



Livable n°T.4.7.1

TECHNICAL REPORT ON THE IMPACT
RESISTANCE OF BIOBASED COMPOSITES
03/2023

UoP



European Regional Development Fund



Partenaires

PP Responsable : University of Portsmouth

Partenaires impliqués : Kairos, EcoTechnilin

Contenu

1. Introduction

Les matériaux composites renforcés de fibres sont de plus en plus utilisés dans diverses industries. Cette tendance est principalement due à leurs propriétés supérieures à celles des matériaux métalliques conventionnels. Outre leur coût, l'utilisation généralisée de matériaux composites contenant des composants non recyclables a également entraîné de graves problèmes environnementaux.

Le développement de composites à base de fibres végétales naturelles (NPFC) est considéré comme une alternative plus écologique aux composites à base de renforts synthétiques. En plus d'être durables et biodégradables, les NPFC offrent plusieurs avantages tels que leur faible coût, leur légèreté, leur faible densité, leur résistance spécifique élevée et leur faible abrasivité par rapport à leurs homologues conventionnels tels que les composites renforcés de fibres de verre et de carbone.

L'application des NPFC dans les composants structurels nécessite une compréhension approfondie de leurs propriétés matérielles et de leurs performances mécaniques. Divers aspects des composites renforcés de fibres naturelles sont disponibles dans la littérature publiée.

Les fibres de lin (FF) sont l'une des fibres naturelles les plus couramment utilisées dans les applications composites. Les propriétés mécaniques des FF ne sont généralement pas comparables à celles des fibres synthétiques. Toutefois, leurs propriétés mécaniques spécifiques sont comparables, voire supérieures, à celles des fibres de verre [1]. Les chercheurs étudient divers aspects des composites renforcés par des fibres de lin et on peut trouver des analyses de ces études dans [2-4].

La résistance aux chocs est l'une des principales propriétés d'un matériau. Les principaux objectifs de ce rapport sont d'évaluer le comportement à l'impact des composites à base de fibres de lin en utilisant des essais d'impact à faible vitesse. À cette fin, la réponse de cinq types de matériaux fournis par Kairos, lors d'un impact à faible vitesse (LVI) est



présentée dans ce rapport. Les traces force-déplacement, force-temps et énergie-temps obtenues lors des essais LVI sont utilisées pour quantifier et comparer la réponse à l'impact de ces matériaux.

2. Matières

Les tests LVI sont réalisés pour cinq types de matériaux différents, à savoir le non tissé conventionnel (CNW), le nouveau non tissé (NNW), le Kairlin Brown (KB), le Kairlin White (KW) et le Kairlin White avec charge 2 (KW-F2). La composition de chaque matériau est indiquée dans les rapports précédents. Quatre échantillons sont testés pour chaque matériau. La longueur et la largeur sont de 65 mm × 65 mm. L'épaisseur et le poids des échantillons sont mesurés avant l'expérience et sont indiqués dans le tableau 1.

Tableau 1. Dimensions des échantillons

	Thickness (mm)	Length (mm)	Width (mm)
CNW	2.7	65	65
NNW	1.8	65	65
KB	1.8	65	65
KW	2	65	65
KW-F2	2	65	65

3. Procédure expérimentale

Les expériences LVI sont réalisées à l'aide de la machine à poids tombant Instron CEAST 9340. La configuration de la machine d'essai est illustrée à la figure 1. Les expériences ont été réalisées à température ambiante et nous avons essayé de réaliser tous les essais dans des conditions identiques.

Les expériences ont commencé par l'application d'une énergie d'impact de 7J sur tous les matériaux. Les résultats pour chaque matériau sont présentés sous forme de graphiques force-déplacement, force-temps et énergie-temps. L'épaisseur de chaque matériau étant différente, les résultats normalisés en fonction de l'épaisseur de chaque matériau sont également présentés.

Afin d'étudier la réponse des matériaux à différentes énergies d'impact, deux matériaux d'épaisseur identique sont sélectionnés. À cette fin, des énergies d'impact de 3J, 5J et 7J ont été appliquées au KW et au KW-F2.

