
CARACTÉRISATION DYNAMIQUE DES MATÉRIAUX PAR L'IMAGE : Approches directes et méthodes inverses

Rian Seghir*¹

¹Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique – Université de Nantes, Ecole Centrale de Nantes,
Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6183, Centre National de la Recherche Scientifique
– France

Résumé

Dans de nombreux domaines civils, militaires ou de santé, les matériaux sont soumis à des sollicitations dynamiques. En particuliers, les structures aéronautiques soumises au crash ou impact, les métaux et/ou polymères soumis à des procédés à grandes vitesses, comme la fonctionnalisation (via Déformation Plastique Sévère), l'assemblage (magnéto-soudage) ou la mise en forme (magnéto-formage), les roches soumises aux séismes ou les tissus humains vulnérables aux chocs (lésions cérébrales). Ces déformations extrêmes induisent des phénomènes de localisation sollicitant le matériau aux plus petites échelles de temps et d'espace d'où un besoin de caractérisation accru. La caractérisation dynamique présente néanmoins plusieurs difficultés : l'incapacité à mesurer précisément les efforts pour de fortes vitesses de déformation ou de faibles amplitudes (matériaux fragiles, transition élasto-plastique) ; la difficulté à sortir du cadre 1D ; l'impossibilité de conserver des configurations statiquement déterminées ; la difficulté de sonder un large spectre de réponse, car chaque régime nécessite des moyens spécifiques : vérin hydraulique, barres de Kolsky, impact de Taylor ou impact de plaque. Il en résulte une forte dispersion dans les bases de données existantes, et des manques dans l'espace de sollicitation sondé. Ces dix dernières années, des approches non standard ont émergé, couplant imagerie ultra-rapide (> 1 Mi/s), méthodes avancées de recalage d'images, voire méthodes inverses permettant de reconstruire des champs de contraintes sans hypothèses constitutives, via la résolution des équations d'équilibre à partir des images. Cette présentation donnera un aperçu des technologies d'imagerie ultra-rapide existantes, présentera les approches dites inertielles pour caractériser la réponse thermo-visco-élastique des polymères et la ténacité des matériaux fragiles. Enfin elle présentera les verrous supplémentaires levés par les approches Data-Driven, qu'elle illustrera par la caractérisation de la dépendance à la vitesse d'un acier par imagerie ultra-rapide, haute résolution, couplée à la DDI.

*Intervenant