur nominale 555 nm,  
Mesurée 670 nm ( $\pm 160$ )

256 couches  
Épaisseur nominale 140 nm,  
Mesurée 88 nm ( $\pm 62$ )

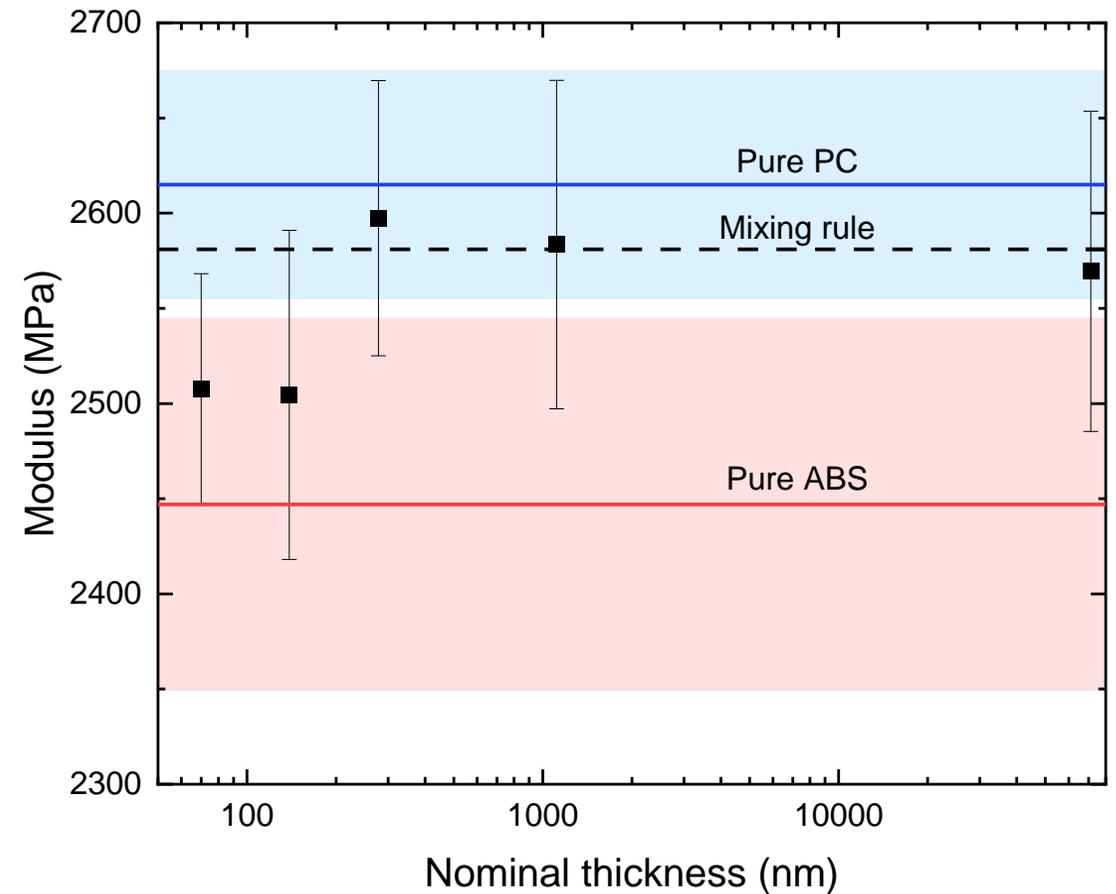
512 couches  
Épaisseur nominale 35 nm,  
Mesurée 28 nm ( $\pm 18$ )