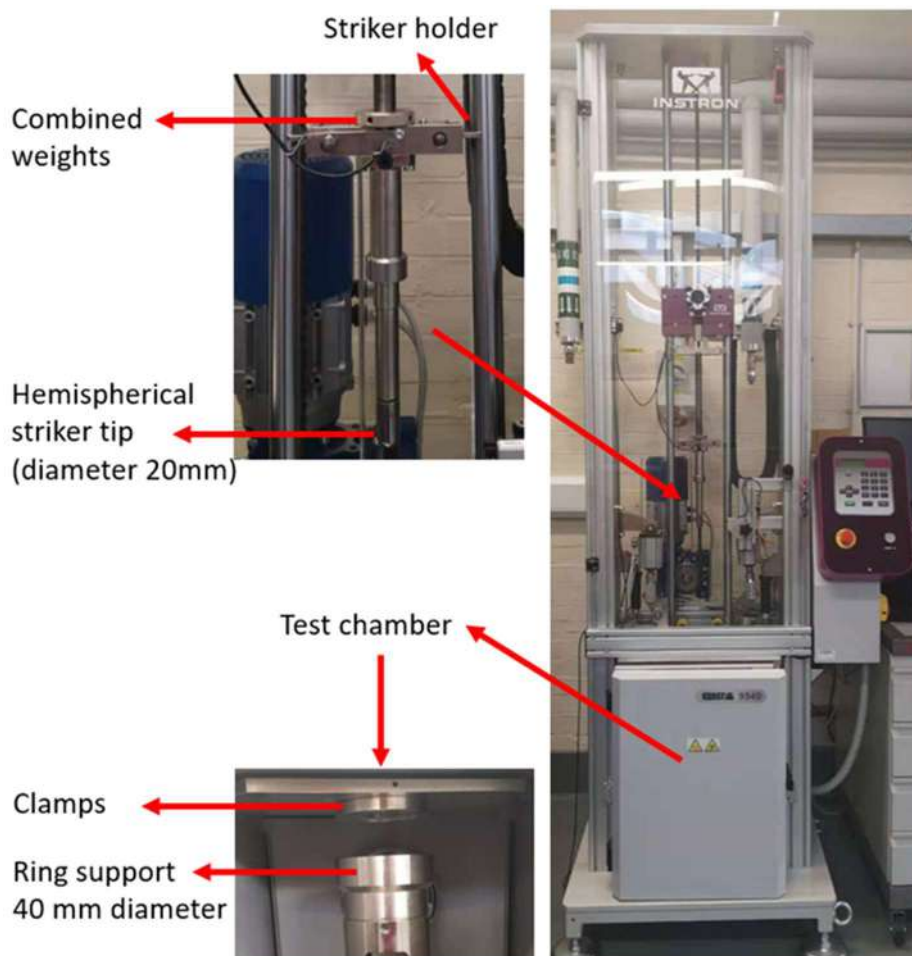


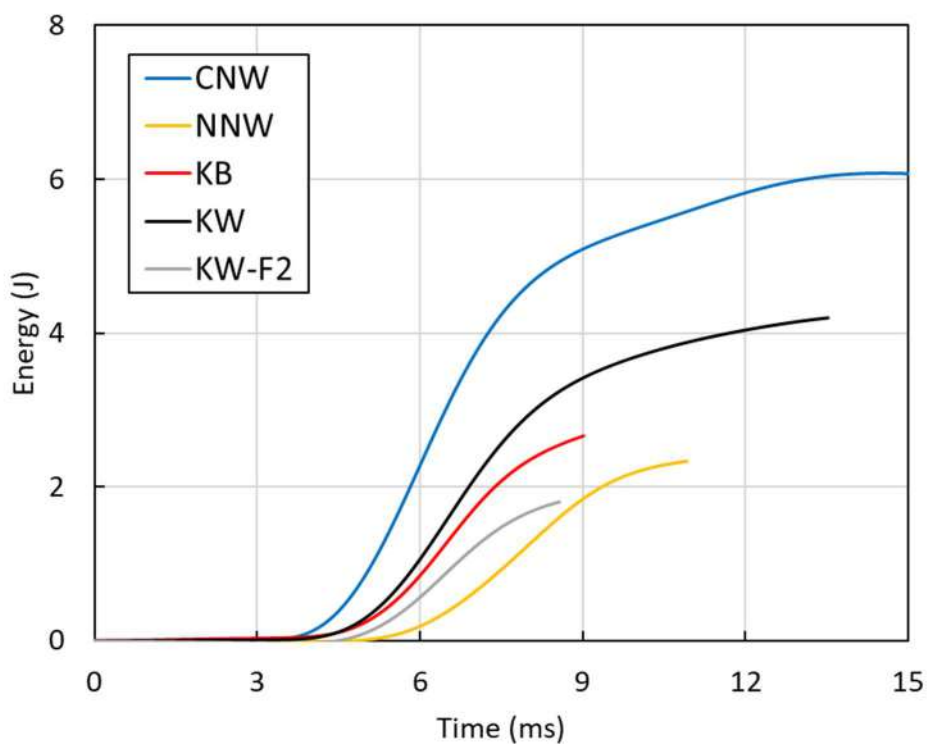
Fig 1. Impact test machine, Instron CEAST 9340

4. Résultats et discussion

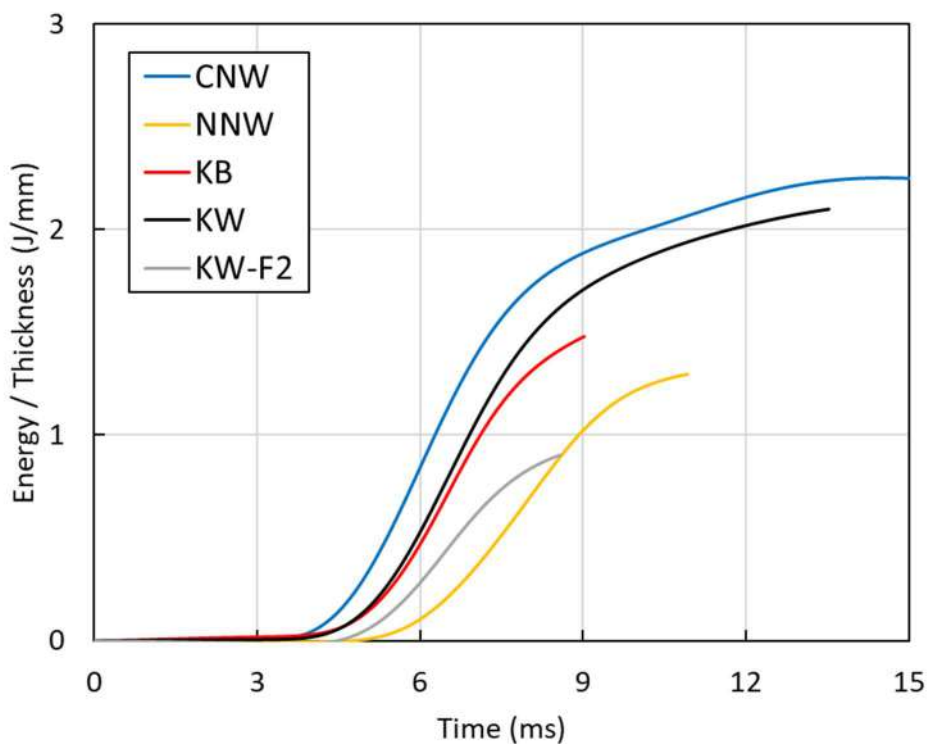
4.1 Comportement à l'impact

Les résultats pour chaque matériau sont présentés sous forme de graphiques force-déplacement, force-temps et énergie-temps. Les spécimens de chaque groupe de matériaux présentent des réponses très similaires. Cela implique une répétabilité appropriée des expériences. Ensuite, un échantillon représentant le comportement moyen dans chaque groupe est utilisé pour effectuer la comparaison entre les matériaux. Outre la comparaison des résultats, les valeurs de force et d'énergie sont normalisées en fonction de l'épaisseur de chaque matériau.

Les résultats des essais d'impact pour tous les matériaux sont présentés dans les figures 2 à 4. Comme le montre la figure 2, tous les matériaux sont entièrement pénétrés par une énergie d'impact de 7J. Si l'on considère les valeurs normalisées, le CNW présente la meilleure résistance à l'impact, tandis que le Kairlin blanc avec la charge 2 présente la résistance à l'impact la plus faible.

