



**HAL**  
open science

## Étude de la rupture ductile par homogénéisation numérique de matériaux avec une répartition aléatoire de défauts

Clément Cadet, Jacques Besson, Sylvain Flouriot, Samuel Forest, Pierre Kerfriden,  
Victor de Rancourt

### ► To cite this version:

Clément Cadet, Jacques Besson, Sylvain Flouriot, Samuel Forest, Pierre Kerfriden, et al.. Étude de la rupture ductile par homogénéisation numérique de matériaux avec une répartition aléatoire de défauts. Colloque National Mecamat. Contraintes résiduelles : de nouveaux outils pour de nouveaux défis, Jan 2020, Aussois, France. <hal-03024143>

**HAL Id: hal-03024143**

**<https://minesparis-psl.hal.science/hal-03024143v1>**

Submitted on 25 Nov 2020

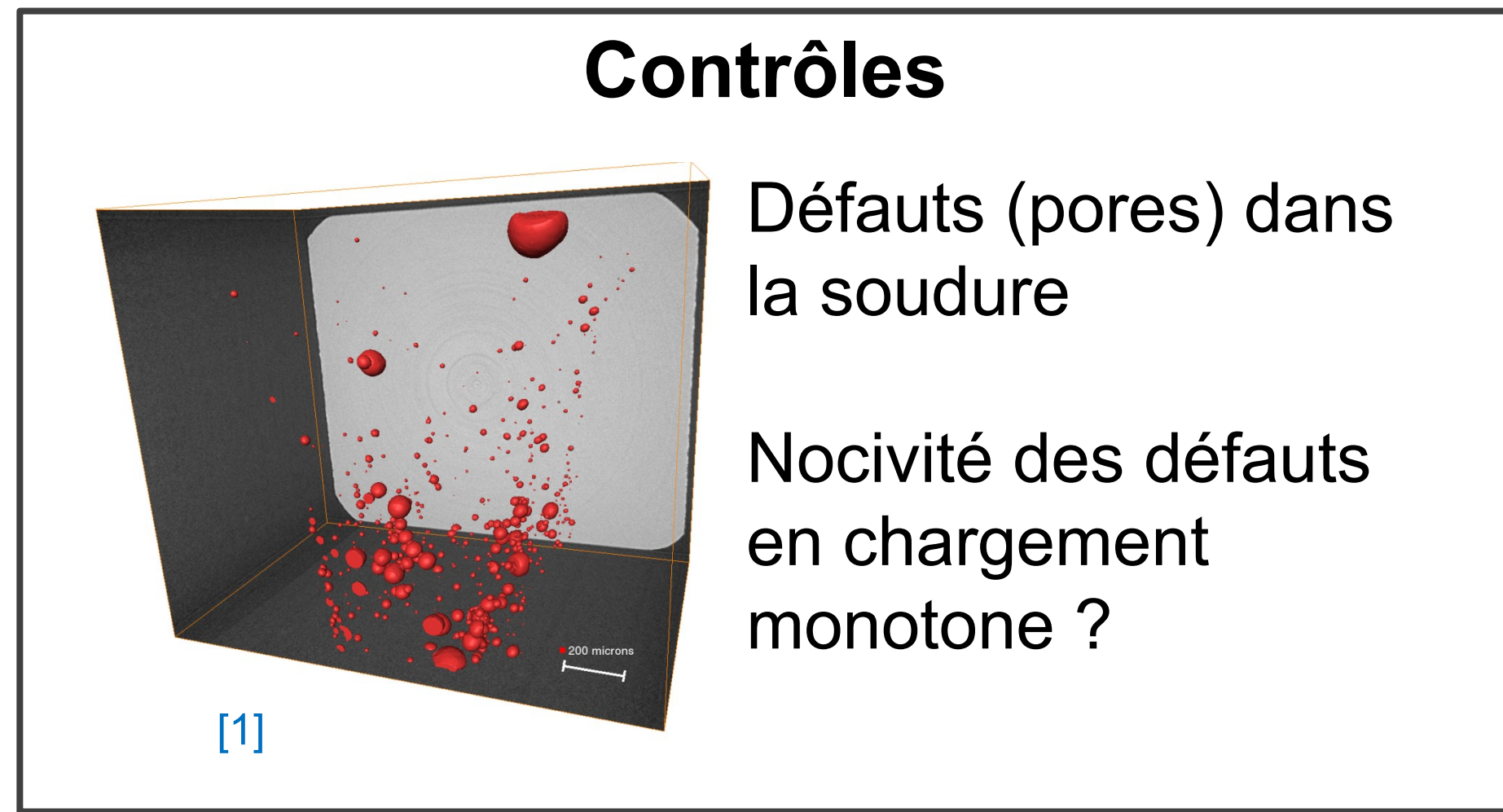
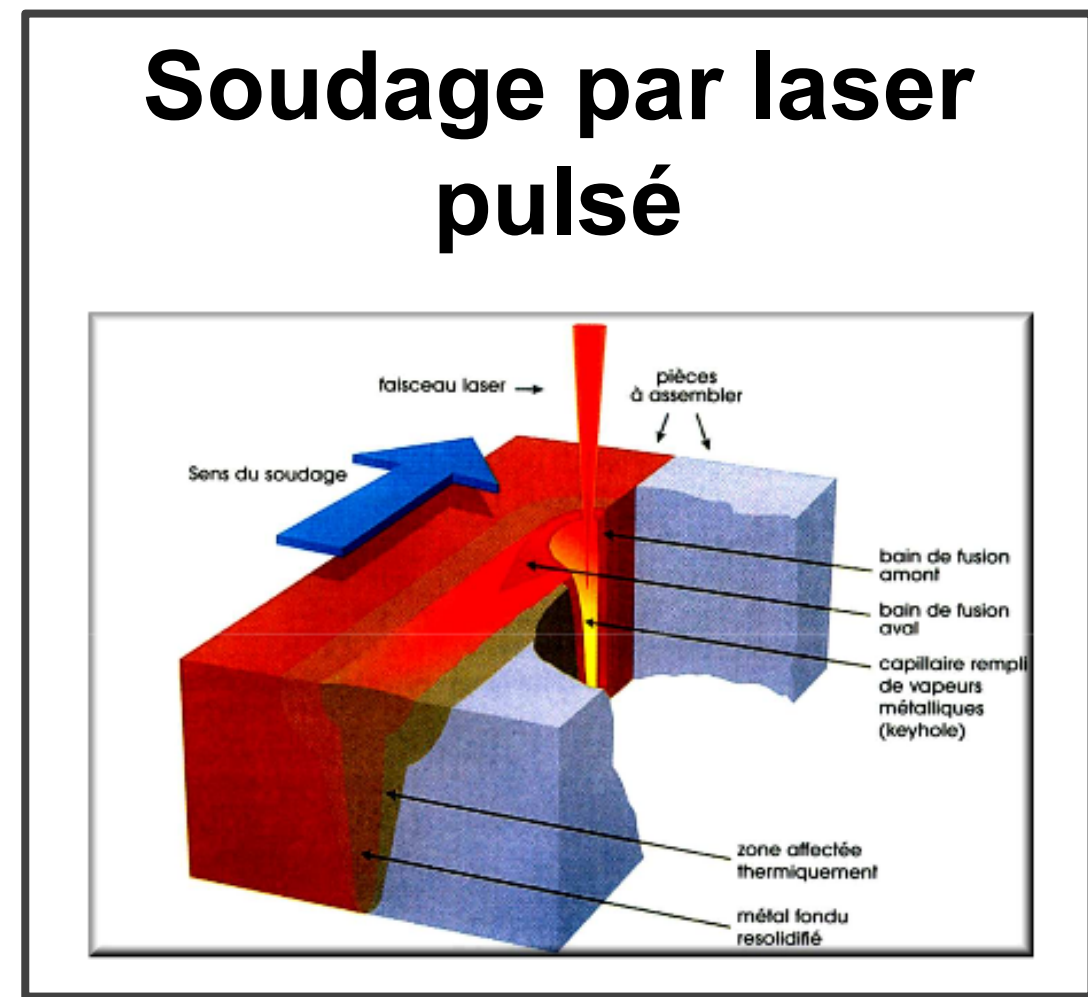
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

