

Master thesis and internship[BR]- Master's thesis : Thermo-mechanical modeling of composite materials subjected to fire[BR]- Integration Internship

Auteur : Dethier, Victor

Promoteur(s) : Noels, Ludovic

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil en aérospatiale, à finalité spécialisée en "aerospace engineering"

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/14528>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Thermo-mechanical modeling of composite materials subjected to fire

Victor DETHIER

Academic supervisor: Prof. Ludovic NOELS

Internship supervisor: Michaël BRUYNEEL

Master in Aerospace Engineering

Faculty of Applied Science, University of Liège

Academic year 2021-2022

Illustrations

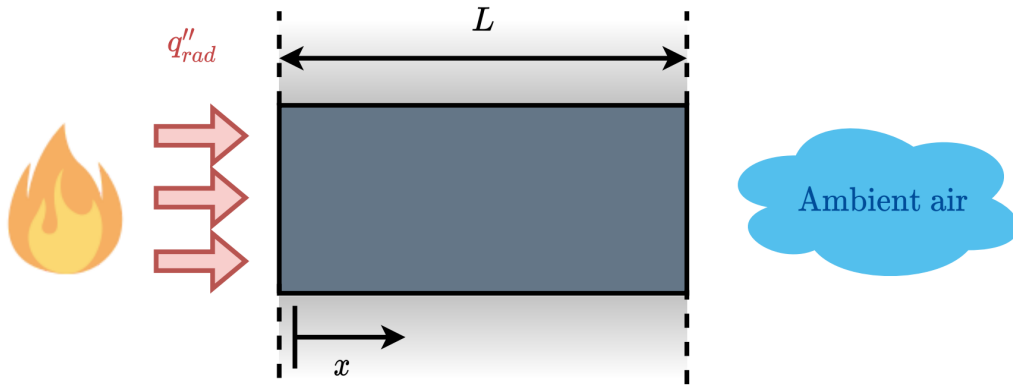


Figure 1: Schematic of the sample geometry used in SAMCEF and representation of the surrounding environment.

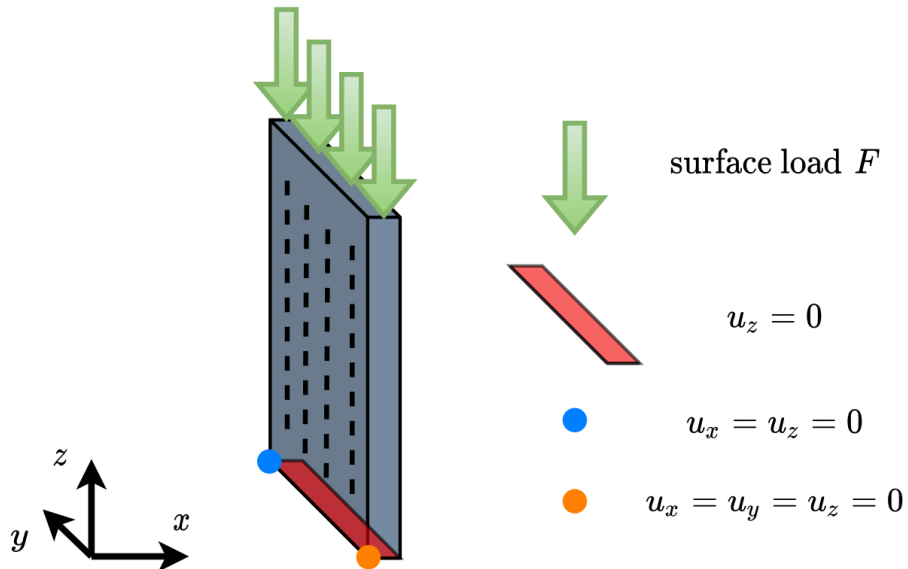


Figure 2: Schematic of the load and boundary conditions imposed in SAMCEF. The variable u represents a displacement.

