

SUIVI PAR EMISSION ACOUSTIQUE DE L'ENDOMMAGEMENT D'UN MATERIAU COMPOSITE SMC (Sheet Moulding Composite)

Ahmed KOUADRI BOUDJELTHIA* M.KERSANI**, A.BOUABDALLAH**

* Département de mécanique, UHB CHLEF

kouadriba@yahoo.fr

** Faculté de Physique -USTHB

kersani.malika@gmail.com

abouab2002@yahoo.fr

INTRODUCTION

Les matériaux composites, grâce à leur facilité de fabrication, leur grande légèreté, leur qualité d'isolation couplée à leur robustesse permettent d'envisager le développement de nouveaux matériaux énergétiques intervenant dans la fabrication des éoliennes, hydroliennes et des panneaux solaires (composites à base de bois, tel que l'alliage de *balsa* (*Ochroma pyramidale*), de fibres de verre et de fibres de carbone). Parmi ces matériaux, nous nous intéressons au matériau SMC (sheet moulding composite) composé d'une matrice en polyester et de fibres courtes de verre C d'environ 50mm de longueur orientées aléatoirement.

Pour le suivi de l'endommagement de ce matériau nous utilisons la technique de l'émission acoustique, en effet cette technique permet de prévenir les risques industriels, d'anticiper et de détecter les défauts de structure, de contrôler et de suivre le vieillissement des matériaux qui permettra d'apporter la sécurité nécessaire des installations et équipement industriels.

Par ailleurs, la technique de l'émission acoustique trouve une large application dans le domaine de la géologie ainsi que du microséisme.

Afin d'étudier l'effet de la densité surfacique sur l'endommagement de ce matériau, nous avons réalisé nos essais sur trois séries de composites SMC avec les différentes concentrations surfaciques suivantes : 300g/m², 450g/m² et 600g/m².

Des essais de traction jusqu'à rupture des différents éprouvettes de SMC ont été réalisés sur une machine de traction INSTRON 4505 ayant une capacité de chargement 100KN.

Le dispositif d'acquisition de l'émission acoustique est composé de deux capteurs, de préamplificateurs et d'une carte d'acquisition permettant également le traitement des données; effectués à l'aide du système Vallen et d'un PC.

A l'aide d'une caméra et d'un PC menu du logiciel LIMESS Maßtechnik und Software GmbH, 2006, permettant l'évaluation de la déformation et liés à la machine INSTRON, nous avons suivi l'évolution de la texture en fonction du temps et ainsi calculé la déformation dans la direction de traction (direction longitudinale) depuis le début de la traction jusqu'à rupture (fig.1)