## Contexte et objectifs



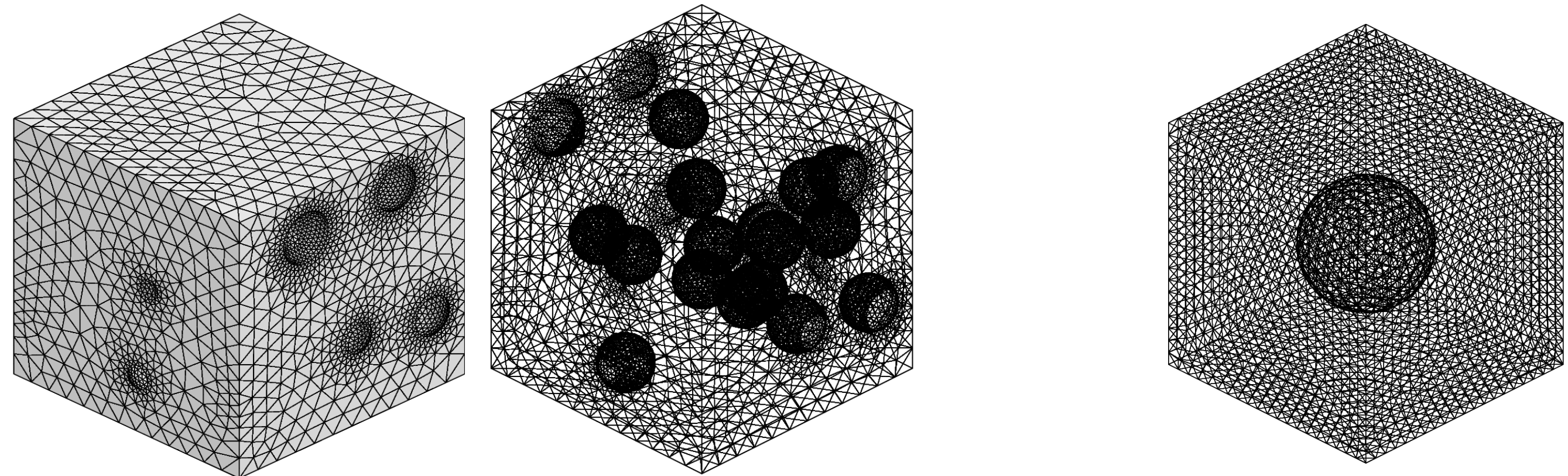
**Rupture ductile d'un matériau poreux**  
 Tenir compte des défauts en gardant une complexité raisonnable  
 → homogénéisation

**Homogénéisation par approche statistique**  
 Rupture ductile souvent étudiée sur des cellules à un seul défaut  
 → Simulation de microstructures aléatoires pour prendre en compte l'interaction entre défauts (comme dans l'analyse limite de [2])