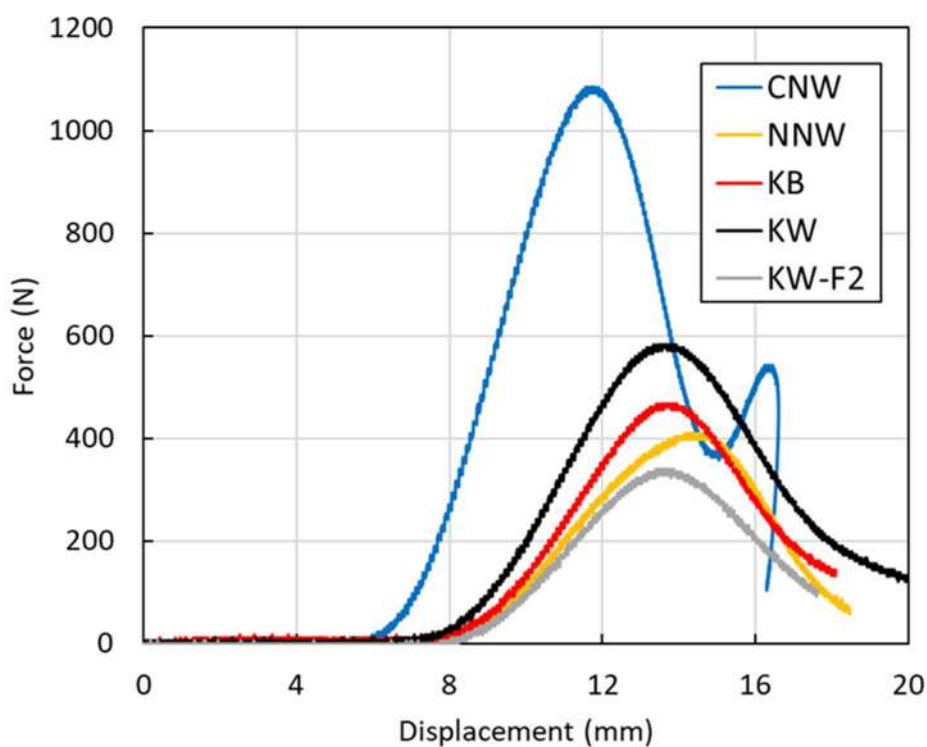


a

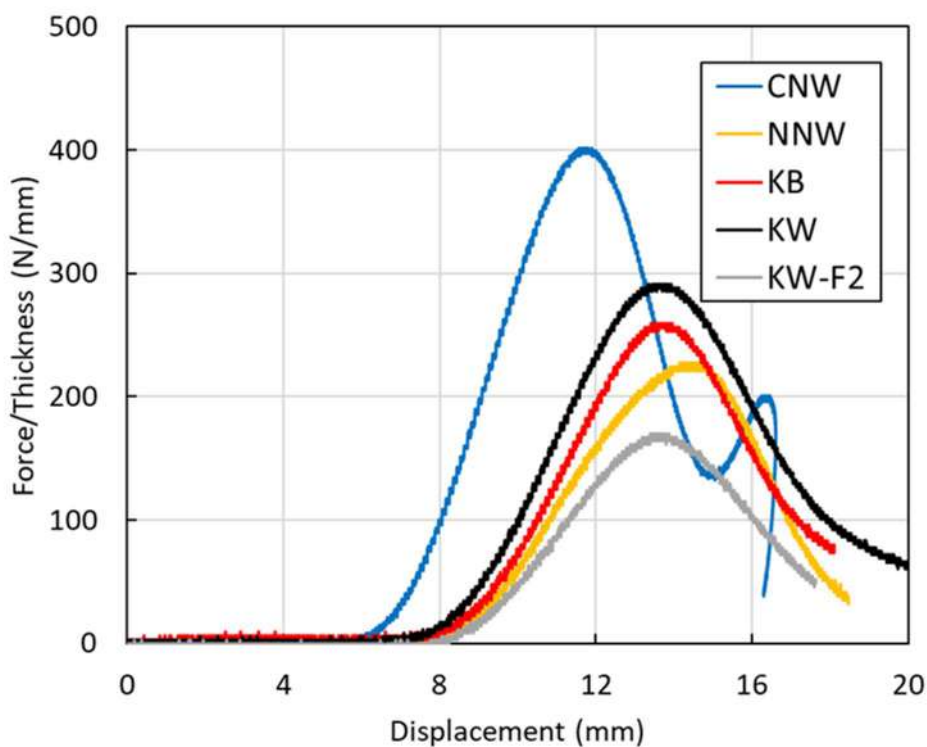


b

Fig 2. Comparaison des résultats des essais d'impact pour tous les matériaux (a) réponse énergie-temps, (b) réponse énergie-temps normalisée