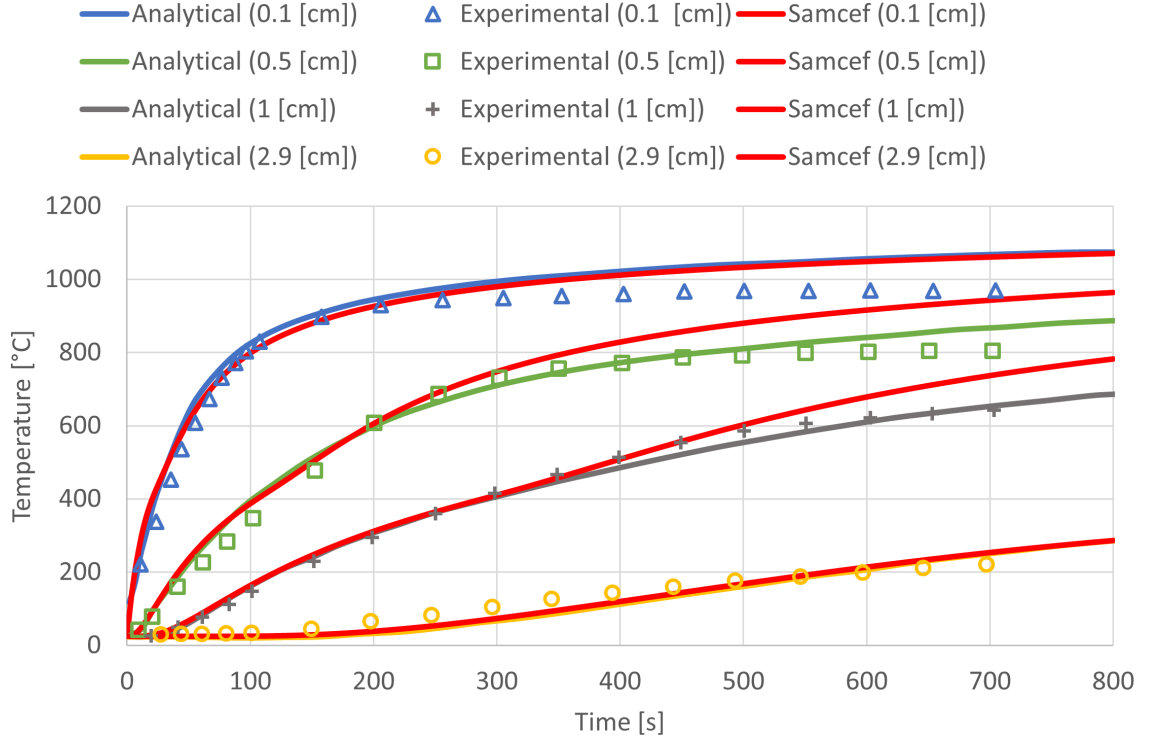


Figure 3: Time evolution of the temperature at different depths into the sample (0.1, 0.5, 1 and 2.9 [cm]) from the literature (analytical and experimental) and obtained with SAMCEF (with $A = 1.27 \times 10^{24}$ [1/s], $n = 10$ [-], $Q_p = -4 \times 10^6$ [J/kg] and $h_{conv} = 7$ [W/m²K]).