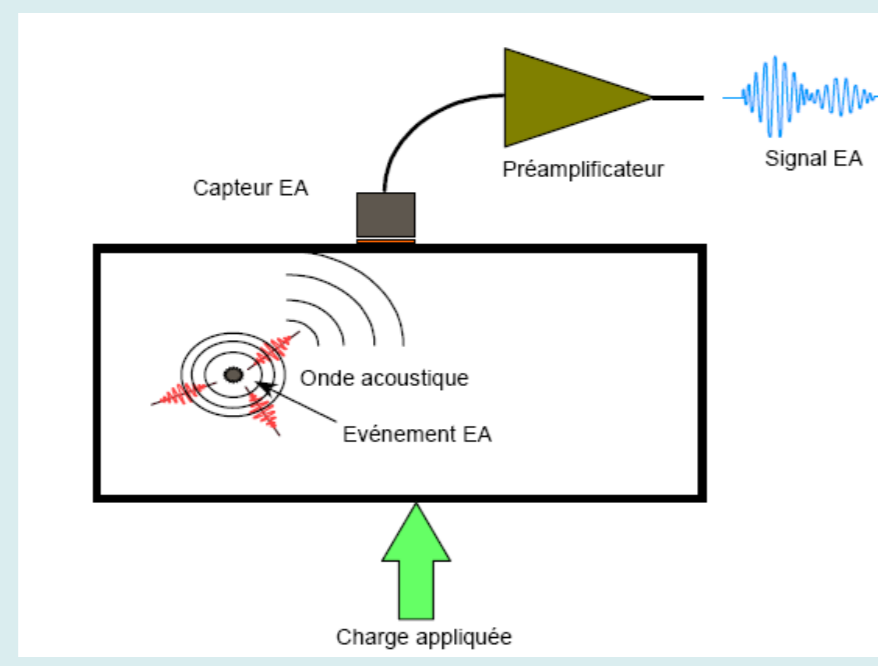
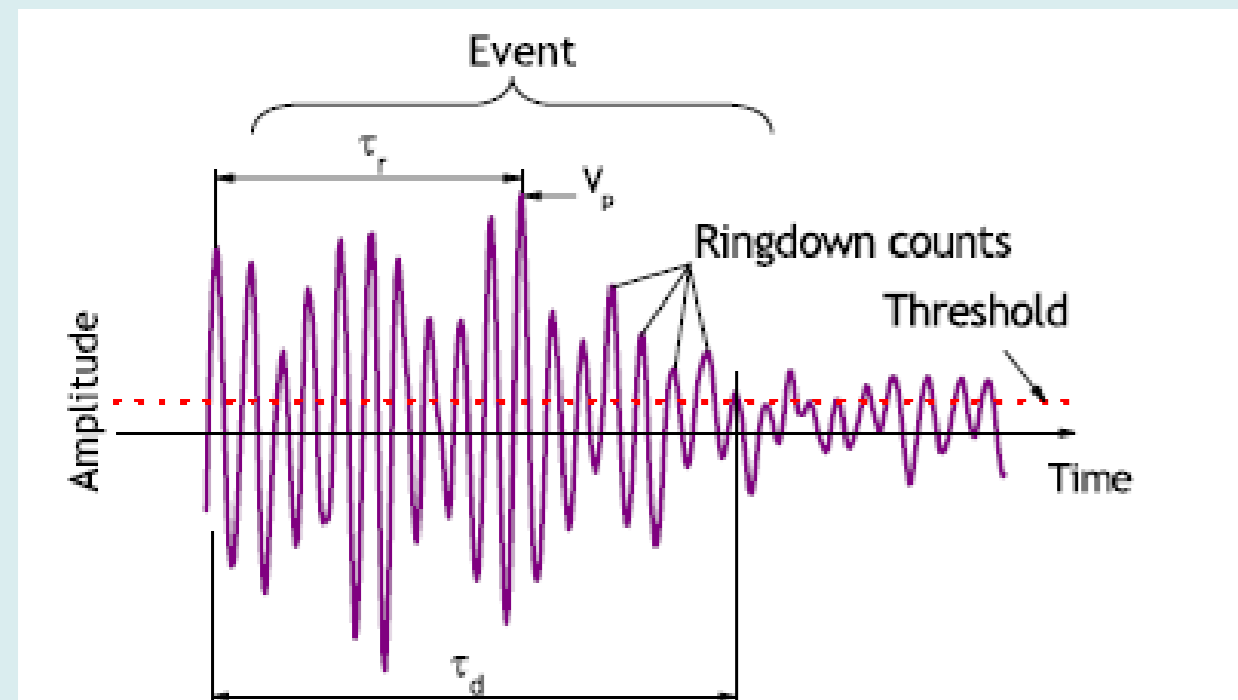


Fig.1: représentation du phénomène



- Amplitude maximale (V_p ; Peak amplitude)
- Durée (τ_d ; Duration)
- Nombre de coups (Ringdown : 18)
- Événement (Event count : 1)
- Temps de montée (τ_r ; rise time)
- Seuil de l'onde (threshold)
- Énergie du signal :

$$E = \int_{t_1}^{t_2} V_r^2 dt$$

Fig.2 Schéma d'un signal type de l'émission acoustique (EA) et ses paramètres

C'est l'analyse de ces ondes qui permet le diagnostic des défauts apparaissant dans le matériau à savoir: frottements, relaxation des contraintes, corrosion, fuites, et propagation des fissures [1].

EXPERIMENTATIONS

- I- Essais de traction
 - 1-Evolution de la déformation en fonction de la contrainte.
 - 2-Texture
 - 2-Traitement des signaux acoustiques
- II- Microscopie optique → Analyse des faciès

RESULTATS EXPERIMENTAUX

1-Contrainte-Déformation:

Les essais de traction ont été réalisés sur trois séries d'échantillons ayant les différentes concentrations de fibres, les figures 4(a) représentent l'évolution de la déformation sous l'effet de la contrainte.