## Méthodologie

### Génération d'une population de défauts

Défauts sphériques répartis selon un schéma de sphères dures  
 Maillage périodique



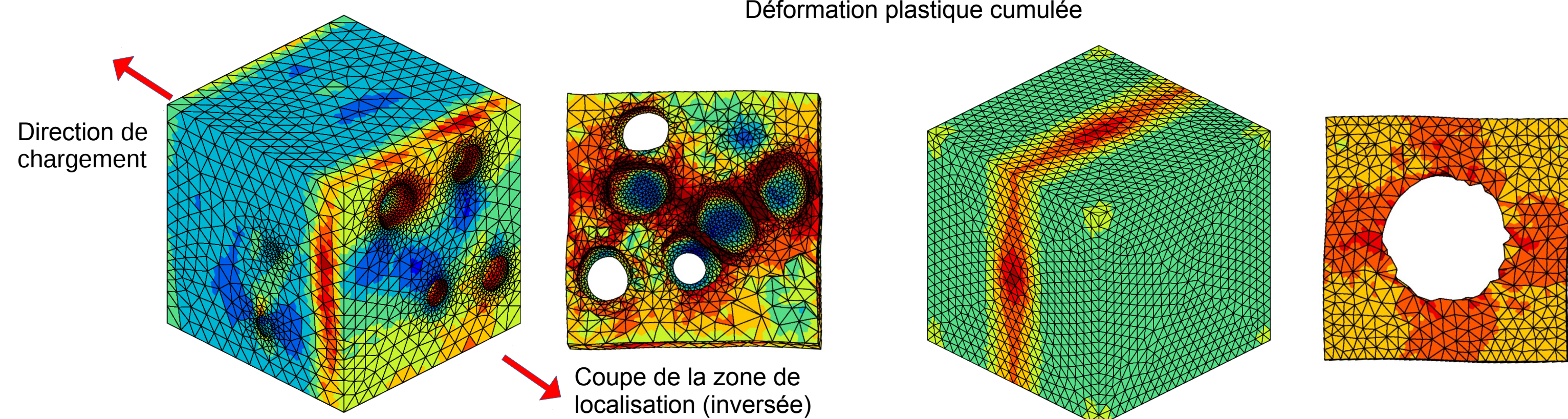
### Calculs par éléments finis (avec Zset)

Élasticité isotrope et plasticité parfaite, avec un critère de von Mises  
 Formulation corotationnelle pour les grandes déformations.  
 Conditions aux limites périodiques  
 Traction simple : déformation moyenne  $F_{11}$  imposée

## « Coalescence »

### Bande de localisation

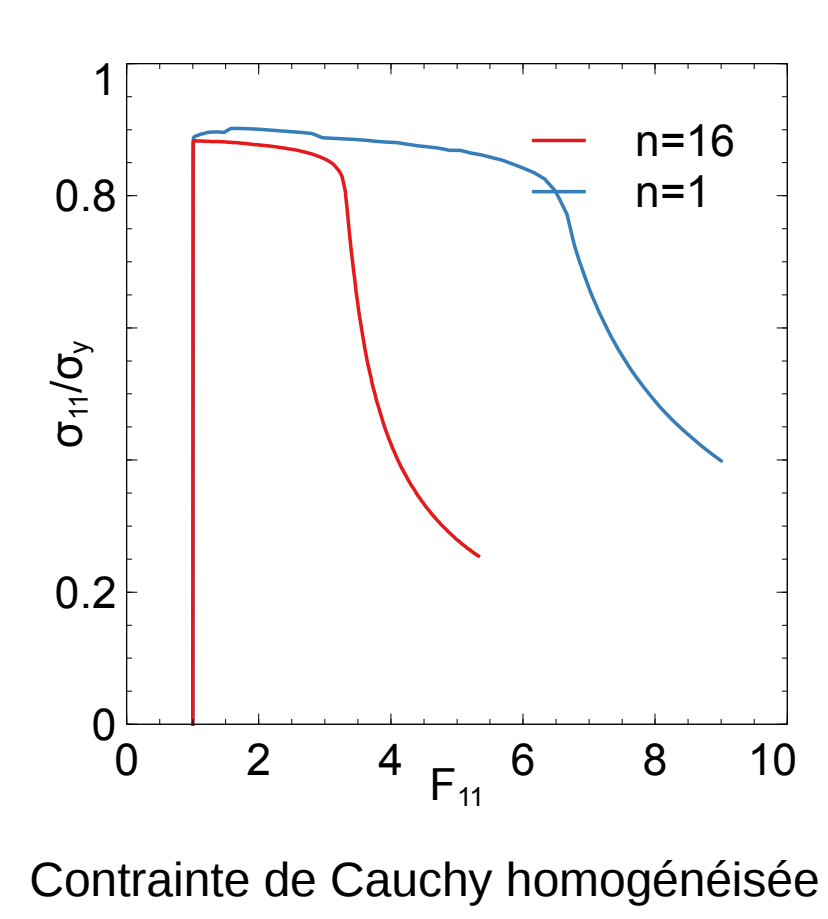
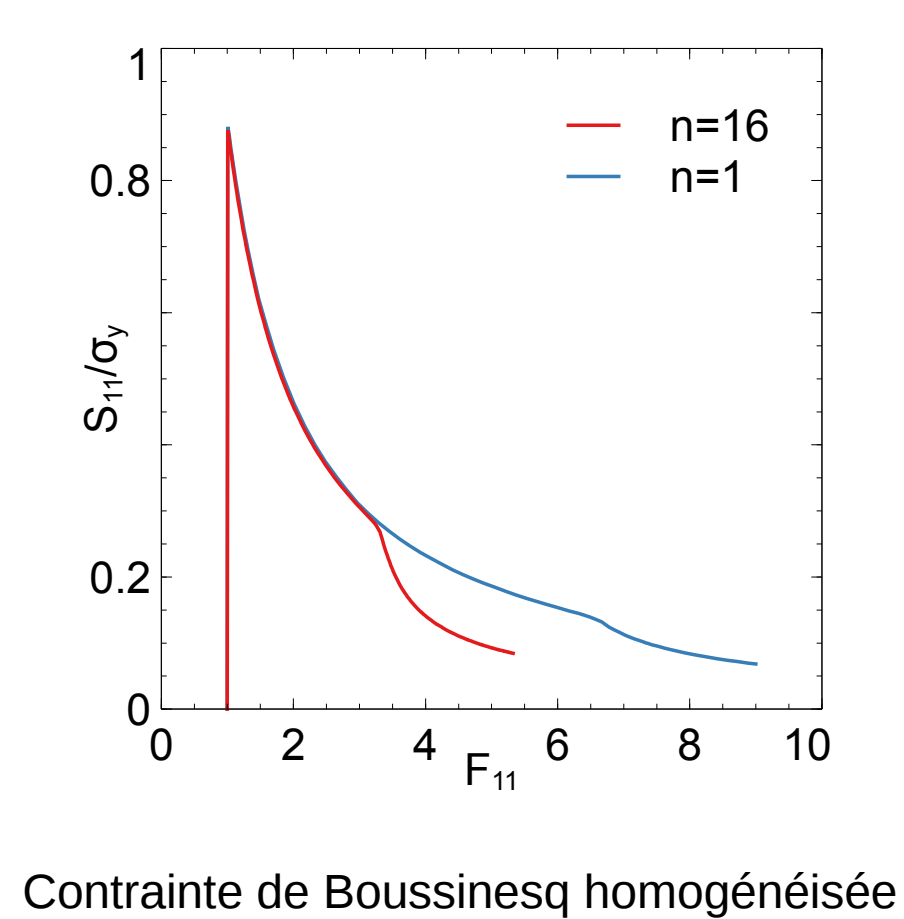
Déformation plastique cumulée



