



HAL
open science

Influence d'un gradient de microstructure sur la propagation de fissure dans les essieux ferroviaires

Mohamed Amine Faham, Jean-Francois Witz, Amina Tandjaoui, Jérôme Hosdez, Nathalie Limodin

► **To cite this version:**

Mohamed Amine Faham, Jean-Francois Witz, Amina Tandjaoui, Jérôme Hosdez, Nathalie Limodin. Influence d'un gradient de microstructure sur la propagation de fissure dans les essieux ferroviaires. 39èmes Journées de Printemps: Fatigue sous gradients de contrainte, May 2023, Paris, France. 2023. hal-04105885

HAL Id: hal-04105885

<https://hal.science/hal-04105885v1>

Submitted on 25 May 2023

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.

Influence d'un gradient de microstructure sur la propagation de fissure dans les essieux ferroviaires

Mohamed amine FAHAM*, Jean François WITZ, Amina TANDJAOUI, Jérôme HOSDEZ, Nathalie LIMODIN
mohamed-amine.faham@centralelille.fr

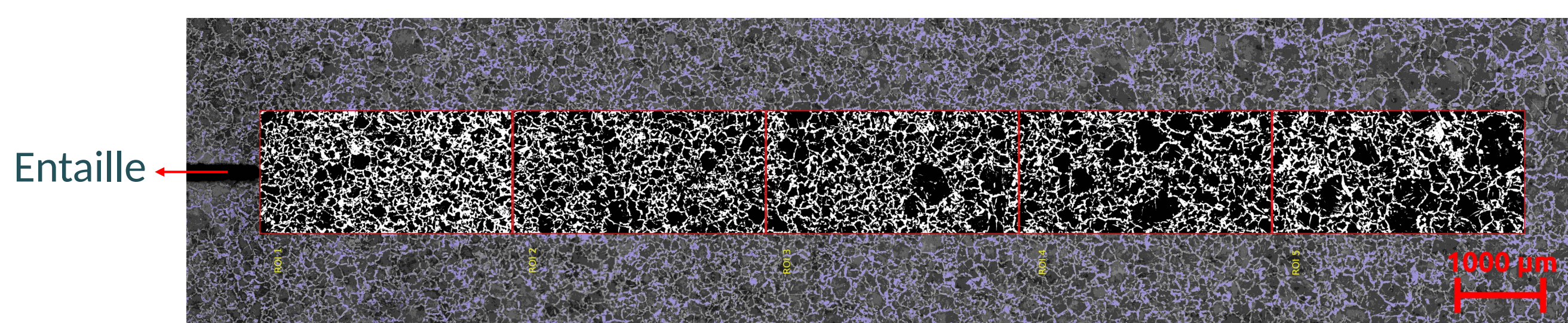
Contexte et objectifs de l'étude

Les organes métalliques ferroviaires (roues, essieux, rails), de nuance ferrito-perlitique ou perlitique, peuvent présenter des gradients de microstructure, du fait du procédé (mise en forme, traitement thermique) ou de l'usage, dans des zones potentiellement critiques vis-à-vis de l'amorçage de fissures en fatigue.