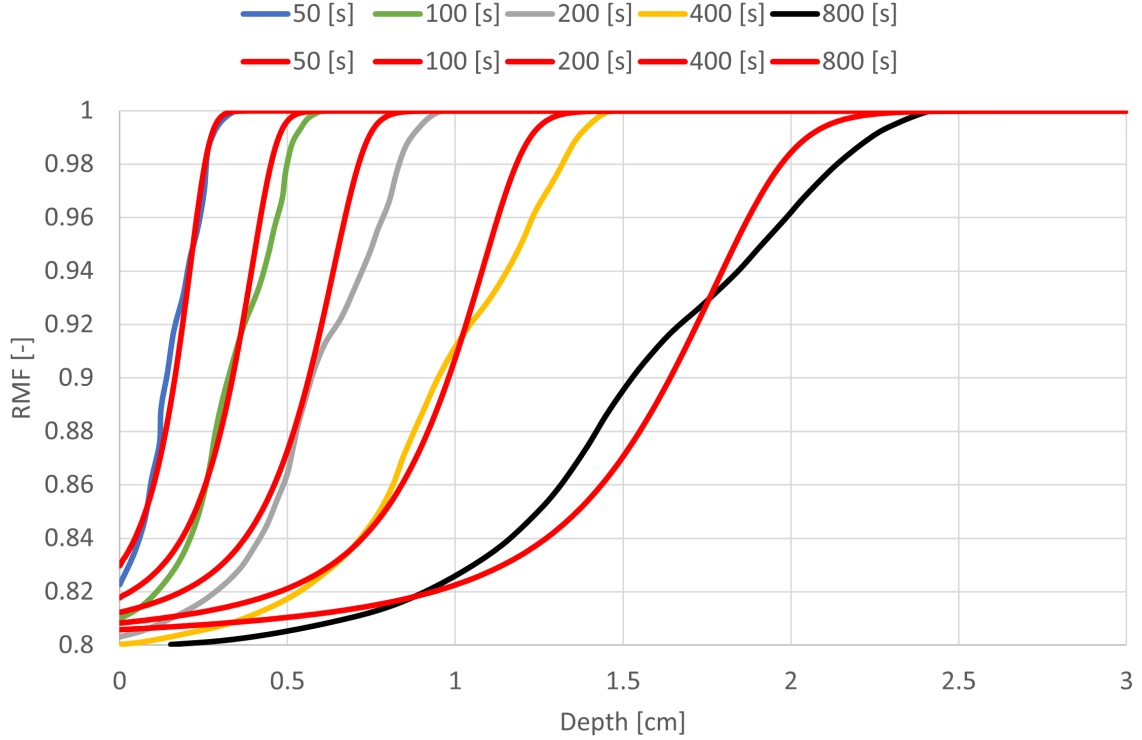


Figure 4: Variation of the Remaining Mass Fraction (RMF) as a function of depth for different times during the simulation from the literature (in colors) and obtained with SAMCEF (in red with $A = 1.27 \times 10^{24}$ [1/s], $n = 10$ [-], $Q_p = -4 \times 10^6$ [J/kg] and $h_{conv} = 7$ [W/m²K]).