Cellule à n=16 défauts aléatoirement répartis

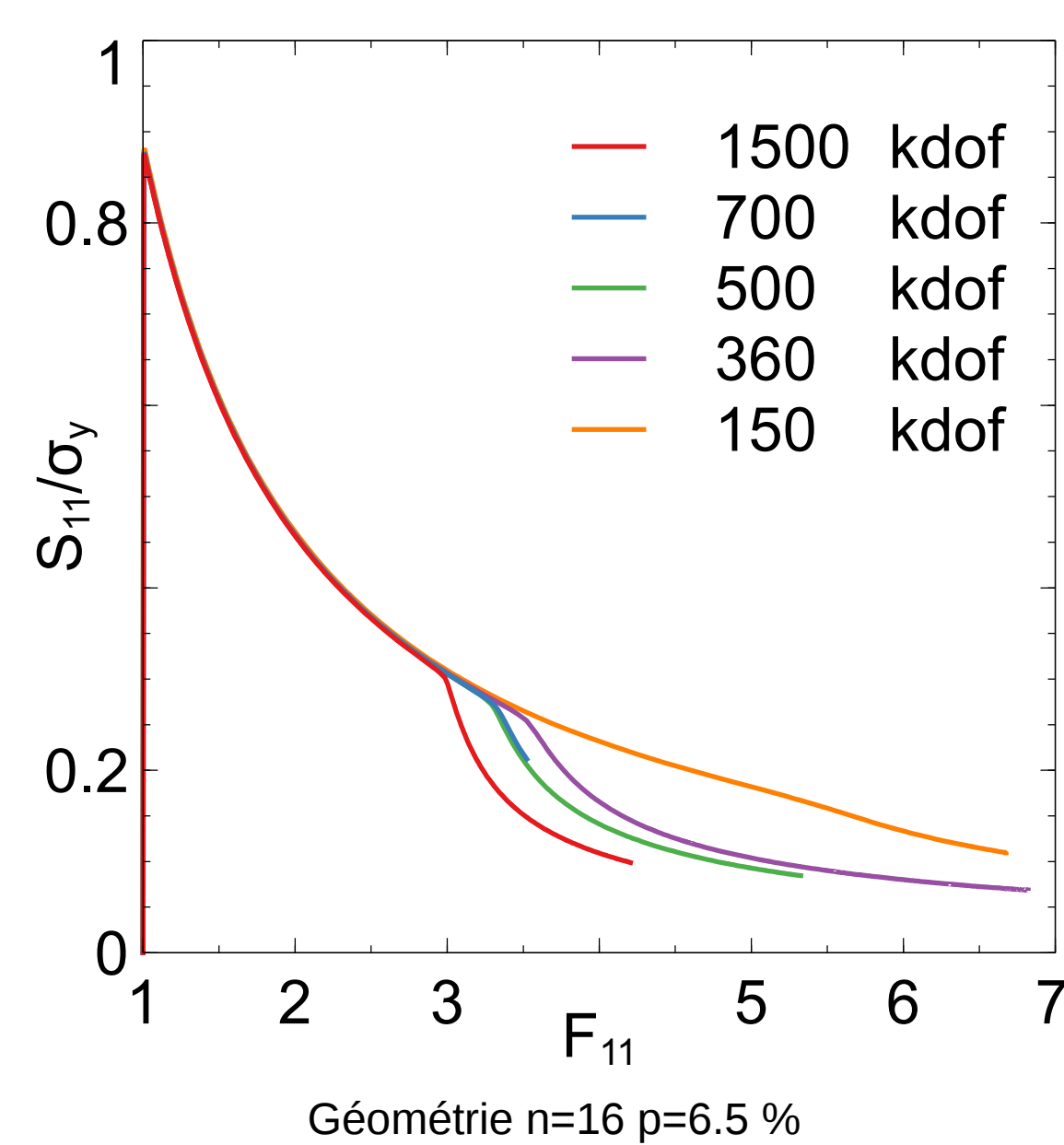
Cellule unitaire (n=1)

