

Purdue University Document Delivery



ILLiad TN: 821205

Date: 7/9/2009 10:36:47 AM

Call #: 665.5 P21

Journal Title: Revue de l'Institut franc+ais
du pe|trole

Location: Hicks Repository
(Undergraduate)

Volume: 32

Issue: 3

Month/Year: 1977

Pages: 477-480

Article Author: BONNET,

CUSTOMER:

Article Title: CONSTRUCTING
MICROMODELS FOR STUDY OF
MULTIPHASE FLOW IN POROUS-MEDIA

Laura Pyrak-Nolte (ljpn)

Faculty

PHYS

Email: ljpn@physics.purdue.edu

Imprint:

PURDUE
UNIVERSITY
LIBRARIES

INTERLIBRARY LOAN
DOCUMENT DELIVERY

Access. Knowledge. Success.

*Your request for a document held by the
Purdue University Libraries
has been filled!*

*Please review this electronic document as soon as possible. If you have questions about
quality or accessibility, please notify Interlibrary Loan via email at docdel@purdue.edu.
Please reference the transaction number (TN) listed on the side bar above. Thank you
for your request!*

NOTICE: This material may be protected by copyright law (Title 17, United States Code)

Cmb
07/09/2009

NOTE TECHNIQUE

RÉALISATION DE MICROMODÈLES POUR L'ÉTUDE DES ÉCOULEMENTS POLYPHASIQUES EN MILIEU POREUX

CONSTRUCTING MICROMODELS FOR THE STUDY OF MULTIPHASE FLOW
IN POROUS MEDIA

REALIZACIÓN DE MICROMODELOS PARA EL ESTUDIO DE LOS FLUJOS
POLIFÁSICOS EN MEDIO POROSO

J. BONNET et R. LENORMAND

Groupe d'Étude IFP-IMF sur les Milieux Poreux ⁽¹⁾.

L'étude fondamentale d'écoulements polyphasiques en milieux poreux, tels qu'on peut en rencontrer dans la mise en œuvre des méthodes de récupération assistée du pétrole, nous a conduits à mettre au point une technique expérimentale offrant de larges possibilités d'observation tant au point de vue macroscopique qu'à l'échelle du pore. Fondée sur l'utilisation de micromodèles de conception originale, dont nous décrivons ci-après les détails de réalisation, la technique envisagée devrait conduire à une meilleure description des écoulements polyphasiques.

a) L'utilisation de micromodèles permettant d'approfondir la connaissance des écoulements en milieu poreux en associant aux mesures globales un ensemble d'observations réalisées à l'échelle du pore, ne constitue plus à l'heure actuelle, au point de vue méthodologique, un moyen d'approche original. Bien que cet artifice ait été utilisé par de nombreux auteurs, il convient de souligner toutefois que les réalisations dans ce domaine restent encore peu satisfaisantes. Qu'ils soient constitués par des billes de verre ou de Pyrex pilé maintenus entre plaques [1] [2] [3] ou bien gravés [4] [5] les micromodèles existants présentent en effet de nombreux inconvénients parmi lesquels nous soulignerons entre autres :

- les difficultés d'observations précises des interfaces ;
- le caractère quasi constant des distributions porométriques réalisables ;
- le manque de précision dans la définition des paramètres géométriques des capillaires ;
- et enfin, les problèmes technologiques non négligeables que pose l'insertion de tels modèles dans les circuits d'injection des fluides.

