

Longueurs caractéristiques des réseaux de dislocations étudiées par dynamique des dislocations dans une large gamme de vitesses de déformation

Bastien Quessart^{1,2*}, Alizée Dubois^{1,2}, Yves-Patrick Pellegrini^{1,2}, Ronan Madec^{1,2}

¹CEA, DAM, DIF, Arpajon, F-91297, France

²Université Paris Saclay, CEA, LMCE, Bruyères-le-Château, 91680, France

*bastien.quessart@cea.fr

Résumé pour : oral

La déformation plastique des métaux s'accompagne d'une évolution microstructurale dont l'organisation dépend du niveau de déformation atteint. En régime quasi-statique, les microstructures caractéristiques des différents stades d'écroutissage sont bien établies : enchevêtrements de dislocations, émergence de parois, puis formation de cellules [1]. En régime dynamique, l'augmentation de la contrainte d'écoulement s'accompagne d'une déstabilisation des jonctions qui limite la capacité d'auto-organisation du réseau.

Les déformations accessibles en Dynamique des Dislocations (DD) demeurent limitées (quelques pourcents dans un volume de 10 μm de côté). Ce travail explore l'organisation des microstructures en fonction de la vitesse de déformation, pour différentes densités initiales de dislocations représentatives d'états préalablement écrouis. À cette fin, nous analysons l'évolution de la distribution des longueurs de lignes entre nœuds physiques du réseau de dislocations [2,3] au cours de la déformation. Une distribution analogue à celle proposée dans [3], bien que non strictement identique, décrit correctement les mesures pour les systèmes actifs et inactifs. On en déduit trois longueurs caractéristiques, dont deux suivent classiquement une loi en inverse de la racine carrée de la densité de dislocations, indépendamment de la vitesse de déformation. La troisième, associée à la queue de distribution des lignes les plus longues, présente la même dépendance en densité à basse vitesse, mais devient également sensible à la vitesse à haute vitesse. Une densité critique, fonction de la vitesse, sépare ces deux régimes [4].

Des modèles de comportement dédiés aux déformations rapides utilisent les distributions de liens pour identifier la densité de dislocations mobiles [5,6]. Nous appliquons la méthode proposée dans ces modèles sur nos résultats de simulation.

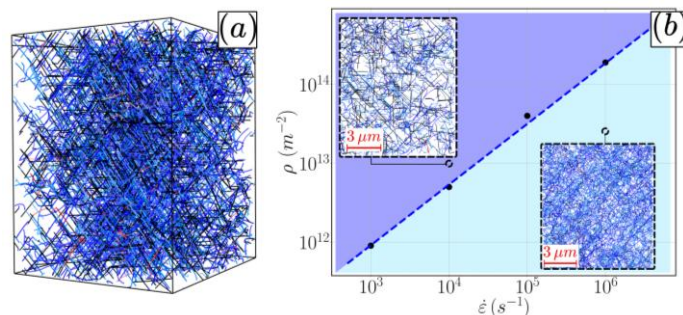


Figure : (a) Microstructure issue d'une simulation de DD, (b) diagramme des deux régimes identifiés pour les distributions de longueurs de lignes et microstructures caractéristiques.

- [1] L. P. Kubin. OUP Oxford (2013)
- [2] R. Sills, N. Bertin, A. Aghaei, W. Cai. PRL (2017).
- [3] S. Akhondzadeh, H. Zhai, W. Jian, R.B. Sills, N. Bertin, W. Cai. JMPS (2026).
- [4] H. Fan, Q. Wang, J. A. El-Awady, D. Raabe, M. Zaiser. Nat. Commun. (2021).
- [5] C. Ye, G. Liu, K. Chen, J. Liu, J. Hu, Y. Yu, Y. Mao, Y. Shen. Comput. Mater. Sci. (2023).
- [6] C. Denoual, Y.-P. Pellegrini, P. Lafourcade, R. Madec. J. App. Phy. (2024).