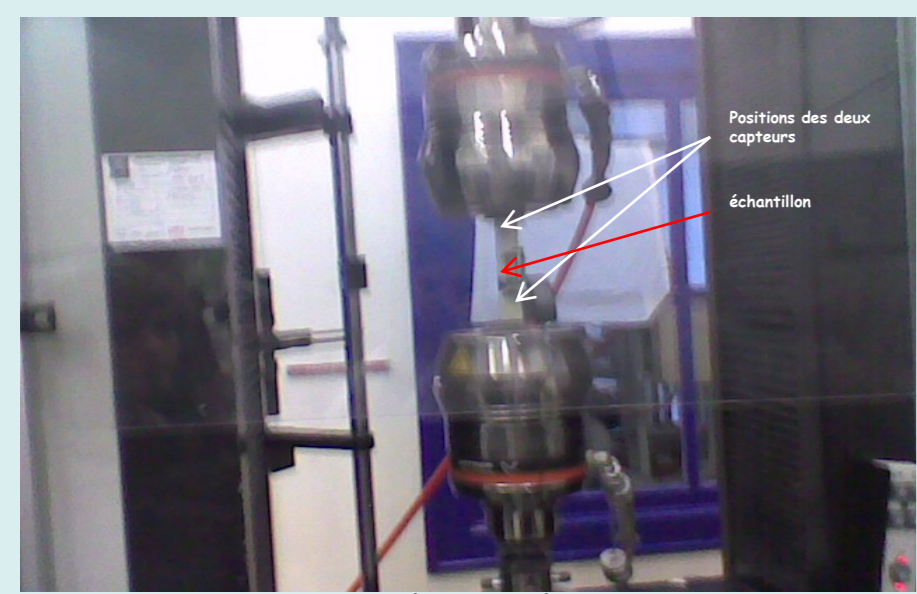
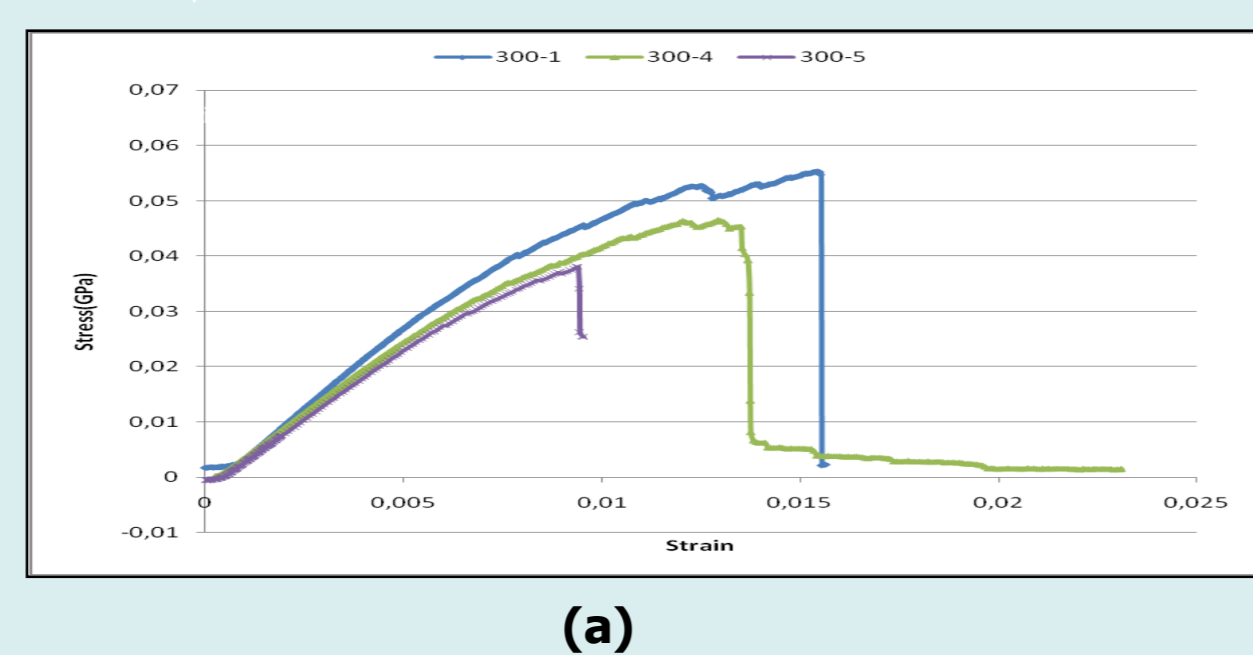
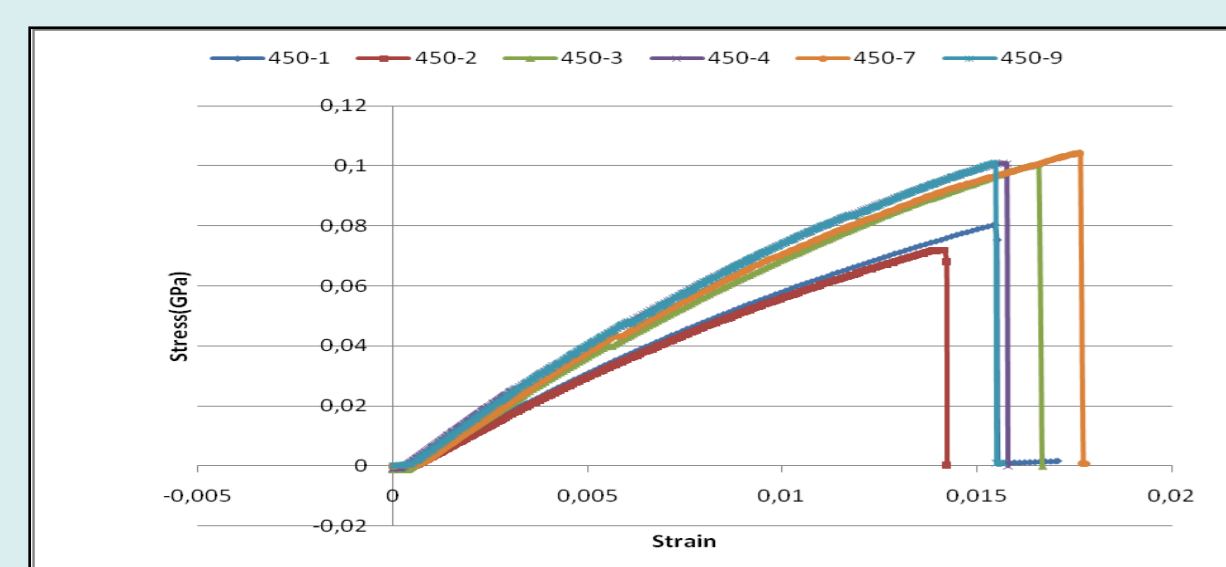