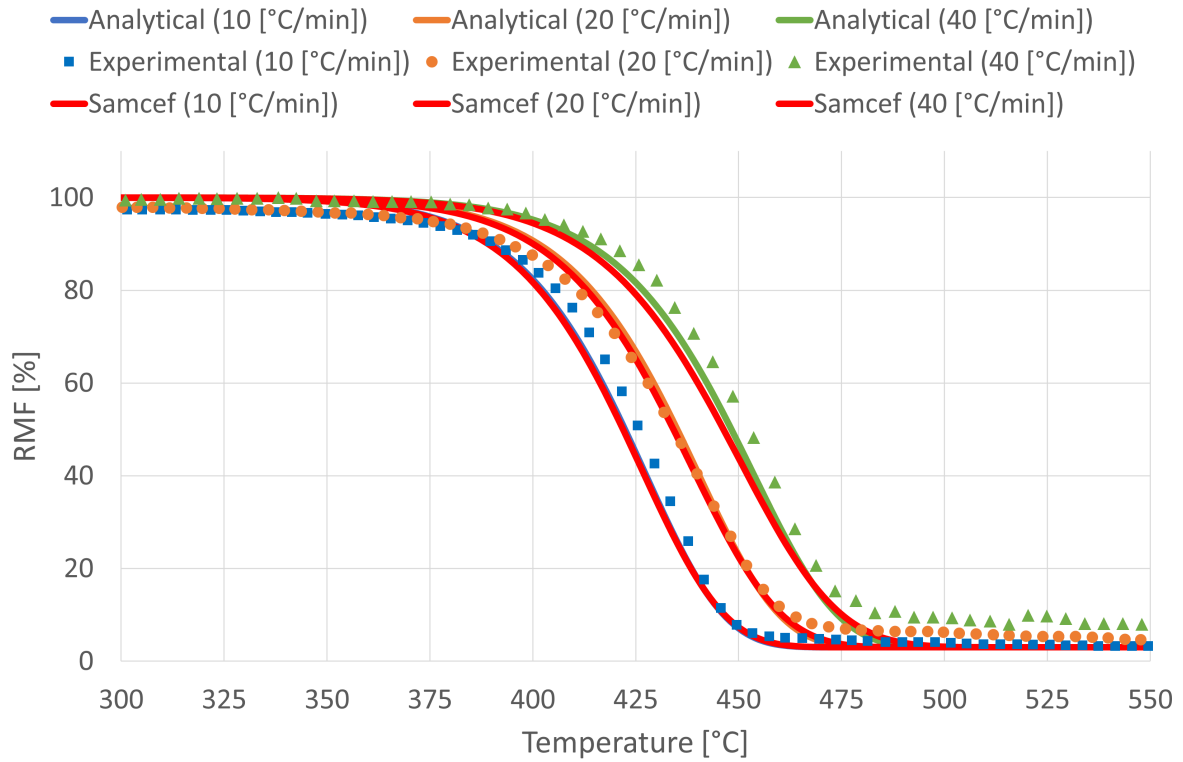
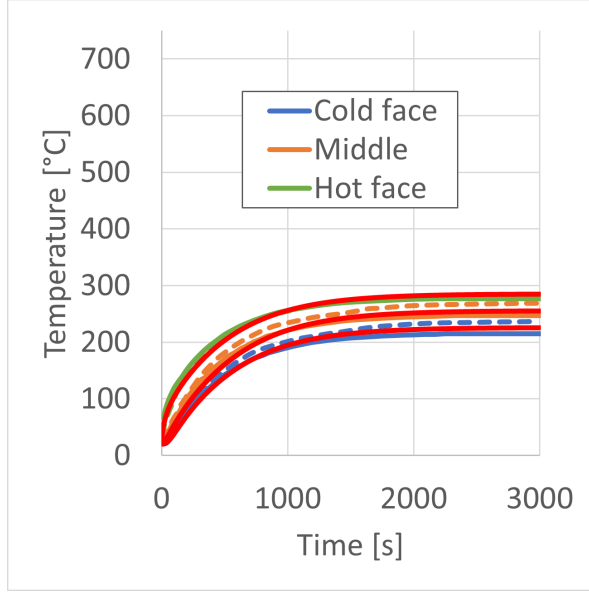
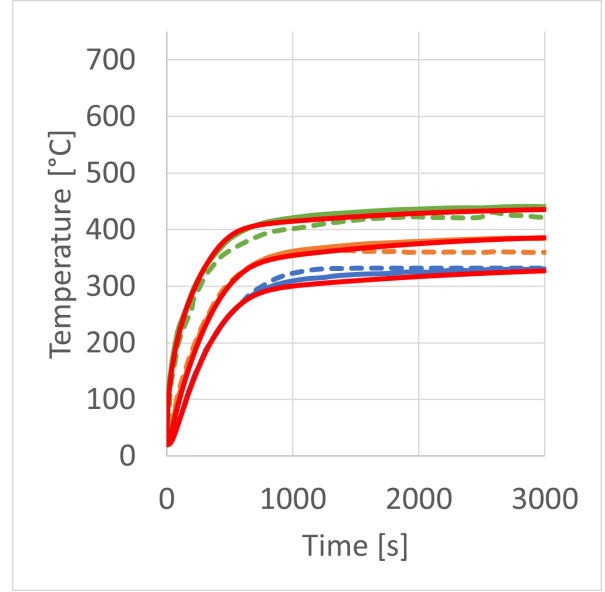