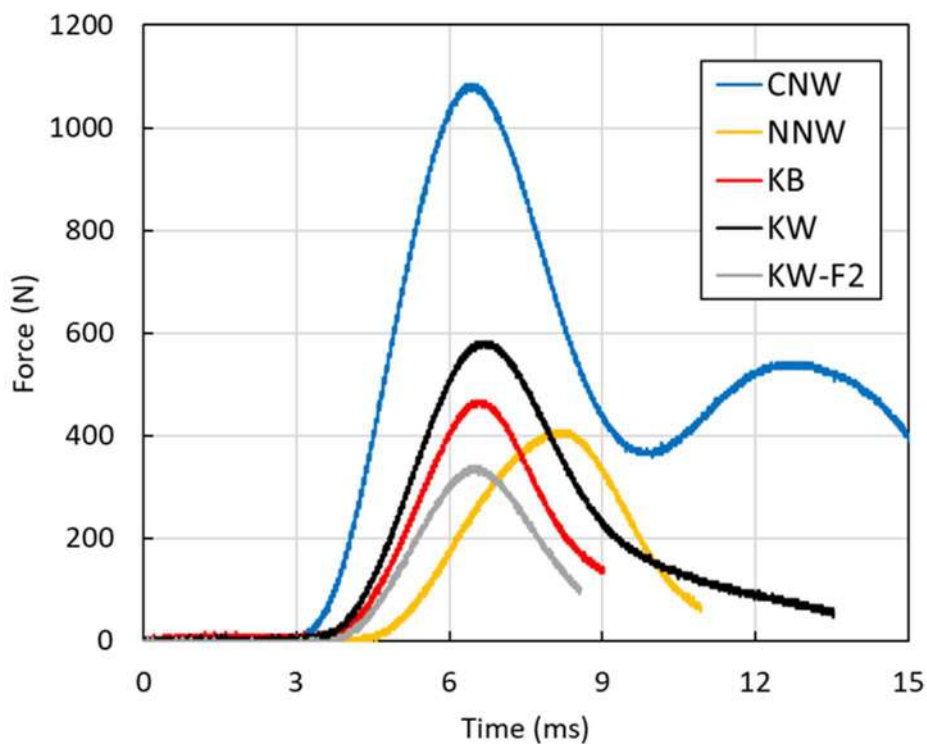


a

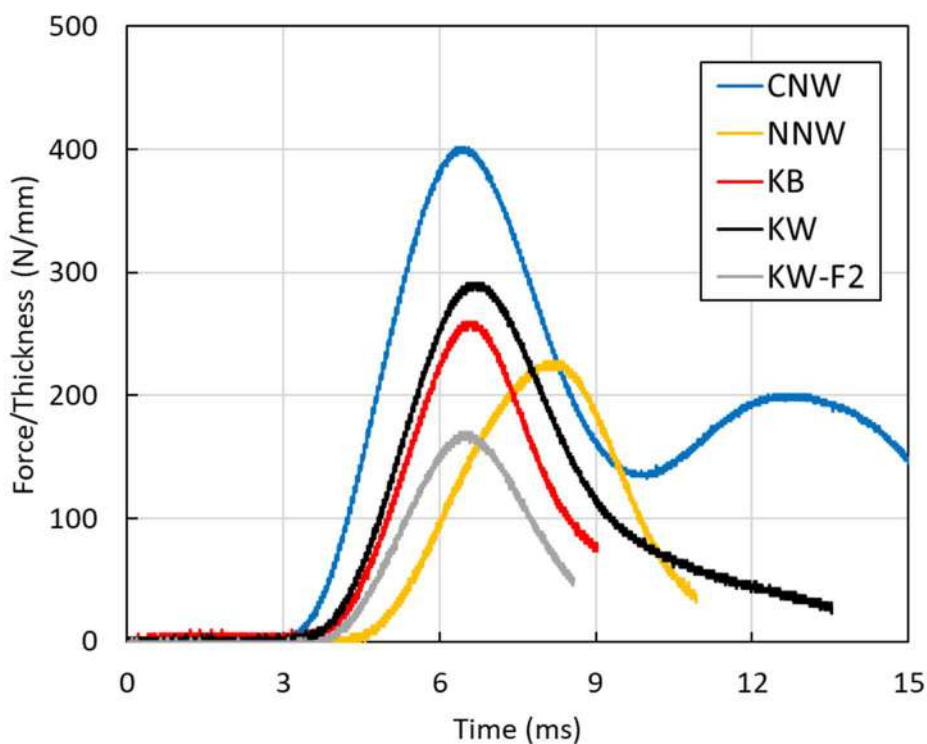


b

Fig 3. Comparaison des résultats des essais d'impact pour tous les matériaux (a) Réponse force-déplacement, (b) Réponse force-déplacement normalisée



a



b

Fig 4. Comparaison des résultats des essais d'impact pour tous les matériaux (a) Réponse force-temps, (b) Réponse force-temps normalisée



Les graphiques force-déplacement et force-temps des essais d'impact pour tous les matériaux sont présentés à la figure 4 et à la figure 3. Les résultats suggèrent que le CNW subit la force la plus élevée lors de l'impact.

4.2 Comportement des dégâts

Dans cette partie du rapport, les échantillons sont comparés en termes de différences d'apparence après l'impact. À cette fin, les vues avant et arrière des zones d'impact pour chaque matériau sont présentées dans les figures 5 à 7.

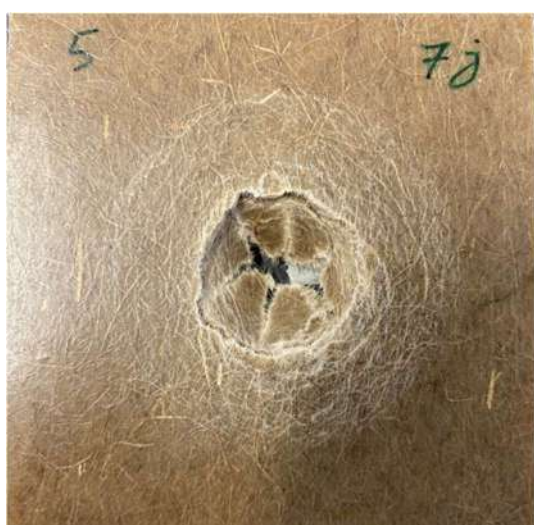


Fig 5. Apparence des échantillons de CNW après l'essai d'impact



Fig 6. Apparence des échantillons NNW après l'essai d'impact

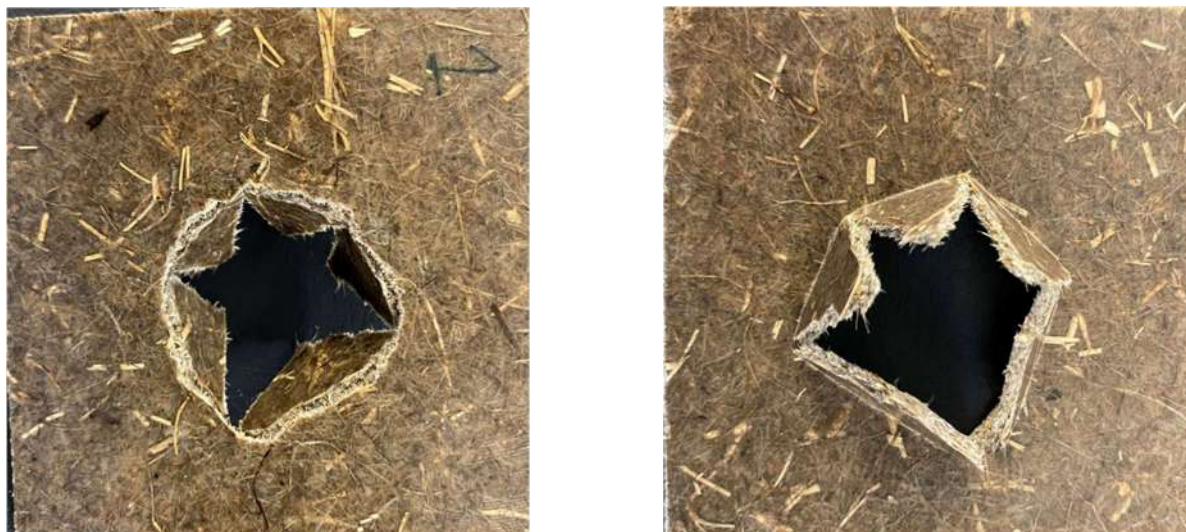


Fig 7. Apparence des échantillons de Kairlin brun après l'essai d'impact

Étant donné que des expériences supplémentaires avec différents niveaux d'énergie ont été réalisées pour le Kairlin blanc et le Kairlin blanc avec charge 2, les résultats pour ces matériaux sont discutés plus en détail dans la section suivante.