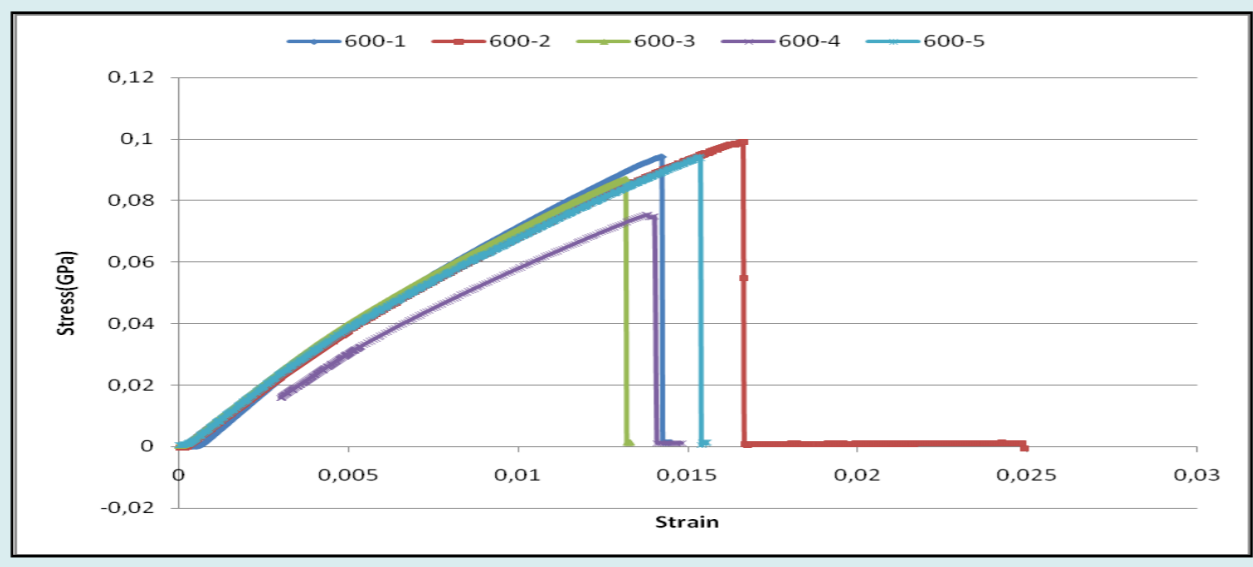
Fig. 3 Machine de traction INSTRON 4505



(a)



(a)



(a)

Fig.4(a) Courbes représentant l'évolution de la déformation en fonction de la contrainte dans les différents échantillons.