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

# Évaluation du module

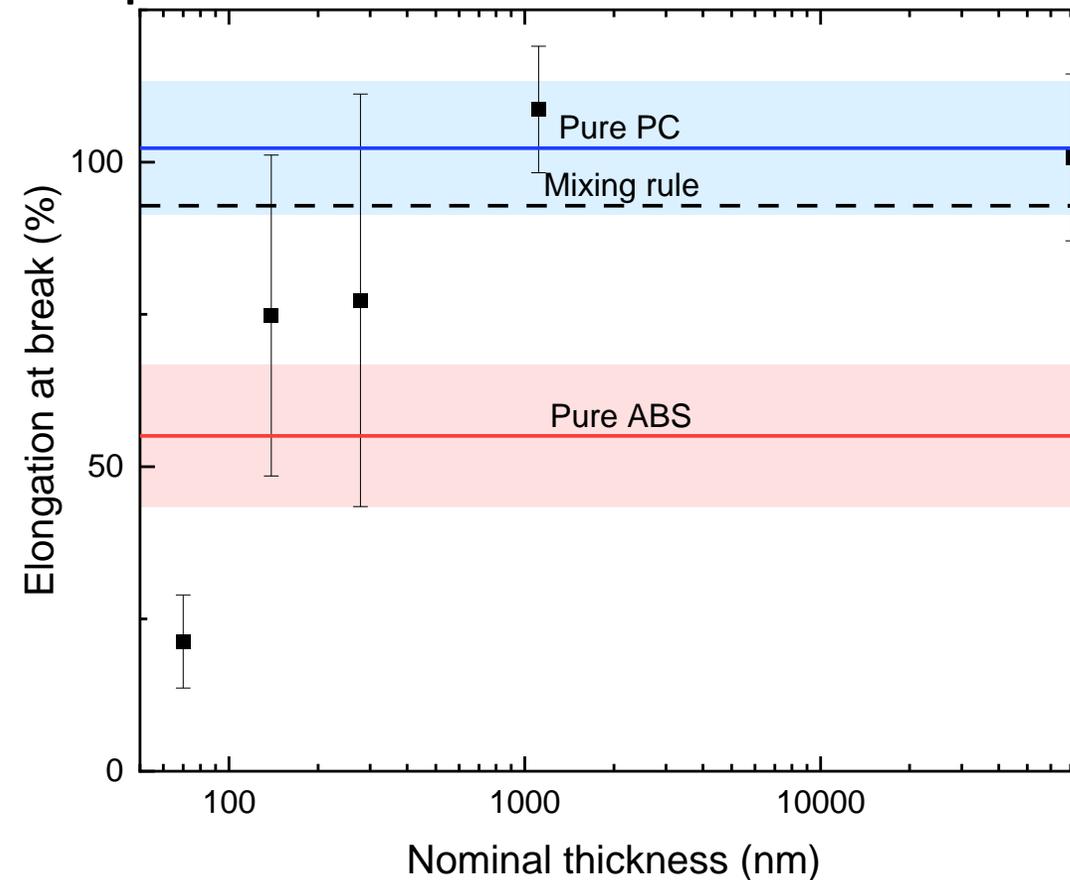
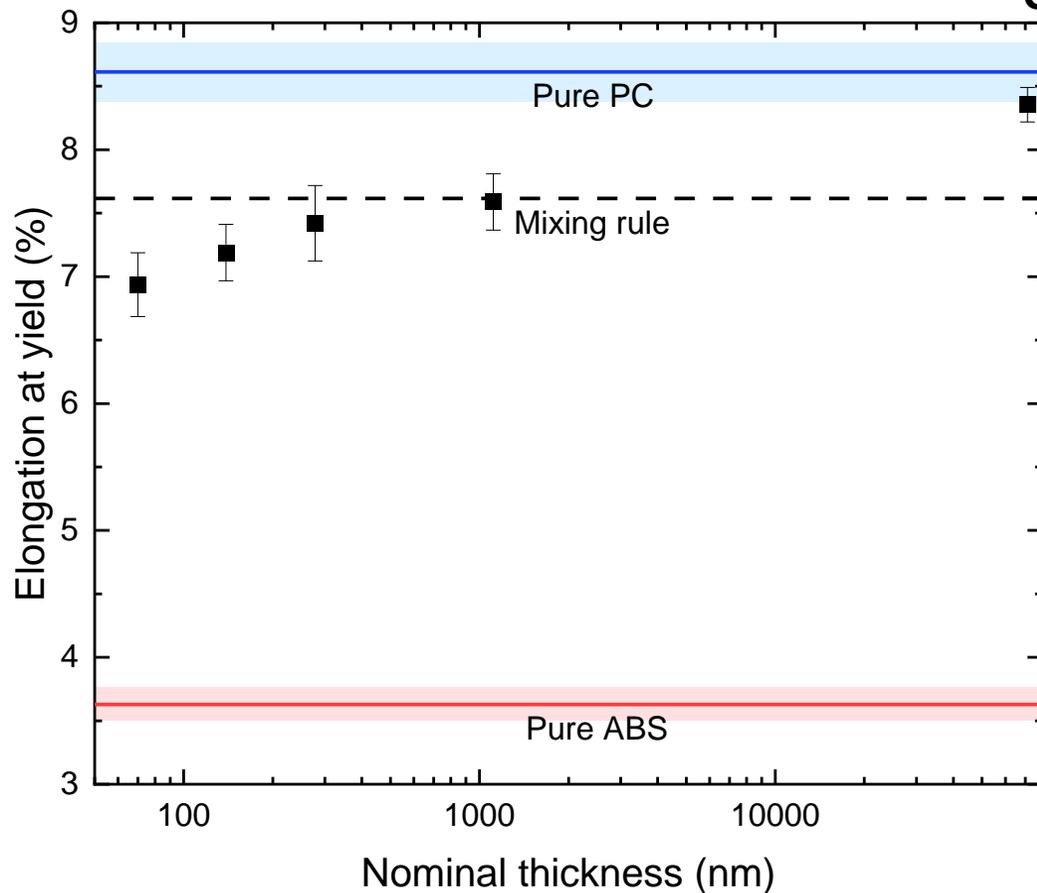
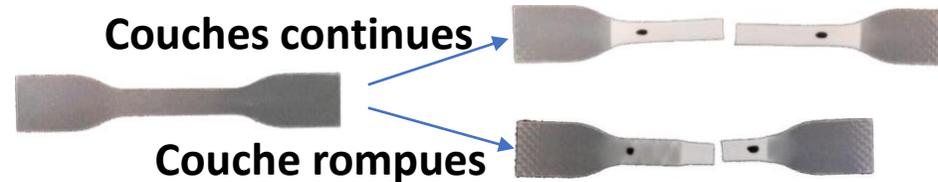


Épaisseur totale des éprouvettes 400  $\mu\text{m}$



Pas d'évolution du Module

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



**La rupture de couches limite le développement de la striction**



# 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

