

# Lawrence Berkeley National Laboratory

## LBL Publications

### Title

Direct Numerical Simulation of Flowthrough Nanoscale Shale Pores In a Mesoscale Sample

### Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/4g4061f2>

### ISBN

9783031237997

### Authors

Kneafsey, Timothy

Trebotich, David

Ligocki, Terry

### Publication Date

2023

### DOI

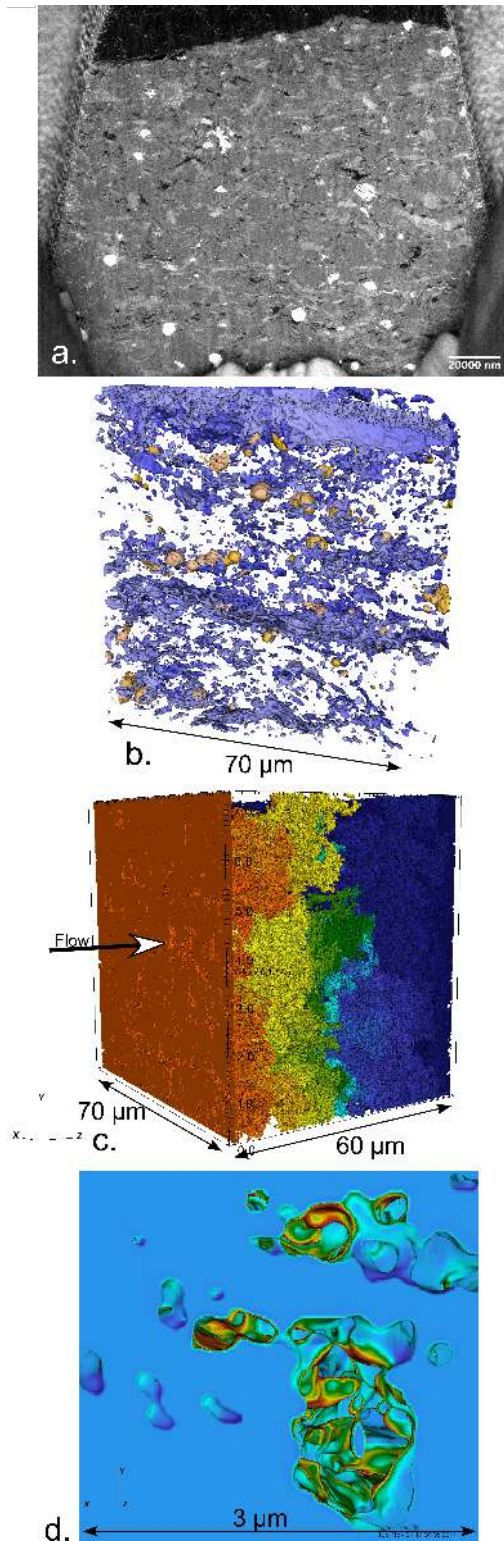
10.1007/978-3-031-23800-0\_69

Peer reviewed

# DIRECT NUMERICAL SIMULATION OF FLOW THROUGH NANOSCALE SHALE PORES IN A MESOSCALE SAMPLE

Timothy Kneafsey, David Trebotich, and Terry Ligocki

Lawrence Berkeley National Laboratory



To better understand fluid flow through shale we performed direct numerical simulation (DNS) of flow in a pore geometry obtained from Marcellus shale image data[1]. The sample – a 100  $\mu\text{m}$  cube, (a) – was imaged at 50 nm voxel size using a TESCAN FERA3 XMH focused ion beam/scanning electron microscope, milled with argon plasma (L. Chan, Tescan USA). Standard image processing techniques were used to filter the dataset and the gradient of the average value across a single image was normalized. FFTs were applied to directionally filter streaking in the images. The resulting pore-scale geometry (b: blue is pore, yellow is pyrite) is represented using implicit functions defined locally on a Cartesian grid. The simulation domain is  $3072 \times 3072 \times 2688$  cells ( $\sim 25$  billion) for a  $73.9 \mu\text{m} \times 73.9 \mu\text{m} \times 64.7 \mu\text{m}$  block of shale (24 nm resolution), and  $> 150$  billion degrees of freedom. The CFD solver in Chombo-Crunch was used to simulate incompressible viscous flow in the pore space (c: pressure gradient from high (red) to low (blue) and d: example of computed velocity into pores at a selected location).

Para comprender mejor el flujo de los fluidos a través de la lutita, realizamos una simulación numérica directa (DNS, por sus siglas en inglés) del flujo en una geometría porosa a partir de información de imágenes de lutita de Marcellus[1]. De la muestra, un cubo de 100  $\mu\text{m}$  (a), molida con plasma de argón, se obtuvieron visualizaciones utilizando un microscopio electrónico de barrido con haz iones enfocados TESCAN FERA3 XMH con un tamaño vóxel de 50 nm (L. Chan, Tescan EE.UU). Se utilizaron técnicas estándar de procesamiento de imágenes para filtrar el conjunto de datos y normalizar el gradiente del valor promedio por imagen. Se aplicó FFT para filtrar direccionalmente rayas de las imágenes. La geometría a escala de poro resultante (b, en azul los poros y en amarillo la pirita) es representada mediante funciones implícitas definidas localmente en una grilla cartesiana. El dominio de la simulación es de  $3072 \times 3072 \times 2688$  celdas ( $\sim 25$  mil millones) para un bloque de lutita de  $73,9 \mu\text{m} \times 73,9 \mu\text{m} \times 64,7 \mu\text{m}$  (resolución de 24 nm), y  $> 150$  mil millones de grados de libertad. Se utilizó el simulador CFD en el paquete Chombo-Crunch para simular flujo viscoso incomprensible en el espacio poroso: (c) gradiente de presión de mayor -rojo- a menor -azul- y (d) ejemplo de velocidad calculada dentro de los poros en una ubicación previamente seleccionada.

1. Trebotich D. and Graves D. (2015). *Commun. Appl. Math. Comput. Sci.*, 10(1):43.

Contact: Timothy Kneafsey <tjkneafsey@lbl.gov>