2-texture:

Grâce au logiciel LIMESS nous avons suivi la texture des trois matériaux le long des essais de traction (voir figure 5).

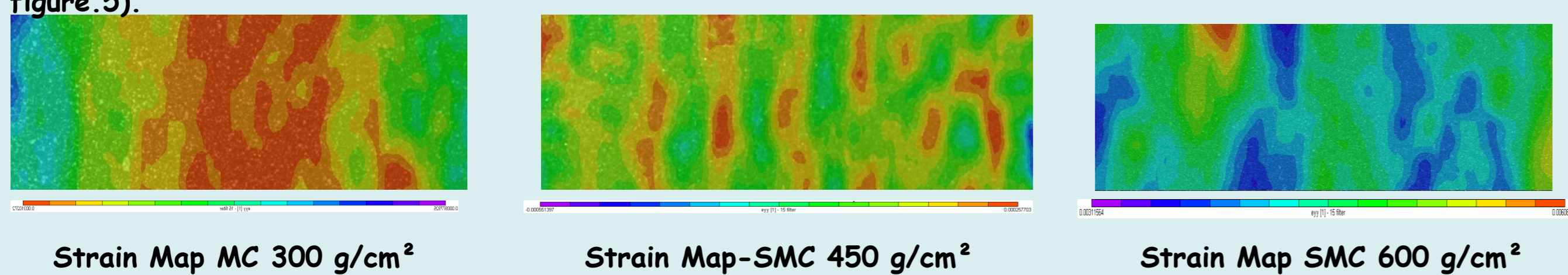


Fig.5 Textures de déformation des trois différents échantillons SMC.

3-Signaux acoustiques:

L'activité acoustique a été enregistré tout au long de l'essai de traction, les signaux acoustiques recueillis sont représentés sur les figures 6, 7, 8, 9 et 10.

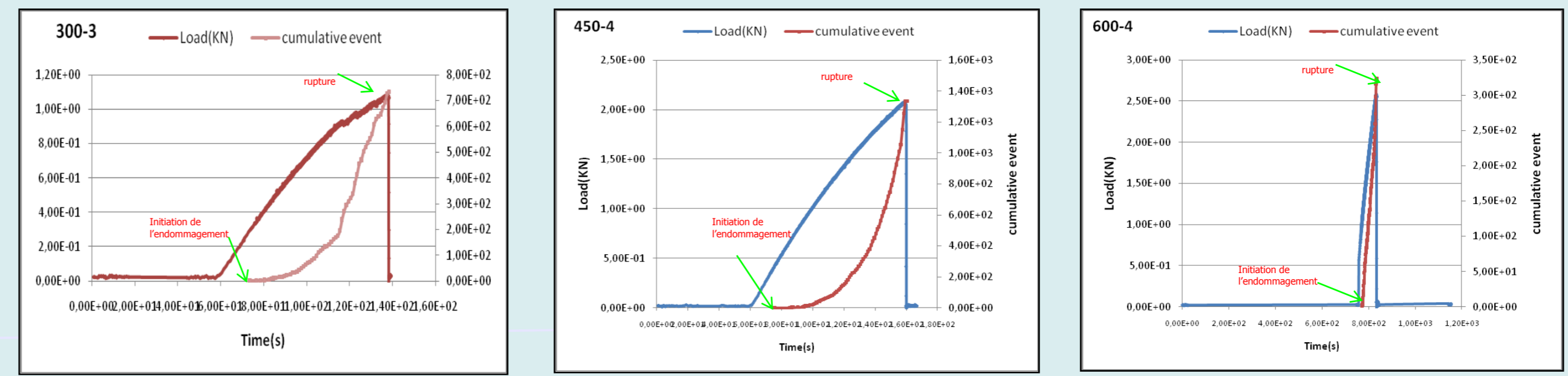


Fig.6: Courbes contrainte-déformation et événements acoustiques cumulés pendant la déformation.