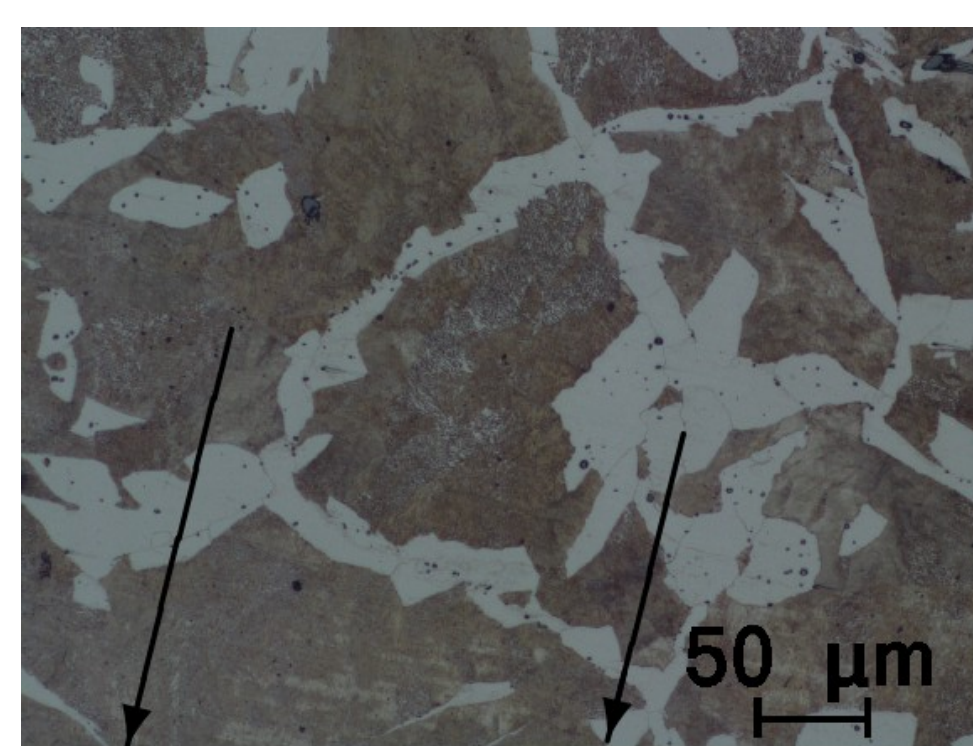
La maîtrise de la durée de vie en fatigue passe par une meilleure compréhension de l'interaction d'une fissure (vitesse, forme du front, zone plastique) avec le gradient de microstructure. Pour atteindre cet objectif, nous avons couplé des essais de fissuration avec des mesures de champs. Un essai à amplitude de facteur d'intensité des contraintes imposée a notamment été réalisé dans le but d'identifier le gradient le plus bénéfique vis-à-vis du ralentissement de la propagation en fatigue.

Caractérisation des éprouvettes

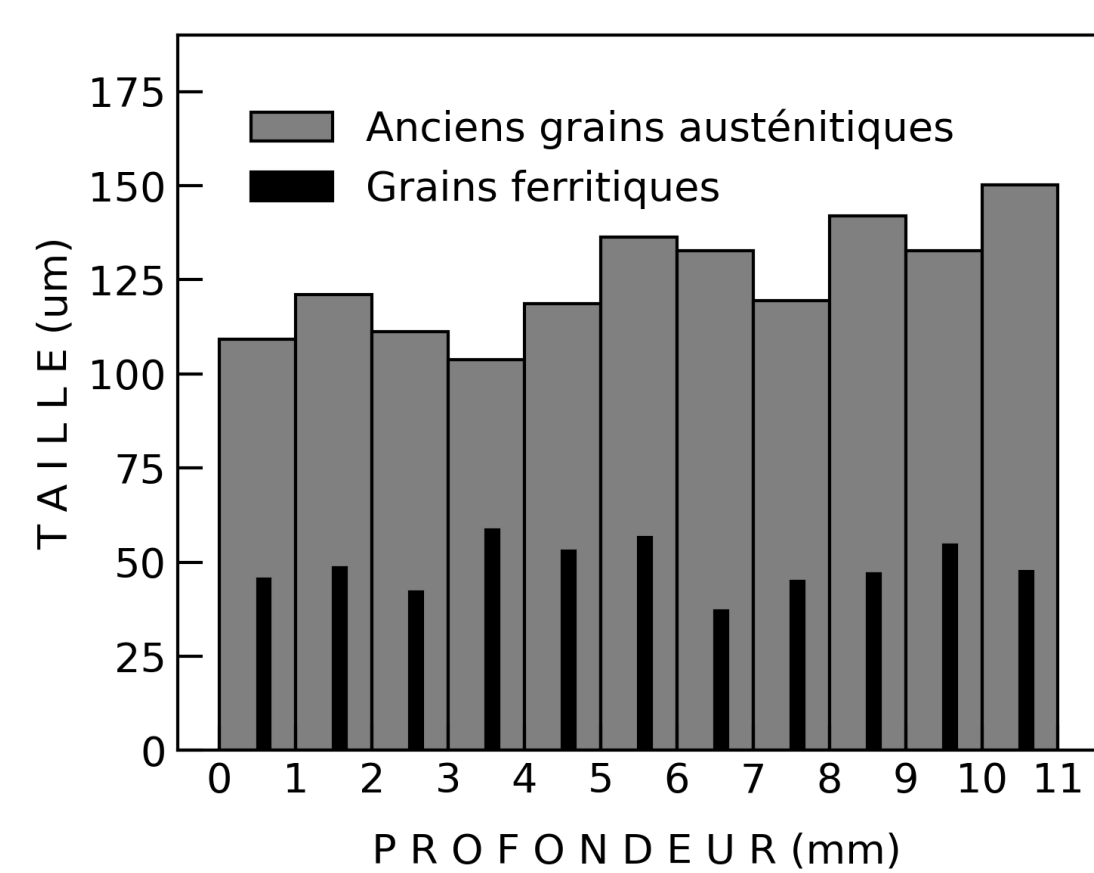
L'éprouvette utilisée est de type traction à entaille latérale (SENT) (Dim. 60-17.5-5mm³) constituée d'acier EA1N de nuance 0.36%C, 0.29%Si, 0.84%Mn, 0.11%Cu, 0.16%Cr, prélevé dans un essieu et présente un gradient de taille de microstructure sur sa largeur.