### Chute brutale de la contrainte

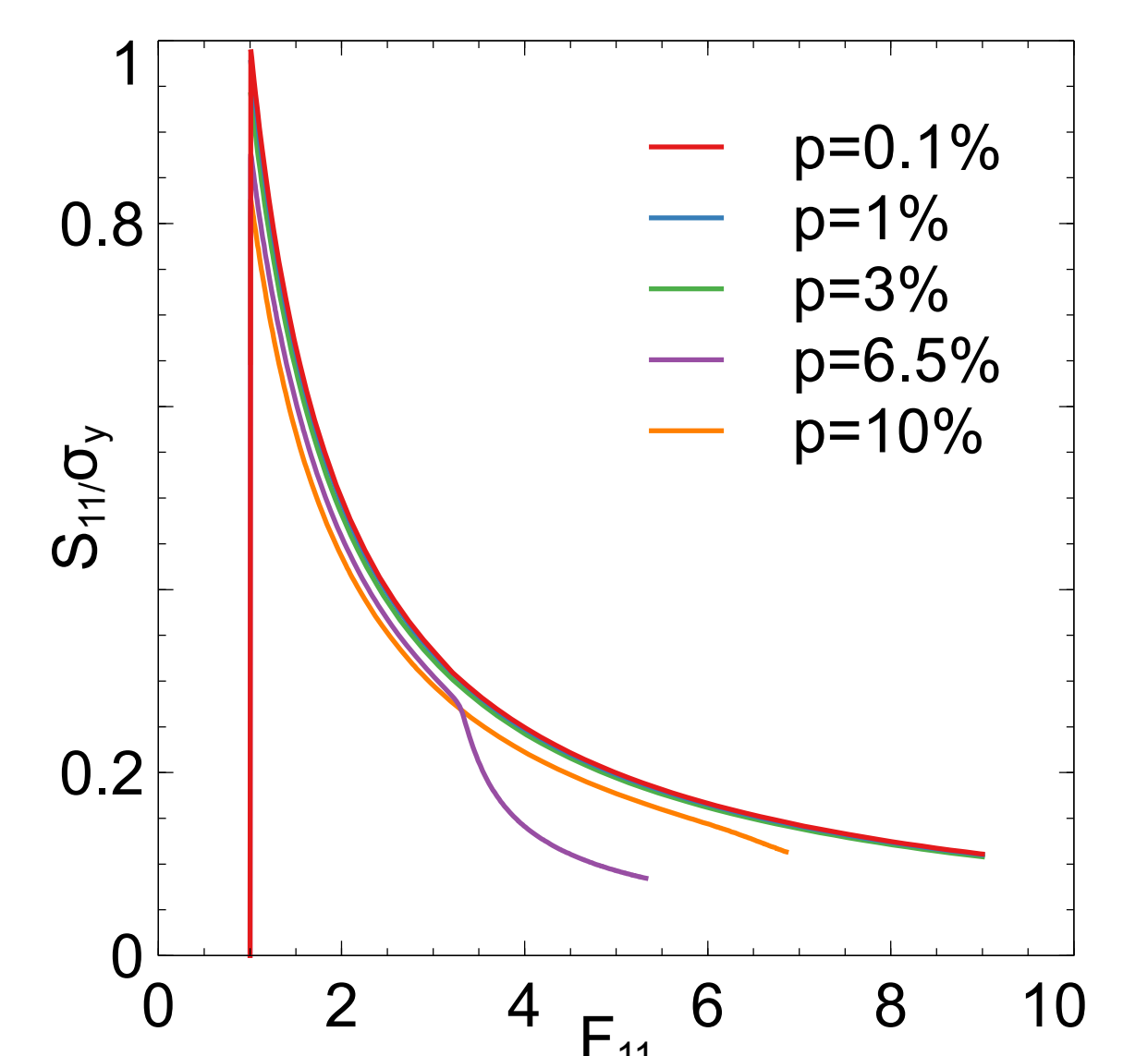


## Comparaison de microstructures