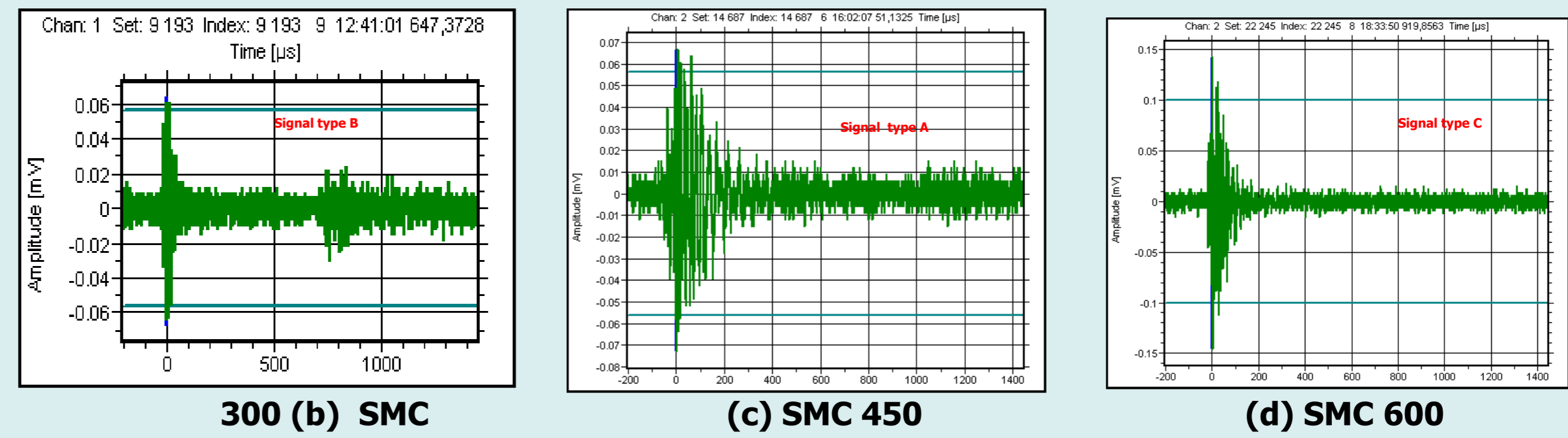


Fig.7: Représentation temporelle des signaux acoustiques détectés dans les trois matériaux

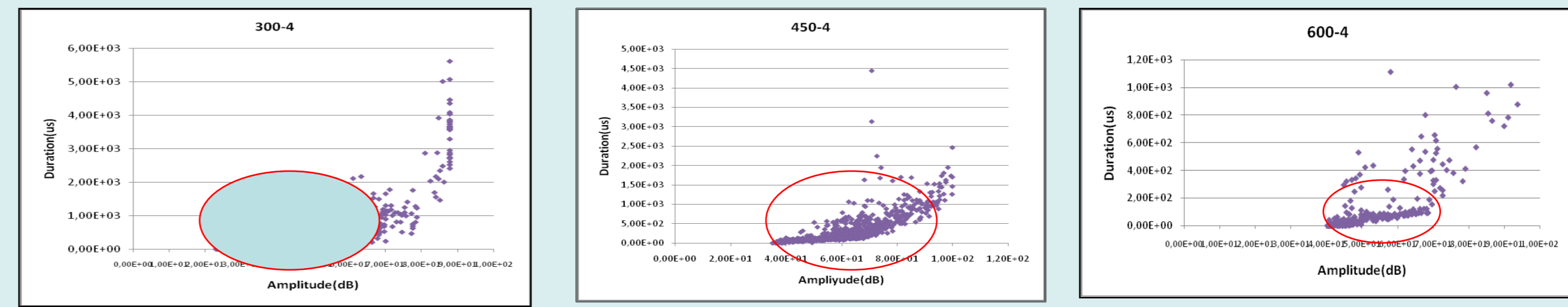


Fig.8: Courbes Duration-Amplitude des trois matériaux.

