

Modélisation et simulation en dynamique rapide

Lucas Boucinha^{Doc.}, Fabien Caleyron^{Doc.}, Teddy Chantrait^{Doc.}, David Haboussa^{Doc.}, Romains Pelée de Saint Maurice^{Doc.}, Zhe Li^{Doc.}, Yannick Jan^{Doc.}, Jorge Nunez-Ramirez^{Doc.}, Alain Combescure^{EC}, Thomas Elguedj^{EC}, Anthony Gravouil^{EC}



Contexte global

- Développement de modèles et méthodes numériques innovantes pour la dynamique rapide.
- Couplage de sous domaines en temps sans dissipation aux interfaces : EF-EF, SPH-EF.
- Couplage de codes non intrusif.
- Réduction de modèle en dynamique transitoire.
- Rupture sous impact : glace, transition traction/cisaillement dans les métaux, ...

Partenariats

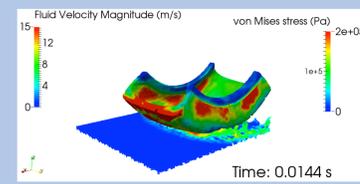
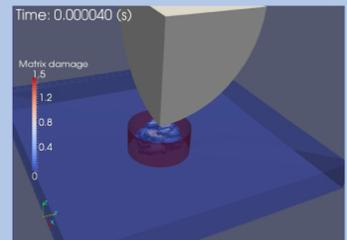


Couplage en dynamique transitoire

- Méthode de couplage de sous domaines en temps dite BGC
 - Absence de dissipation à l'interface de couplage.
 - Intégrateur en temps alpha dissipatif quelconque pour chaque sous domaine.
 - Discrétisations en temps incompatibles et très différentes.
- Couplage de code non intrusif sans dissipation aux interfaces.
 - SPH fluide Asphodel – EF solide Code_Aster.
 - EF implicite Zset – EF explicite EPX

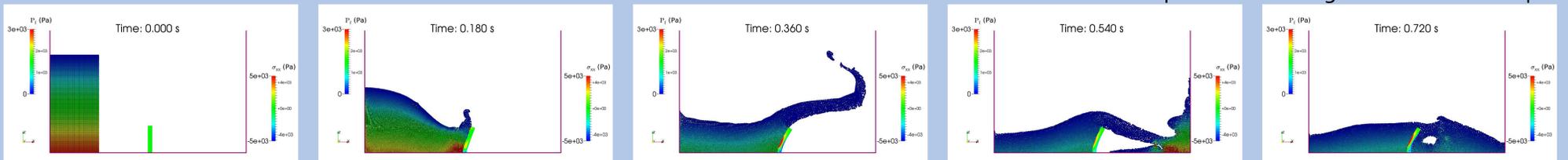


Impact basse énergie sur un panneau composite



Roulage d'un pneu sur route mouillée

Rupture d'un barrage sur un mur élastique



Rupture dynamique – X-FEM / LevelSet

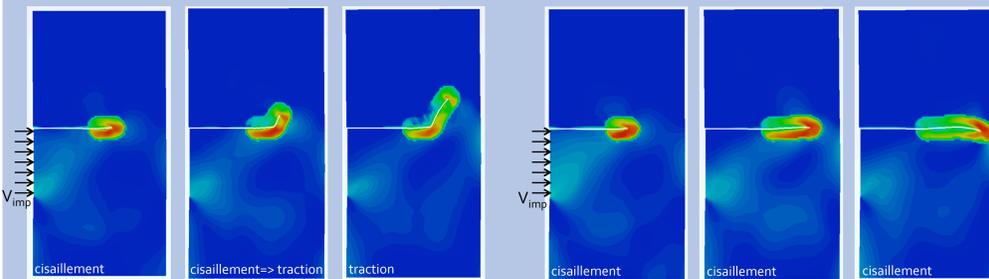
- Critère de transition traction-cisaillement en 2D et 3D pour la rupture des métaux sous chocs.