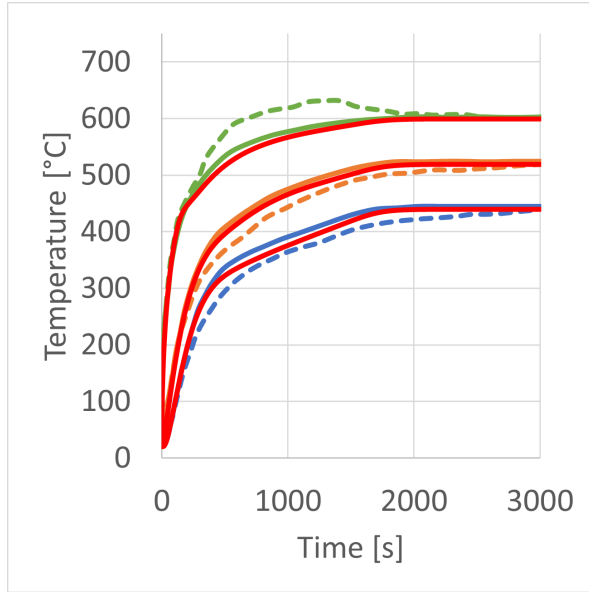
Figure 5: Variation of the Remaining Mass Fraction (RMF) of the vinyl ester resin as a function of temperature for different heating rates (10, 20 and 40 [°C/min]). Curves from the literature (analytical and experimental) and obtained thanks to the Arrhenius law implemented in SAMCEF. The experimental results are found by performing a TGA.



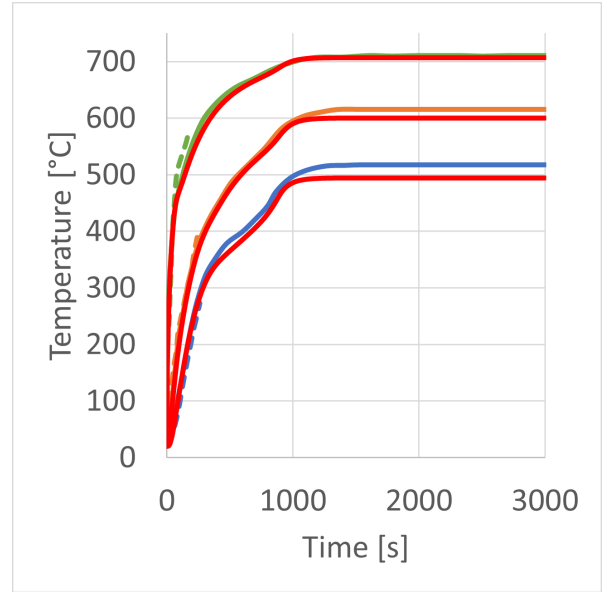
(a) $q''_{rad} = 10 \text{ [kW/m}^2\text{]}$



(b) $q''_{rad} = 25 \text{ [kW/m}^2\text{]}$



(c) $q''_{rad} = 50 \text{ [kW/m}^2\text{]}$



(d) $q''_{rad} = 75 \text{ [kW/m}^2\text{]}$

Figure 6: Time evolution of the temperature at different depths into the sample (0, 4.5 and 9 [mm]) from the literature (solid curves for analytical and dotted curves for experimental results) and obtained with SAMCEF (red curves)(with $Q_p = -2 \times 10^6 \text{ [J/kg]}$, $C_v+30\%$, $k_v+30\%$, $k_c-20\%$ and $C_c+30\%$).