Microscopie optique de la largeur de l'éprouvette (entaille : Larg.0.18mm - Prof. 1.5mm)



Perlite Ferrite
Microscope optique agrandissement x200

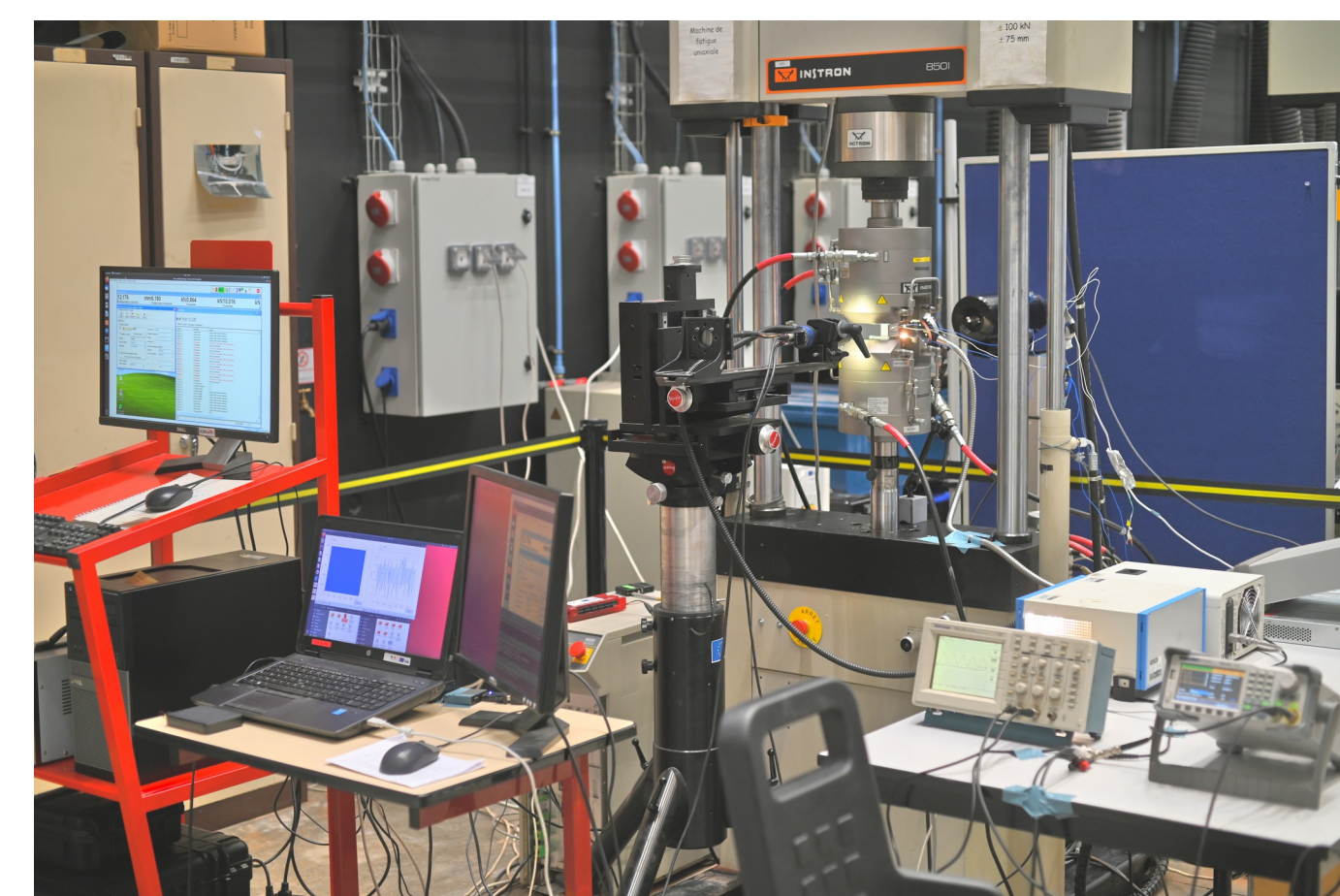


Taille des constituants pour 11 régions depuis le fond d'entaille

Dispositif expérimental

La réalisation d'essais à ΔK constant nécessite la diminution de l'amplitude du chargement en fonction de la longueur de fissure afin de maintenir ΔK aussi constant que possible, en utilisant :

- Un générateur de signaux pour le contrôle externe du chargement.
- Un suivi électrique de la longueur de fissure (DCPD).
- Surface d'éprouvette mouchetée pour la Corrélation d'Images Numériques (CIN).