Si la technique proposée n'est certainement pas exempte de critiques nous pensons, néanmoins, non seulement qu'elle permet de pallier la plupart des inconvénients précédemment énumérés,

⁽¹⁾ Le Groupe d'Étude IFP-IMF sur les Milieux Poreux a été mis en place en 1971 à l'ENSEEIH de Toulouse, par l'Institut Français du Pétrole (IFP) et l'Institut de Mécanique des Fluides (IMF) de Toulouse, laboratoire associé au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS).

mais que, d'autre part, en raison de ses très larges possibilités, elle constitue par ailleurs, un argument favorable au développement des études fondées sur l'utilisation des micromodèles.

b) La réalisation technique des micromodèles est effectuée en séquence, de la manière suivante :

— Une plaque de Dycril, composée d'un plastique photodurcissable lié à un support métallique est tout d'abord exposée aux rayons ultra-violetés sous un négatif à très haut contraste représentant le sujet à graver, puis traitée par projection de soude sous-pression ; au terme de ce traitement qui entraîne la dissolution du Dycril qui a été protégé du rayonnement par les parties noires du négatif est ainsi obtenue une matrice gravée (fig. 1 a).

— Une empreinte de cette matrice est alors réalisée par moulage sous vide d'une résine élastomère (fig. 1 b).

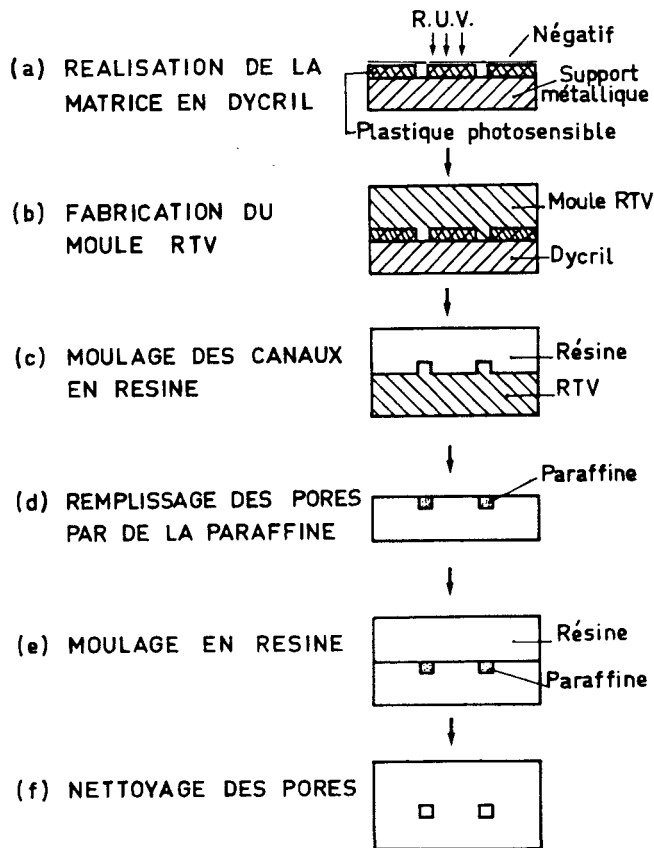


FIG. 1.

— Une matière plastique (résine pour inclusion) est ensuite coulée sur le moule en résine. Elle conduit à l'obtention d'une réplique transparente de la matrice Dycril et constitue le premier élément du micromodèle (fig. 1 c), élément dont la surface, en l'absence de tout traitement particulier, est préférentiellement mouillable à l'huile en présence du couple eau-huile ;

— la réalisation définitive de ce dernier est enfin obtenue par coulage d'un couvercle.

Cette opération délicate a été résolue de façon originale de la manière suivante :

— les canaux du micromodèle sont préalablement remplis sous vide d'une paraffine portée à l'état liquide,

— une fois celle-ci solidifiée, la surface du modèle est soigneusement poncée afin d'éliminer toutes les traces de paraffine à l'extérieur des canaux (fig. 1 *d*),

— une couche de matière plastique transparente destinée à constituer le couvercle et assurant une soudure parfaite avec la partie gravée du micromodèle est ensuite coulée (fig. 1 *e*) ;

— l'opération finale est l'élimination de la paraffine remplissant les canaux par chauffage à 55° C environ et lavage au toluène (fig. 1 *f*).