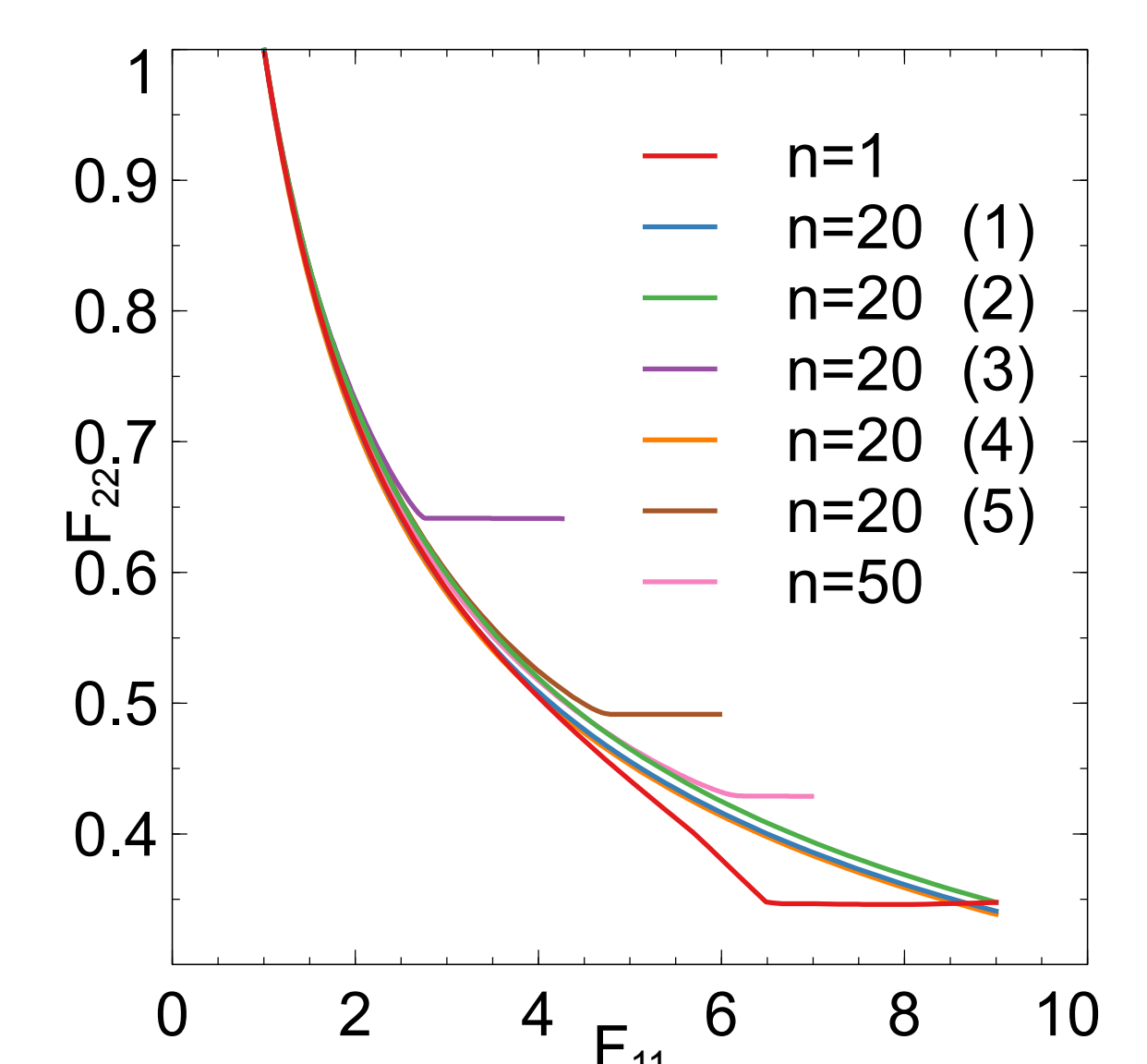
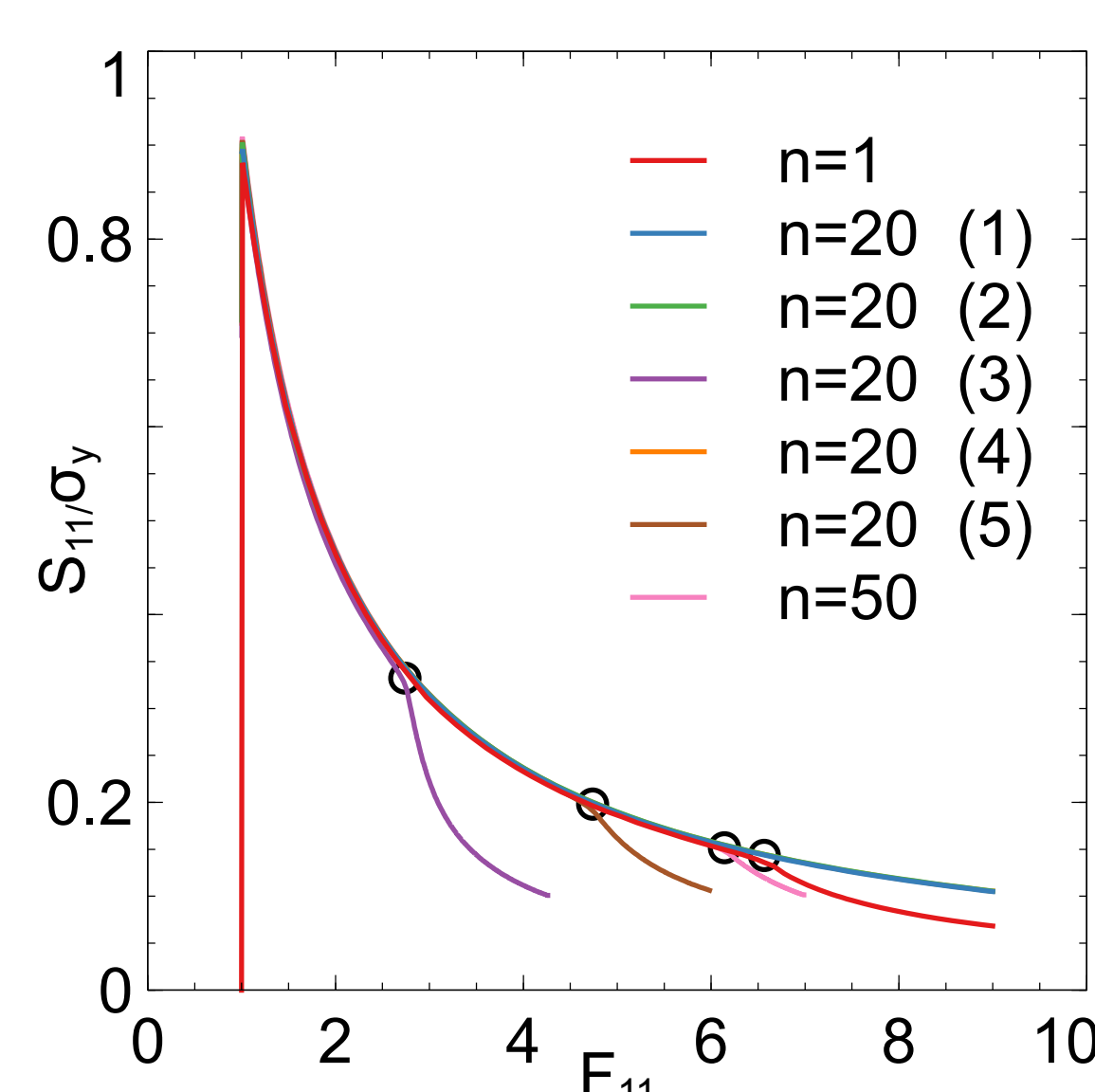
### Sensibilité au maillage