4.3 Comportement à l'impact du KW et KW-F2 sous une énergie d'impact de 3J, 5J and 7J

Bien que les résultats de la section précédente aient révélé la meilleure résistance à l'impact du KW par rapport au KW-F2, afin de mieux comprendre l'effet des charges sur le comportement à l'impact, des expériences supplémentaires avec des énergies d'impact plus faibles de 3J et 5J ont été réalisées pour ces deux matériaux.

Les graphiques énergie-temps, énergie-déplacement, force-temps et force-déplacements pour le KW et le KW-F2 sous 3J, 5J et 7J sont présentés dans les figures 8 à 11. L'épaisseur des deux matériaux étant la même (2 mm), les valeurs normalisées de l'énergie et de la force ne sont pas prises en compte dans cette section. Les résultats de la réponse à l'énergie d'impact dans les figures 8 et 9 montrent que la résistance à l'impact du KW-F2 est même inférieure à 3J.

L'aspect du KW et du KW-F2 après l'impact sous une énergie d'impact de 3J, 5J et 7J est illustré à la figure 12. Comme le montre cette figure, à l'exception de KW à 3J, tous les autres spécimens ont été entièrement pénétrés. Pour l'éprouvette KW-F2, tout le matériau de la zone d'impact est entièrement enlevé après l'impact. Cela pourrait signifier que l'ajout de charges a non seulement détérioré la résistance à l'impact, mais a également rendu le composite plus fragile.

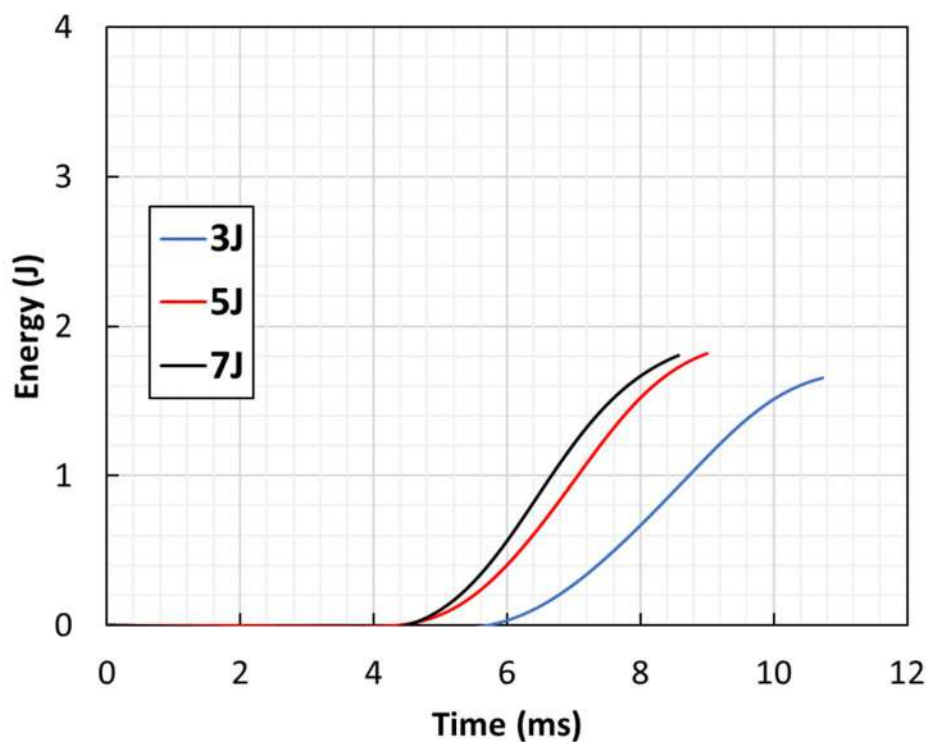
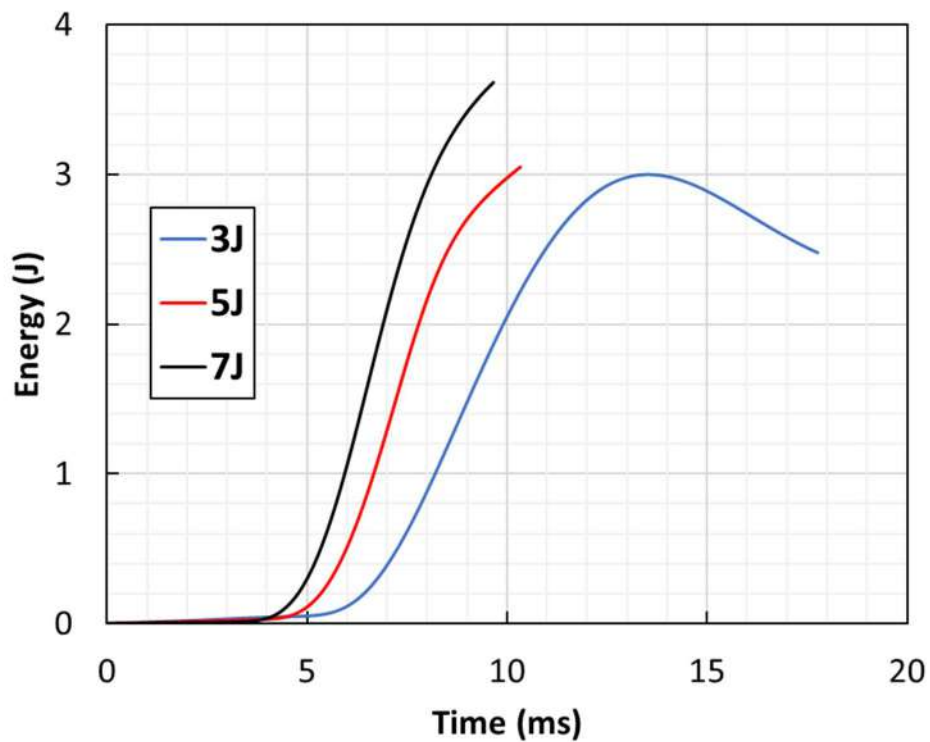
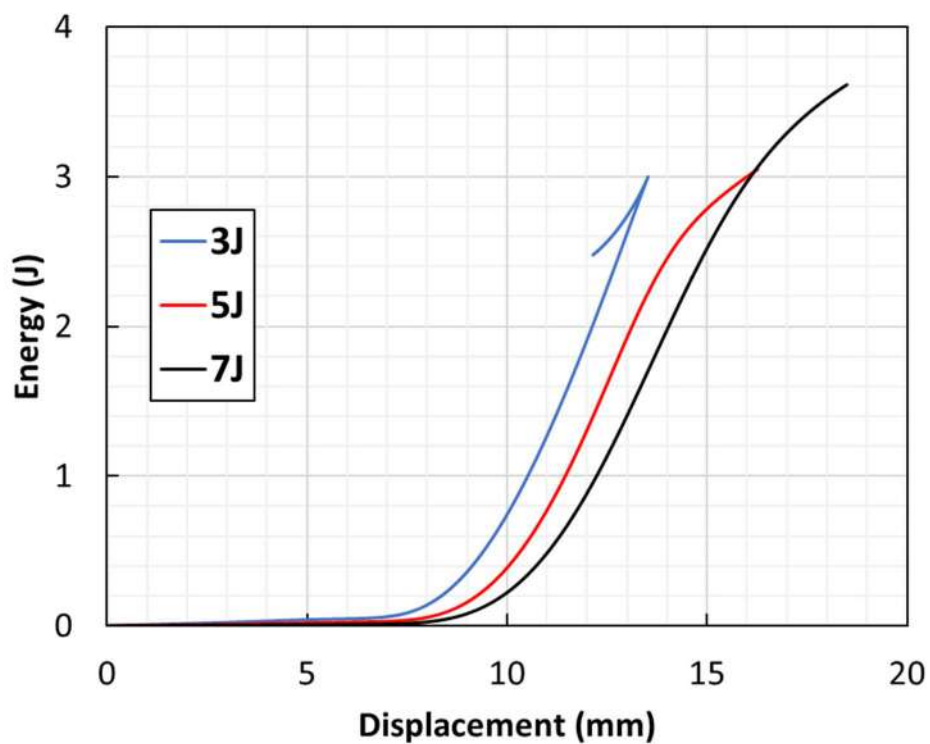
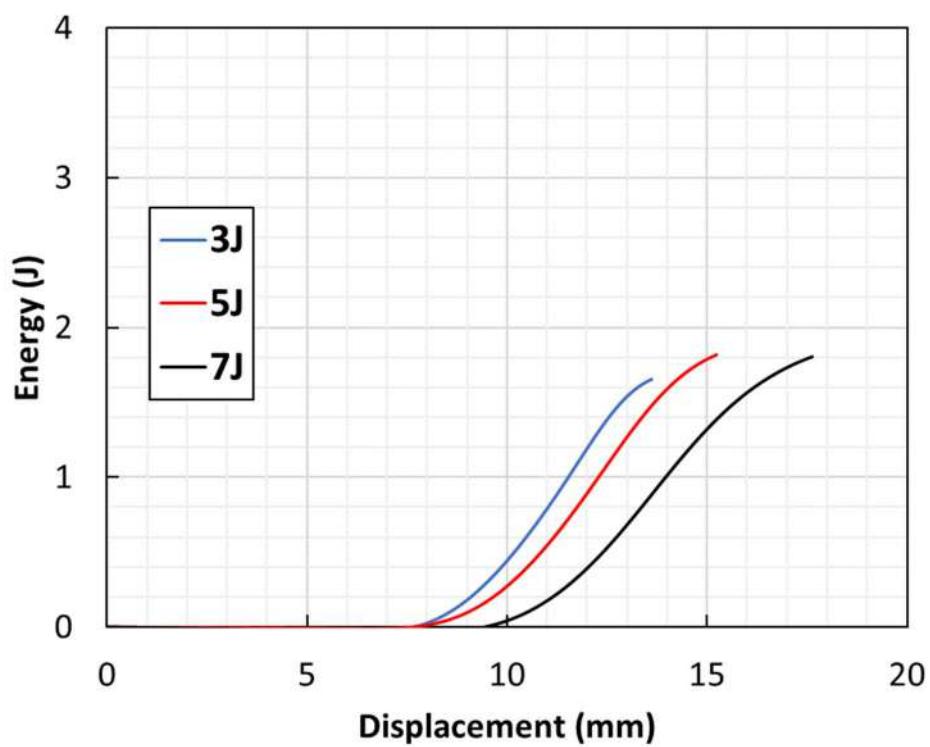