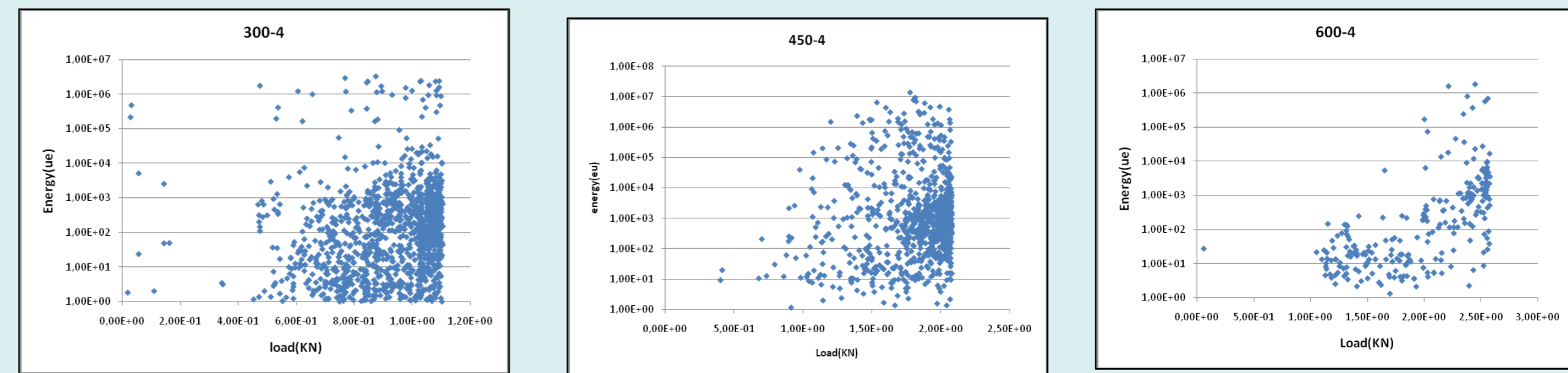


Fig.9: Energie dissipée pendant les essais de contrainte dans les trois échantillons.

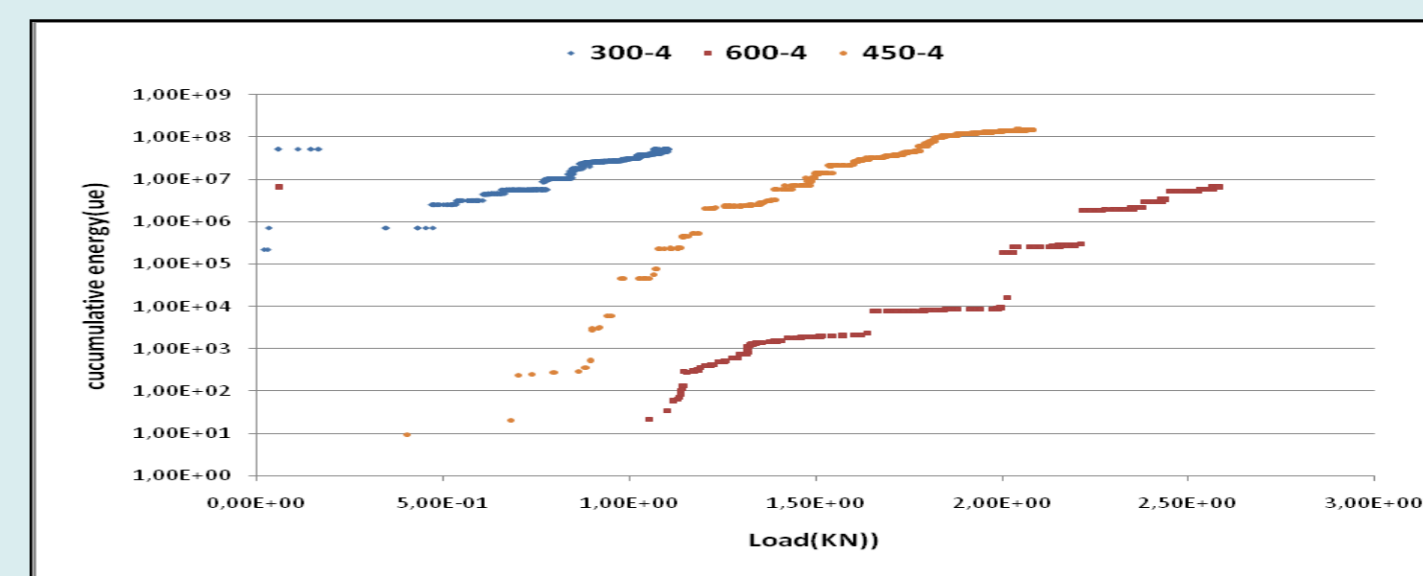


Fig.10 : Graphique résumant l'énergie cumulée dans les différents composites.

IV Observations microscopiques:

Les éprouvettes SMC endommagées au préalable par les essais de traction, ont été par la suite observées microscopiquement, dans leur direction transversale en utilisant un microscope optique qui nous a permis l'examen des fissurations dans les trois types SMC (voir figure 11).