### Comparaison de porosités

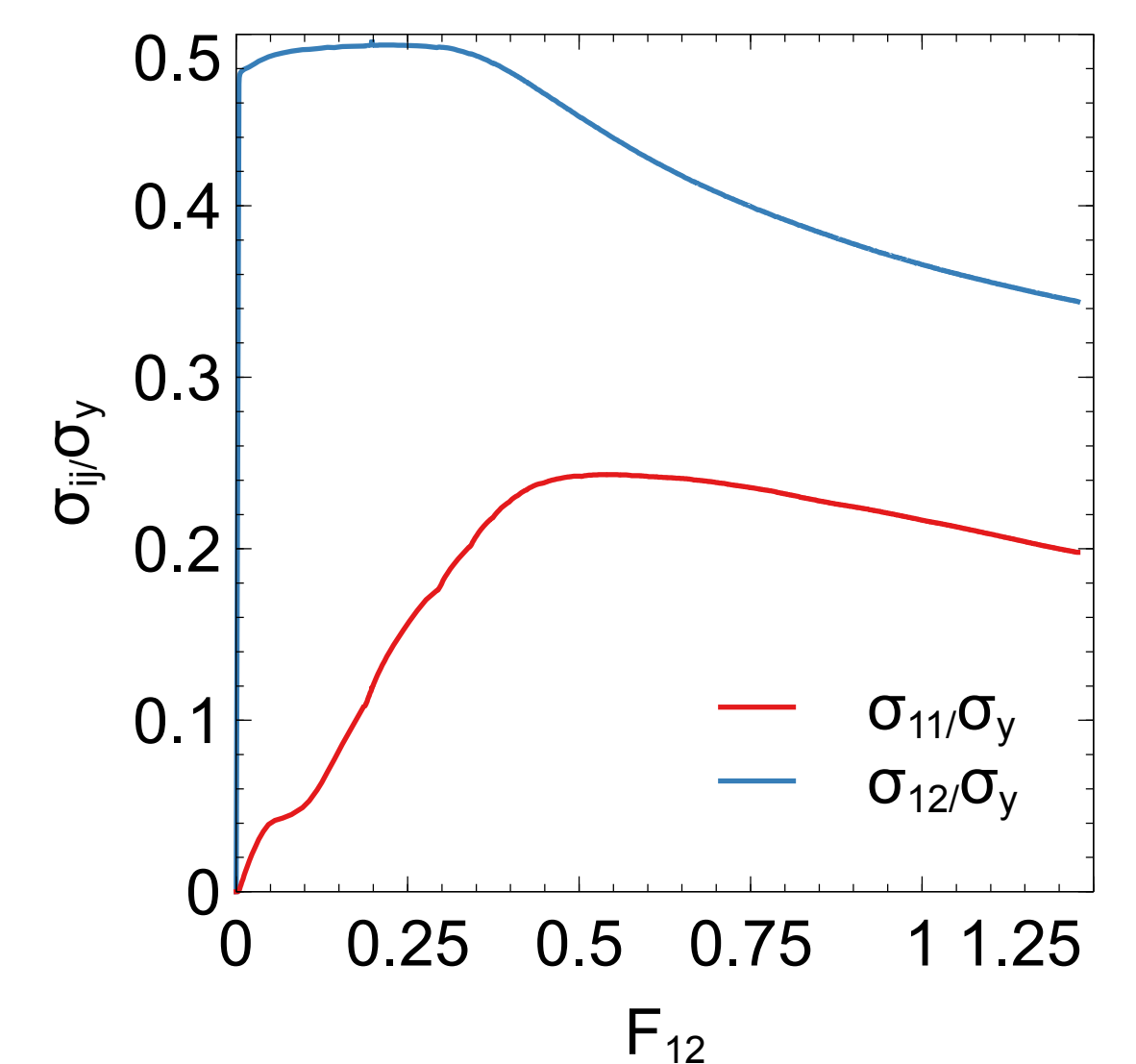
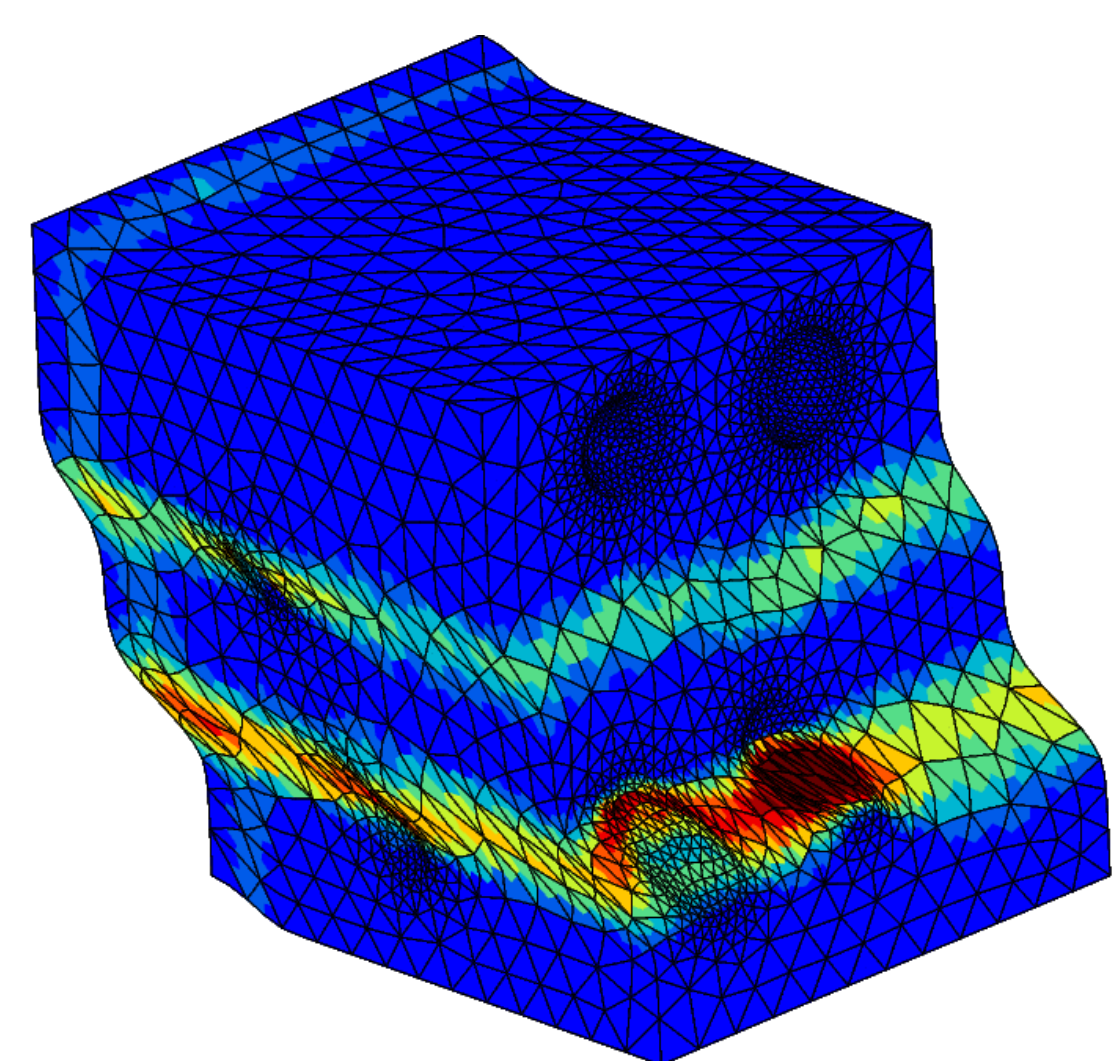


### Comparaison de réalisations (porosité ~ 6.5%)



## Vers d'autres chargements

### Exemple du cisaillement



## Conclusions & perspectives

Apparition de la coalescence comme localisation de la déformation et chute brutale de la contrainte.  
 Détection grâce au critère d'extension simple [3]

Résultats différents de ceux de la cellule unitaire  
 Dispersion des résultats suivant la localisation

Application à d'autres valeurs de triaxialité  
 Recherche d'un critère de coalescence plus général  
 Définition d'un métamodèle de coalescence par homogénéisation  
 Utilisation d'un modèle matériau plus réaliste

### Références :

- [1] L. Lacourt. Étude numérique de la nocivité des défauts. Thèse. Université Paris Sciences et Lettres, 2019.  
 [2] F. Fritzen, S. Forest, T. Böhlke, D. Kondo, T. Kanit ; Computational Homogenization of Elasto-Plastic Porous Materials International Journal of Plasticity, 29 (2012) 102-109.  
 [3] C. Ling, S. Forest, J. Besson, B. Tanguy, F. Latourte ; A reduced micromorphic single crystal plasticity model at finite deformations. Application to strain localization and void growth in ductile metals. International Journal of Solids and Structures 134 (2018) 43-69.

**Contacts :**  
[clement.cadet@mines-paristech.fr](mailto:clement.cadet@mines-paristech.fr)  
[sylvain.flouriott@cea.fr](mailto:sylvain.flouriott@cea.fr)