Fig 8. Graphiques énergie-temps pour trois niveaux d'énergie d'impact différents pour :
(a) KW, (b) KW-F2

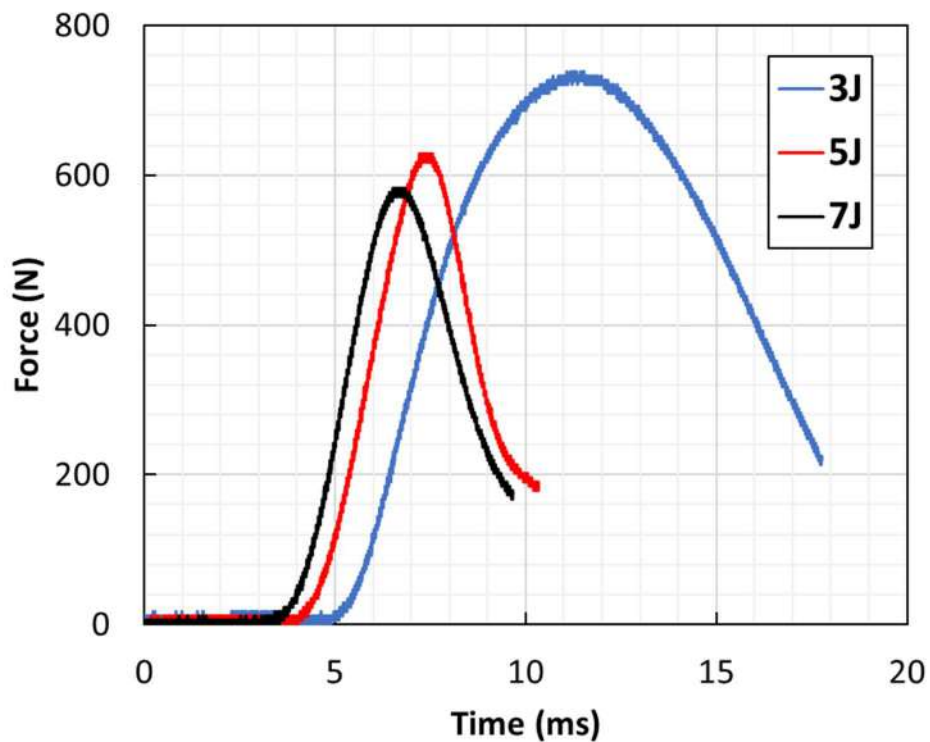


a

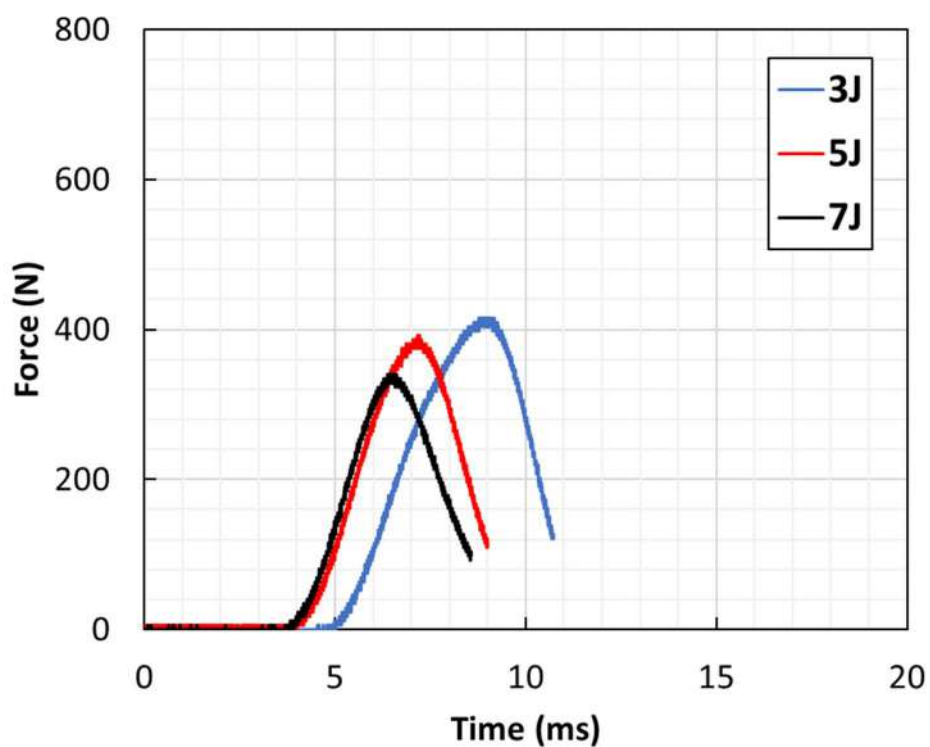


b

Fig 9. Traces d'énergie et de déplacement sous trois niveaux d'énergie d'impact pour :
(a) KW, (b) KW-F2



a



b

Fig 10. Traces de force-temps sous trois niveaux d'énergie d'impact pour : (a) KW, (b) KW-F2

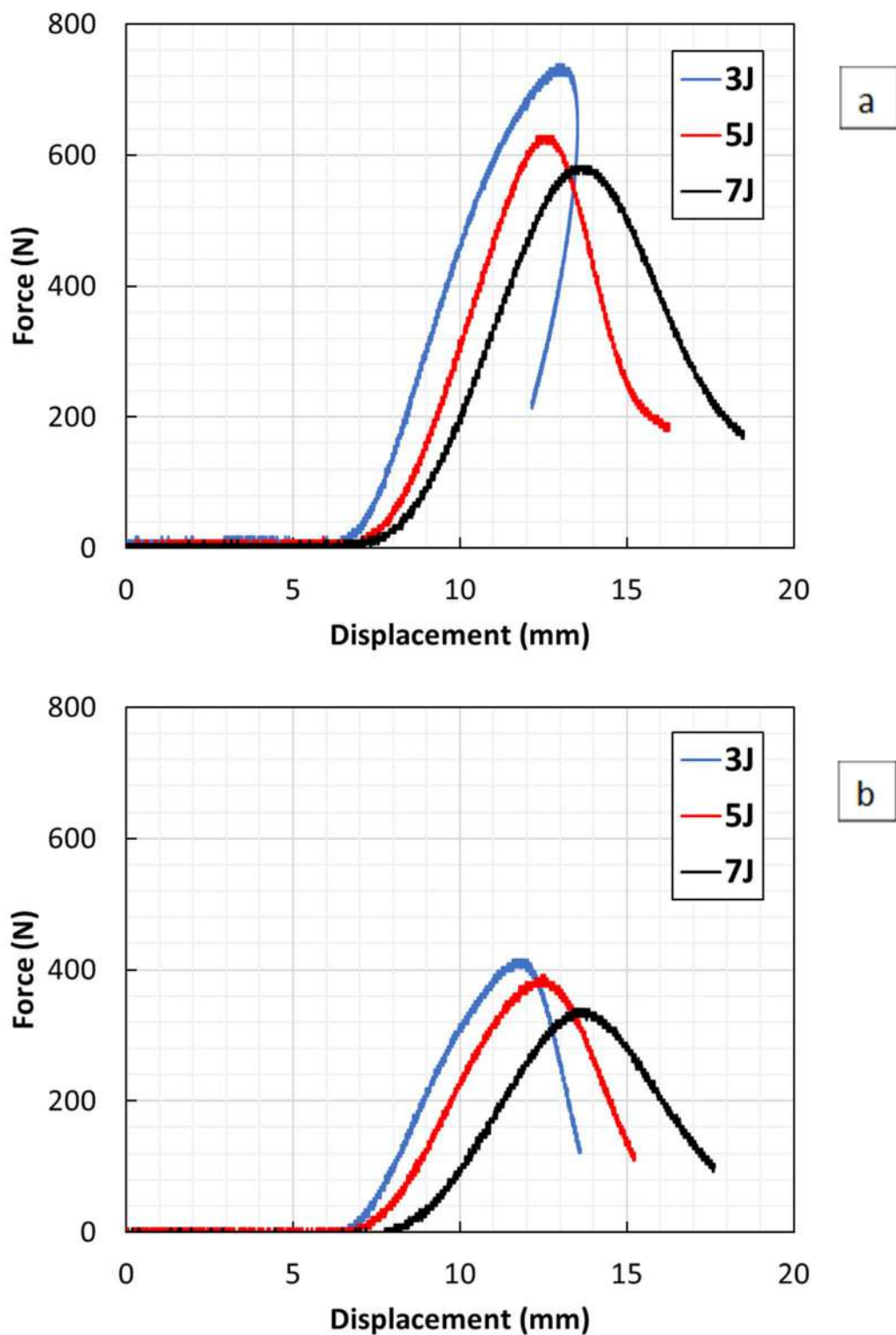


Fig 11. Traces de force-déplacement sous trois niveaux d'énergie d'impact pour : (a) KW, (b) KW-F2