$$\theta_c^{hoop} = 2 \arctan \left(\frac{1}{4} \left[\frac{K_I^{dyn}}{K_{II}^{dyn}} - \text{sign}(K_{II}^{dyn}) \sqrt{8 + \left(\frac{K_I^{dyn}}{K_{II}^{dyn}} \right)^2} \right] \right) \quad \text{Cisaillement}$$

$$\theta_{num}^{shear} = \text{sign}(K_{II}) \frac{\pi}{4} \arctan \left(\frac{4}{19} \sqrt{\pi} |x| \right)$$

- Calculs des deux critères à chaque instant, transition automatique pilotée par la déformation équivalente en pointe de fissure

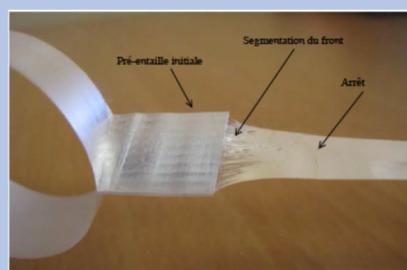
σ_{VM}/Pa 0.00e+00 4.00e+08 8.00e+08 1.20e+09 1.60e+09 2.00e+09 2.40e+09 2.80e+09



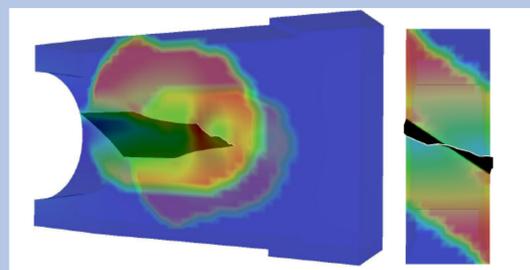
Expérience ZRR, $V_{imp} = 25m.s^{-1}$

Expérience ZRR, $V_{imp} = 30m.s^{-1}$

- Extension en 3D pour la propagation de fissures courbes non planes en mode mixte I+II+III.



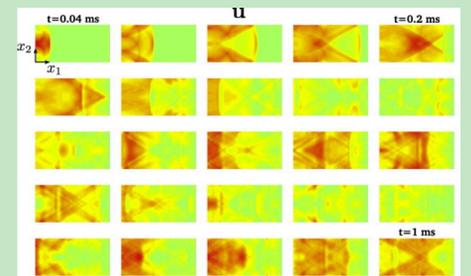
Résultat d'essai (D. Grégoire)



Simulation X-FEM / LevelSet 3D

Réduction de modèle PGD espace - temps

- Extension de la méthode Proper Generalized Decomposition pour la réduction de modèle espace temps en élastodynamique.
- La représentation séparée espace – temps permet de compresser la solution sur un petit nombre de modes.



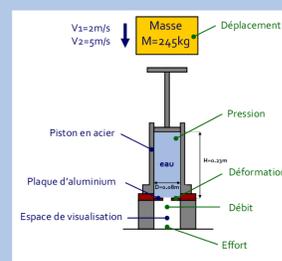
Solution à différents instants d'une propagation d'onde



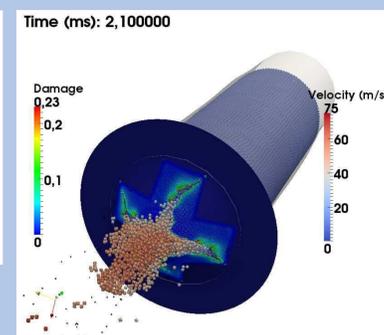
Rupture dynamique - SPH

- Modèle d'endommagement régularisé (effet retard) : glace, béton, métaux, ...
- Utilisation avec une formulation SPH coque ou solide, couplé avec SPH fluide et EF.

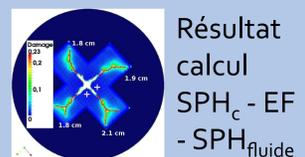
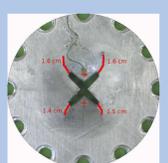
Rupture d'une plaque fissurée chargée par un fluide sous pression



Dispositif expérimental



Résultat d'essai



Résultat calcul SPH_c - EF - SPH_{fluide}



Évaluation HCRES LaMCoS, 28-29 janvier 2015

<alain.combescure, thomas.elguedj, anthony.gravouil>@insa-lyon.fr

LaMCoS, Université de Lyon, CNRS, INSA-Lyon UMR5259, 18-20 rue des Sciences - F69621 Villeurbanne Cedex