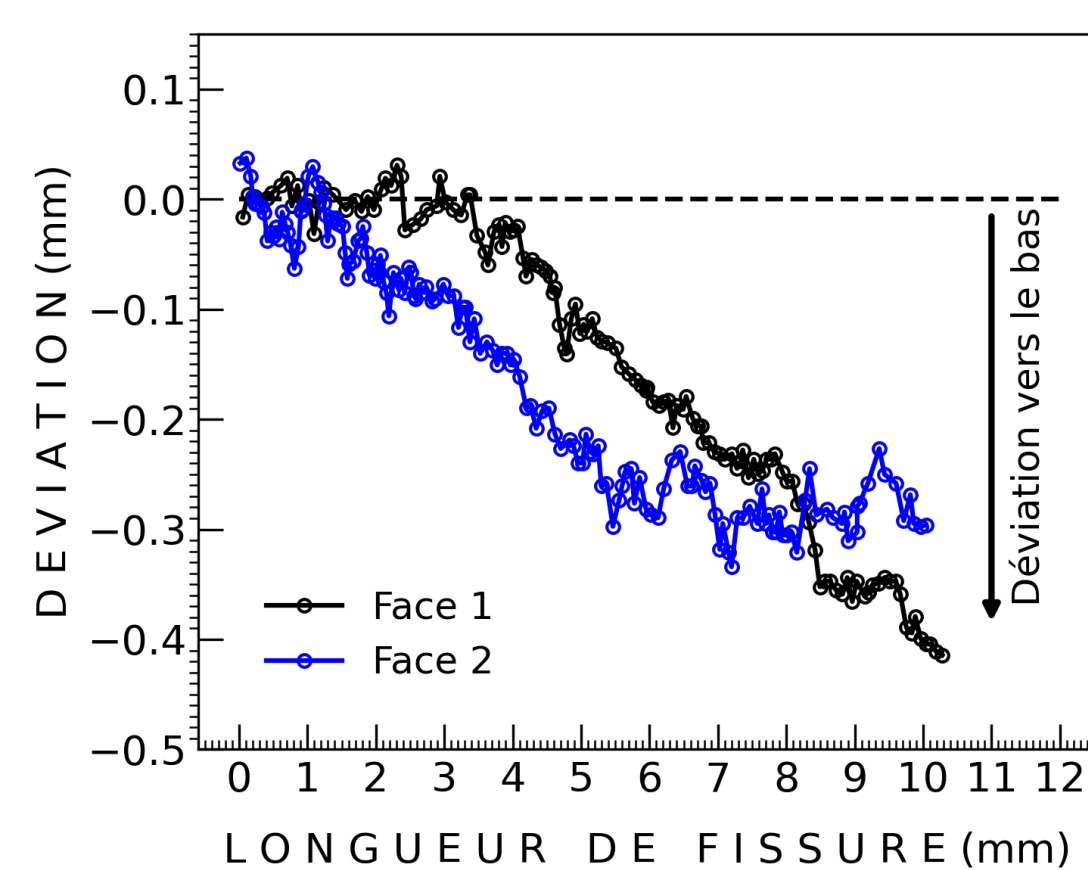


Dispositif d'essai mécanique instrumenté

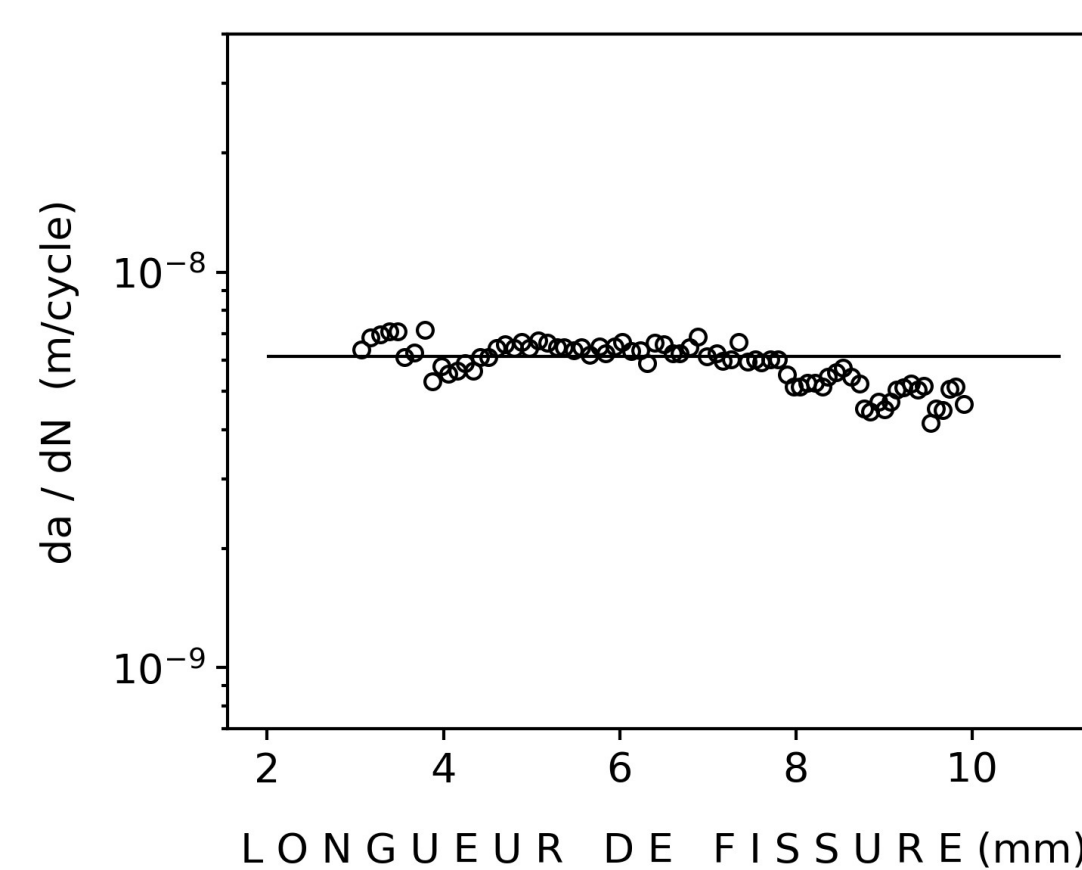
- $R = 0.1$
- $f = 5\text{Hz}$
- $\Delta K = 17\text{MPa}/\text{m}$
- $F_{\text{max initial}} = 11.63\text{kN}$
- Prise d'images de 12Mpx aux pics de chargement tous les 600 cycles.
- Actualisation du chargement tous les 600 cycles.