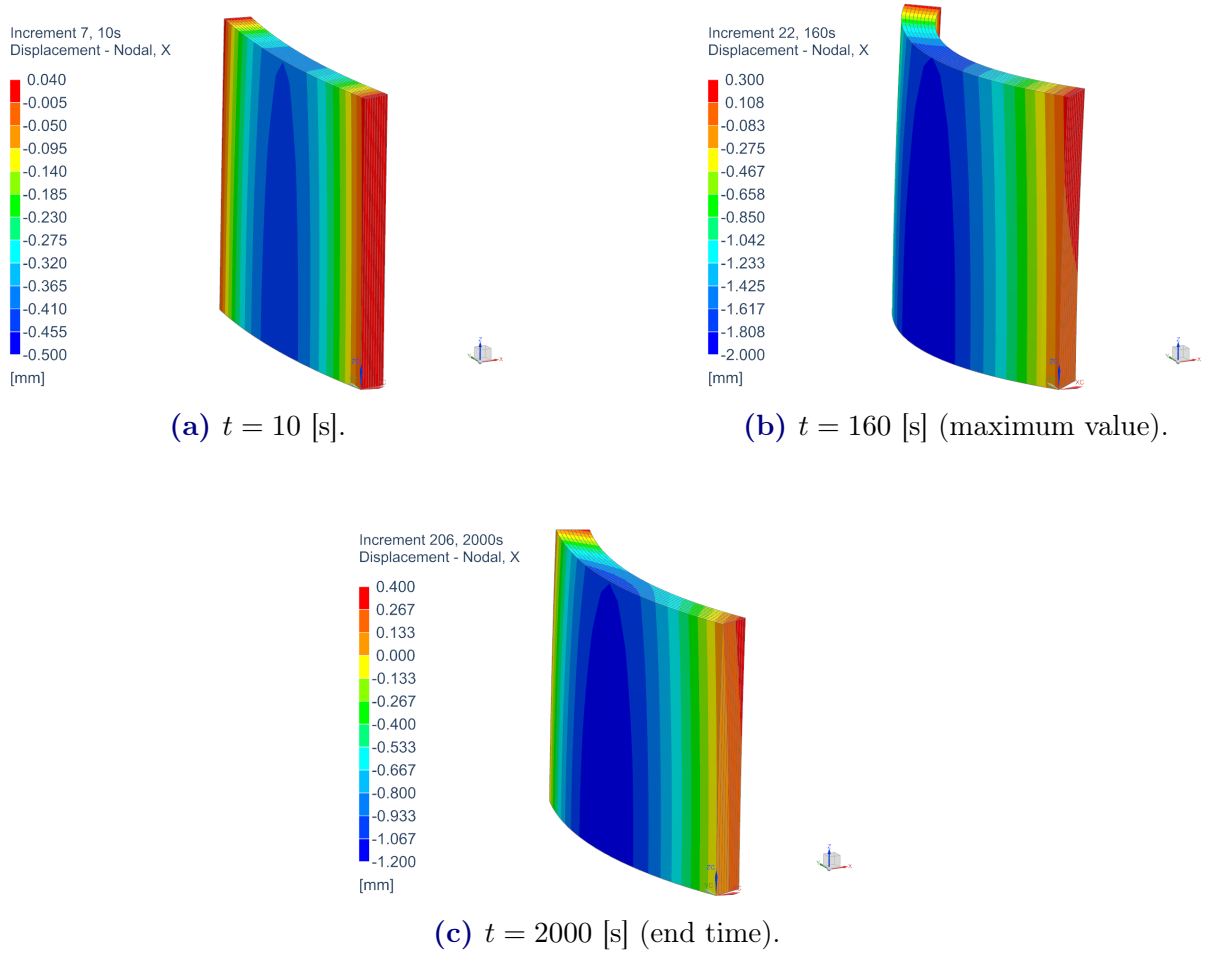


Figure 7: Deformation of the composite sample in the x -direction at different times t during the simulation obtained with SAMCEF (without any load). The apparent shape is scaled up by a factor 10 compared to the real shape.

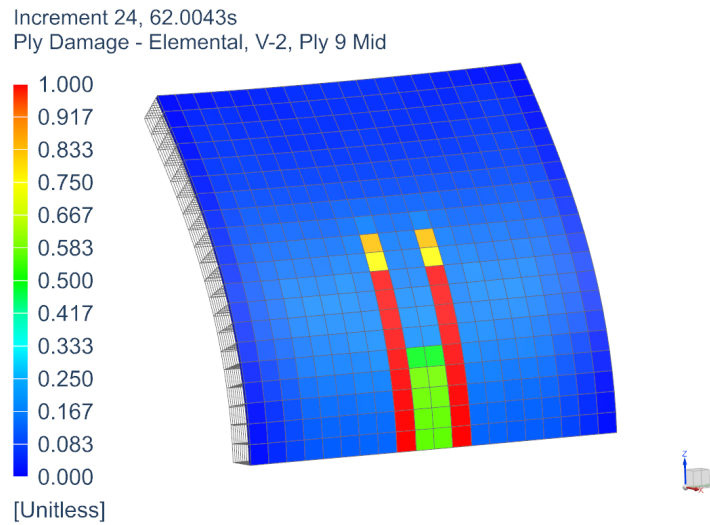


Figure 8: Representation of the damage variable for each element of the ply located at the unexposed face of the sample. Loading of 10 [MPa].