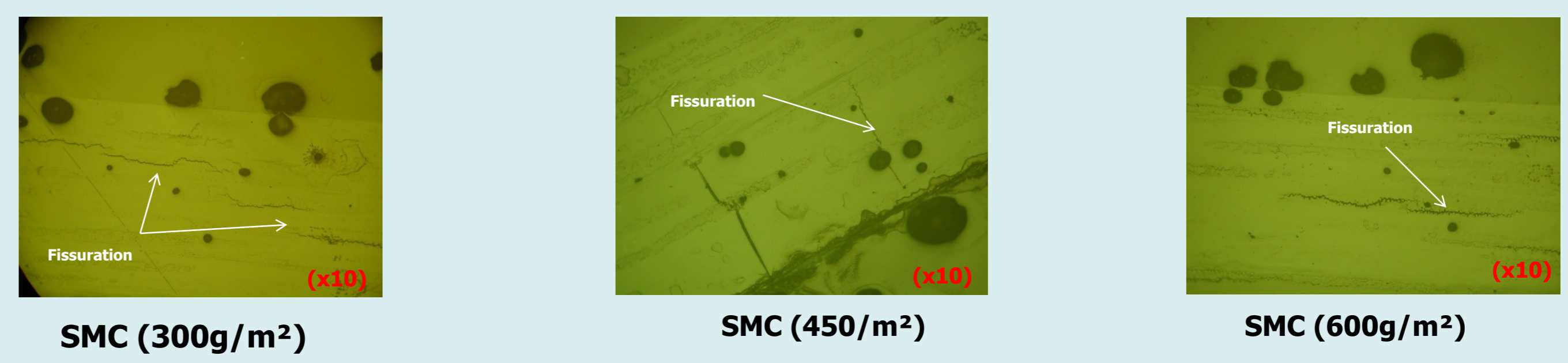


Fig.11: Microscopie optique des trois matériaux

Charge de rupture	Valeur moyenne du	temps de rupture	Gamme d'Amplitude des signaux, A(dB)
	Module de Young		
F(KN)	E (GPa)	t(s)	
300g/m ²	5,1132	5	24-70
450g/m ²	8,384984	160	40-90
600g/m ²	8,3665648	831	40-68

Tableau résumant les principaux paramètres physiques observés pendant les essais de traction dans les trois types de matériau.

DISCUSSION

- Les courbes déformation-contrainte nous ont permis d'avoir les contraintes limites ainsi que les déformations, nous n'avons pratiquement pas observé de différence entre les trois matériaux.
- Les textures ne montrent aucune particularité, cependant elles nous ont permis d'avoir les déformations locales en fonction du temps.
- Les courbes acoustiques montrent:
 - ✓ Le nombre d'événements cumulés est nettement plus grand dans le matériau SMC450 relativement au SMC300 et SMC600.
 - ✓ L'analyse des signaux acoustiques montre que la limite d'Amplitude du plus grand pourcentage des salves ne dépasse pas 70dB dans les matériaux SMC300 et SMC600 alors qu'elle atteint 90dB dans le SMC450, ce qui nous suggère que dans ce dernier la présence du mode d'endommagement *rupture de fibres* ce mode dans les deux autres matériaux où l'endommagement pourrait être associé aux autres modes d'endommagement: *Fissuration matricielle, délaminage et Décohésion fibre/matrice*, il est toutefois difficile de discerner ces modes d'endommagement et cela est dû à la présence des zones de recouvrements qui rendent incertaine l'attribution d'un signal à un endommagement ayant réellement eu lieu[2, 3]
 - ✓ La figure .7 montre que l'énergie commence par augmenter lentement, reste linéaire pendant une certaine période ensuite augmente rapidement, l'énergie dissipée dans le SMC450 nettement supérieure relativement aux deux autres.
 - ✓ On observe aussi des sauts d'énergie, notamment dans le SMC650, cela serait dû probablement aux changements de mode d'endommagement.

CONCLUSION

Ce travail nous a permis d'avoir une vue globale du phénomène de l'endommagement dans les trois matériaux SMC, il est toutefois nécessaire de compléter ce travail par d'autres techniques à savoir la technique de la diffraction des rayons X et l'observation au microscope électronique à balayage, pour identifier les différents modes d'endommagement ainsi que d'avoir une meilleure compréhension du phénomène.

Références:

- [1] Sung-ChoongWoo et Nam Seo Goo, « Identification of failure mechanisms in a smart composite actuator with a thin sandwiched PZT plate based on waveform and primary frequency analyses », Smart Mater. Struct. 16 (2007) 1460-1470
- [2] Sung-Choong Woo et Nak-Sam Choi, « Analysis of fracture process in single-edge-notched laminated composites based on the high amplitude acoustic emission events », Composites Science and Technology 67 (2007) 1451-1458
- [3] Hanane Nechad, « Evaluation de l'endommagement et de la rupture de matériaux hétérogènes Par ultrasons et émission acoustique : Estimation de la durée de vie restante.