Vitesse de propagation

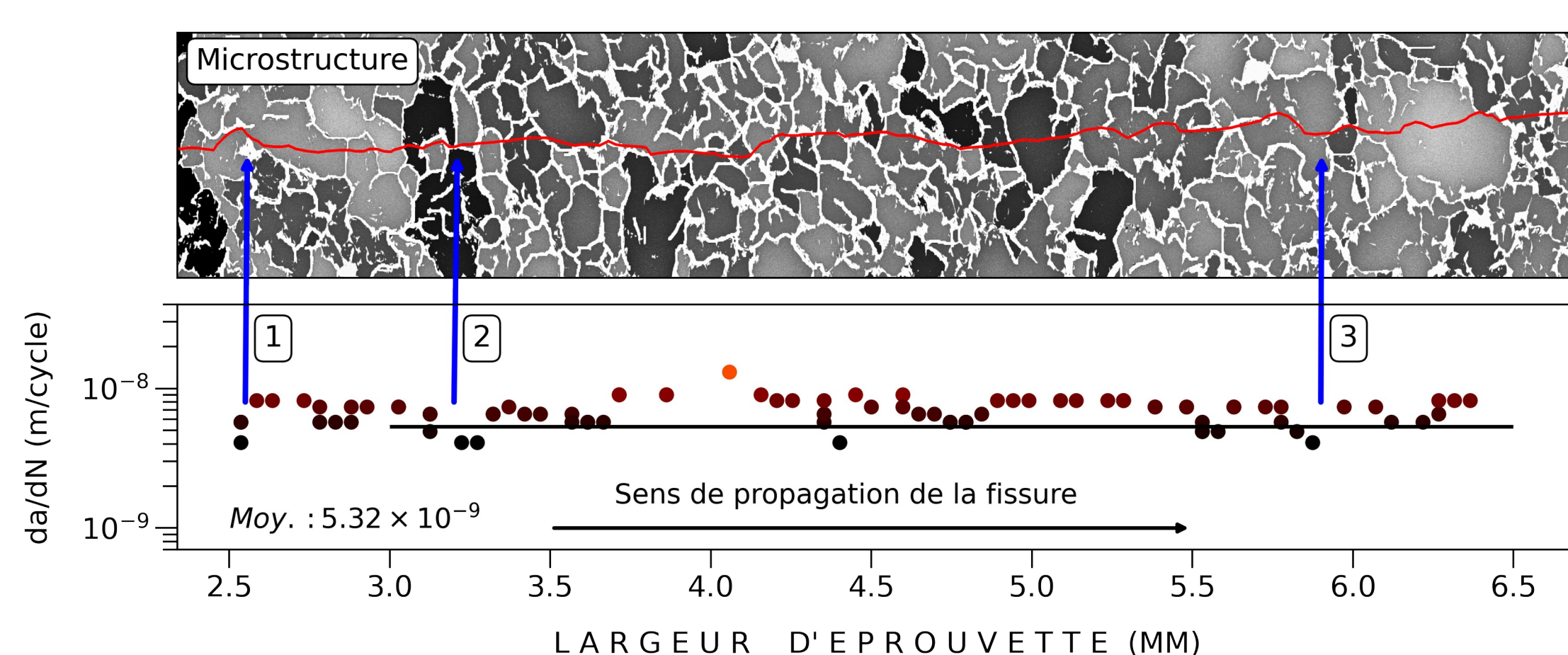
Le lien entre vitesse de propagation en surface et microstructure environnante est étudié sur une zone où la vitesse de propagation macroscopique (DCPD) est à peu près constante (2.5mm - 6.5mm).