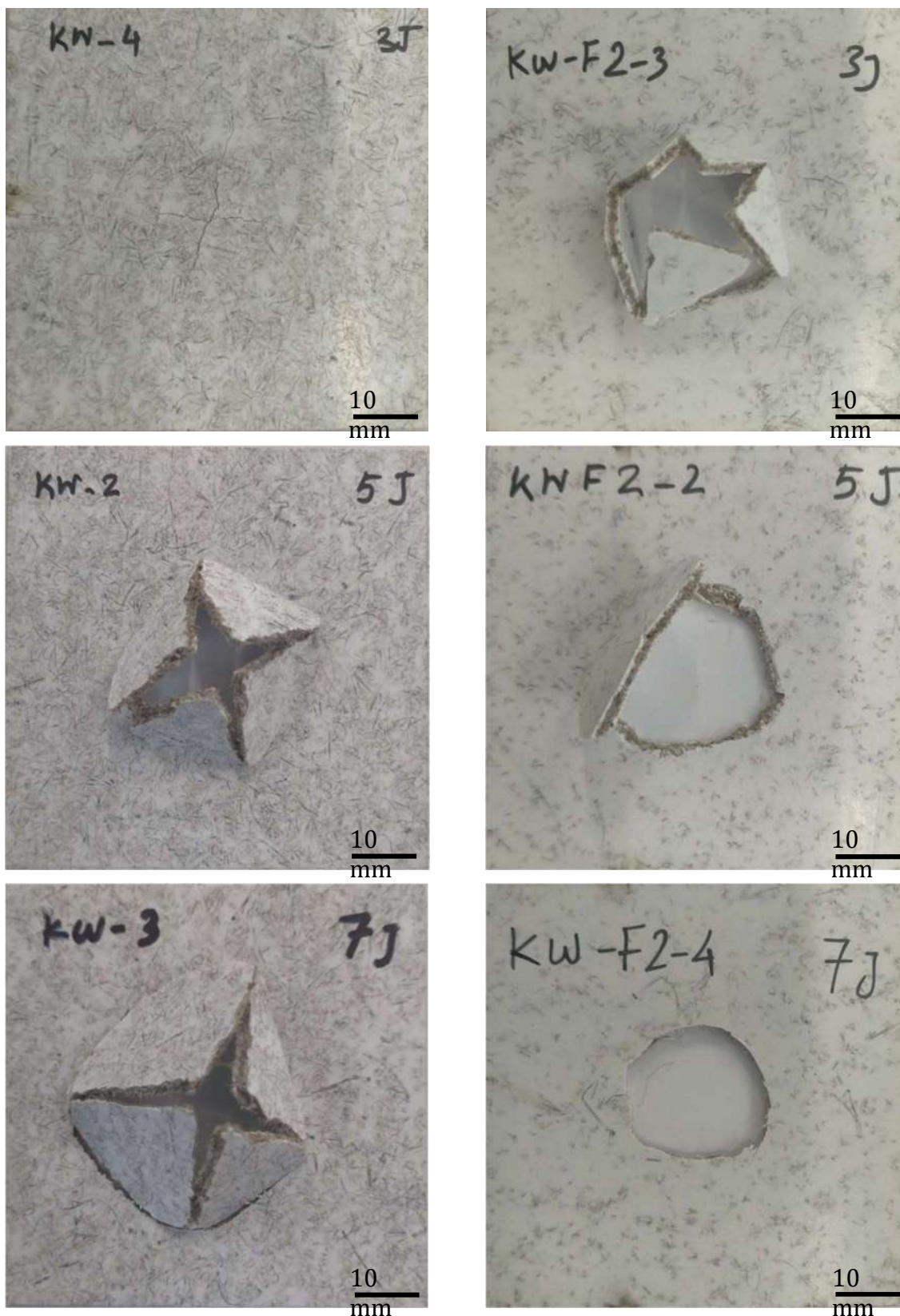


Fig 12. Comparaison de l'aspect après l'essai d'impact pour KW (à droite) et KW-F2 (à gauche) sous une énergie d'impact de 3J, 5J et 7J



5. Conclusions

La résistance à l'impact de cinq composites de lin biosourcés différents, à savoir CNW, NNW, KB, KW et KW-F2, est présentée et comparée dans ce rapport. Les essais d'impact à faible vitesse ont été réalisés en deux étapes. Lors de la première étape, tous les matériaux ont été soumis à une énergie d'impact de 7J. Les résultats indiquent que le CNW présente la meilleure performance d'impact, tandis que le KW-F2 présente la moins bonne performance.

Lors de la deuxième étape, des essais d'impact supplémentaires avec des énergies d'impact de 3J, 5J ont été effectués sur KW et KW-F2. Les résultats ont montré qu'en plus de diminuer la résistance à l'impact, les charges rendent le matériau composite plus fragile.

Les tests ont été effectués sur les matières d'EcoTechnilin et de Kairos, car ils sont pertinents pour ces matériaux étant donné que les PLV sont très souvent manipulées. Ces résultats seront utiles pour les panneaux de camions frigorifiques et les pales d'éoliennes, car le non-tissé est utilisé pour produire ces pièces.

References

- [1] Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoop, N., & Trada, M. (2011). A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 42(4), 856–873. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.01.010>
- [2] Yan, L., Chouw, N., & Jayaraman, K. (2014). Flax fibre and its composites - A review. *Composites Part B: Engineering*, 56, 296–317. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.08.014>
- [3] Rahman, M. Z. (2021). Mechanical and damping performances of flax fibre composites – A review. *Composites Part C: Open Access*, 4(December 2020), 100081. <https://doi.org/10.1016/j.jcomc.2020.100081>
- [4] Baley, C., Bourmaud, A., & Davies, P. (2021). Eighty years of composites reinforced by flax fibres: A historical review. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 144, 106333. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2021.106333>