Trajectoires de la fissure sur les deux faces



Vitesse de propagation en surface de la fissure

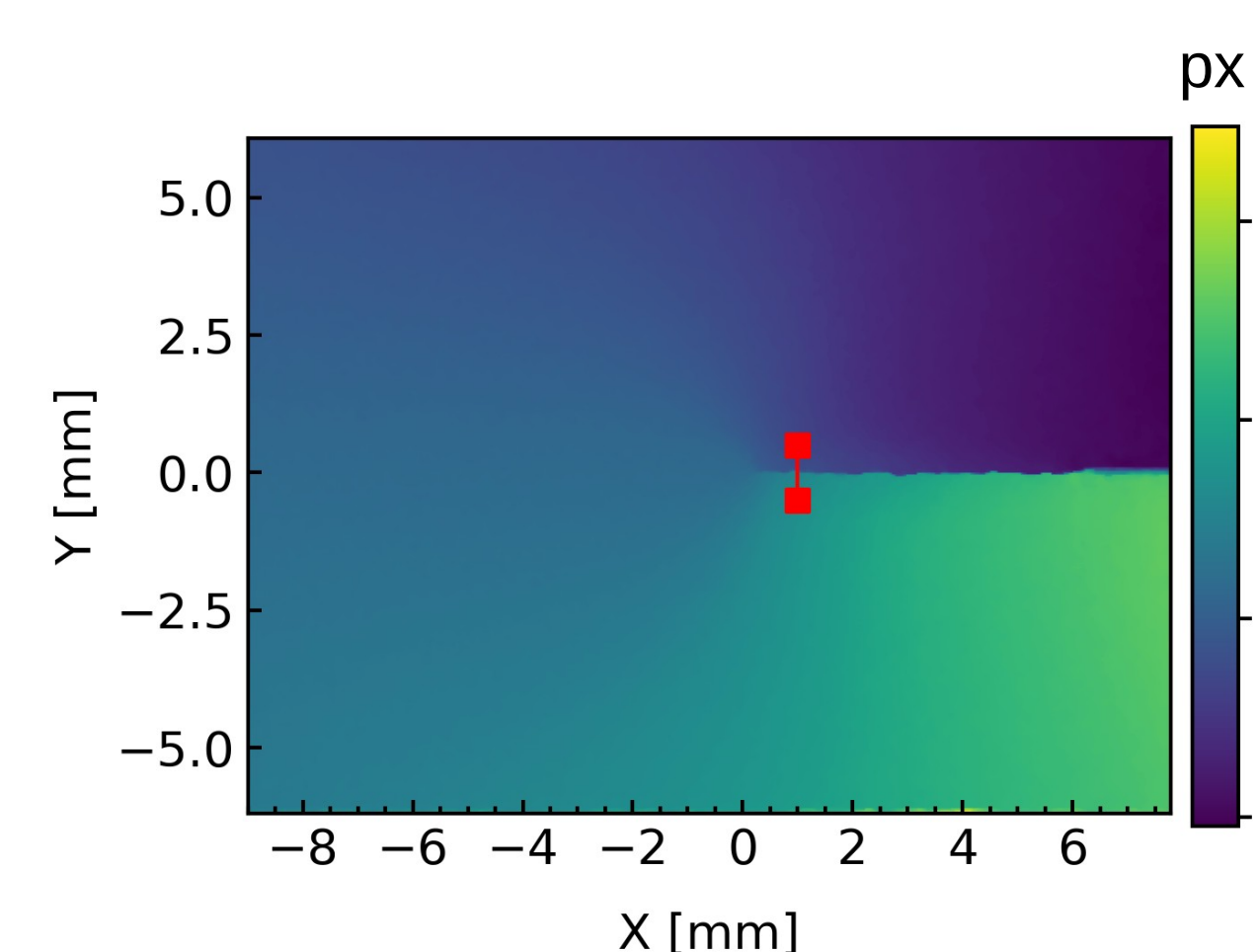


Lien entre vitesse de propagation et microstructure environnante

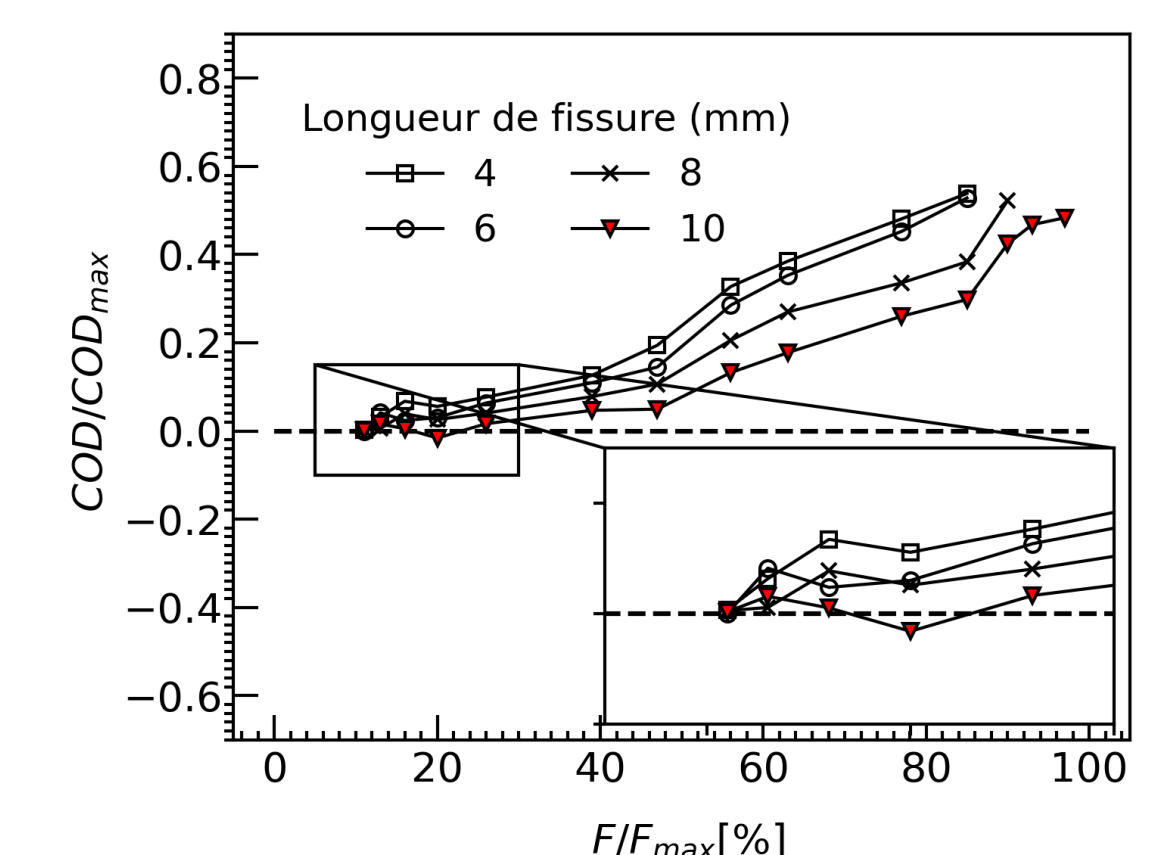
- Les déviations de la fissure marquées par les flèches bleues induisent des ralentissements locaux de la propagation en fatigue.

Fermeture de fissure

Plusieurs pistes possibles pour la compréhension du ralentissement de propagation après 7mm : étude de l'effet de fermeture de fissure mesuré par CIN.



Jauge de mesure du COD sur le champ des déplacements à 1mm de la pointe



Effet de fermeture de fissure

- Fermeture de fissure plus importante à 10mm de propagation. L'aspect rugosité est considéré comme un facteur influant au vu de la différence des trajectoires de la fissure sur les deux faces de l'éprouvette à partir de 7mm de propagation.

Conclusions et perspectives

La déviation locale de la fissure induit un ralentissement local de la propagation, tandis que l'effet de fermeture de fissure conduit à un ralentissement global de la propagation qui peut aussi être lié à :

- La microstructure environnante (observations MEB des déviations de la fissure, caractérisation quantitative de la microstructure),
- Les zones plastiques (CIN) monotone, cyclique.