Au terme de ces différentes étapes, le contour extérieur du micromodèle est enfin usiné (mise en place d'implants destinés aux injections des fluides et à la fixation de capteurs de pression) et soigneusement poli afin d'obtenir la transparence nécessaire à la visualisation des écoulements.

c) Les résultats de la mise en œuvre de cette technique sont concrétisés sur la figure 2 représentant deux types de micromodèles ainsi réalisés. Les caractéristiques de ces modèles sont les suivantes :

— profondeur des gravures : 1 mm ;

— granulométrie équivalente minimale : 200 μm .

— distance intergranulaire minimale : 100 μm .

On notera que les milieux poreux constituant habituellement les gisements ont une granulométrie sensiblement plus petite que celle de ce modèle (un à deux ordres de grandeur environ).

La comparaison entre négatif original représentant le micromodèle à réaliser et celui-ci une fois terminé, permet de constater que d'une manière générale l'erreur introduite au cours de l'ensemble des opérations de moulage, sur les dimensions géométriques est inférieure à 10 μm .

Ce résultat fait apparaître non seulement la précision, mais également la fidélité que l'on peut attendre de la mise en œuvre de cette technique. Il convient de souligner enfin, que l'utilisation d'un négatif photographique comme élément de départ offre de très larges possibilités de choix dans la représentation du milieu poreux, puisque ce négatif peut tout aussi bien être obtenu à partir d'un cliché d'une coupe de milieu poreux naturel (fig. 2 *a*) qu'à partir d'un dessin géométrique laissant alors toute latitude quand aux lois de distributions porométriques réalisables (fig. 2 *b*).

MATÉRIAUX UTILISÉS.

Négatif	cliché d'une coupe de milieu poreux naturel au dessin géométrique	Kodalith	Kodak
Photogravure	plastique photosensible	Dycril 152	Dupont de Nemours
Moulage	rhodorsil élastomère	RTV 573 A + catalyseur XY 110	Rhône-Poulenc
Micromodèle	résine polyester pour inclusion	résine + naphthalène de cobalt à 6 % de métal + peroxyde de méthyléthylcétone MEKP 50	Gaches Chimie
Remplissage des pores		paraffine 52-54° C	Prolabo

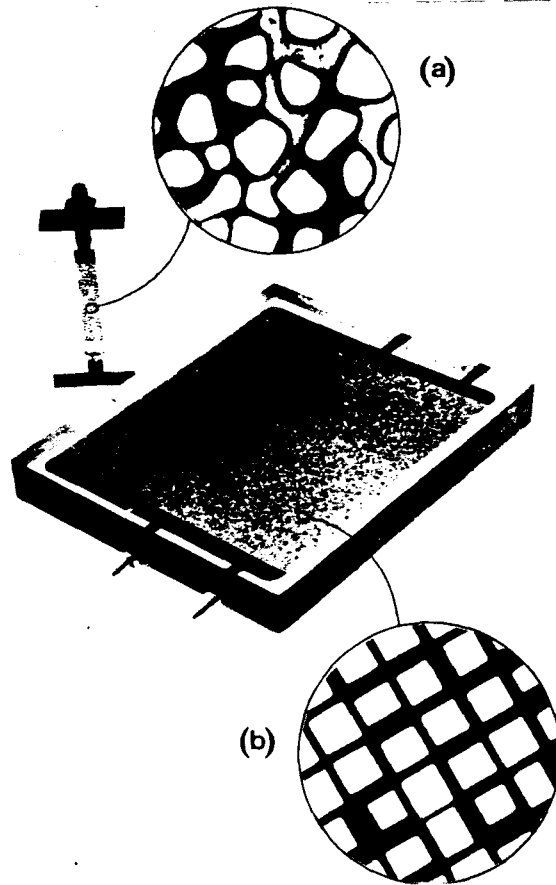


FIG. 2 a et b.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CHATENEVER (A.) and CALHOUN (J. C.). — Visual Examinations of Fluid Behavior in Porous Media. Part I. *Petroleum Transactions AIME*, vol. 195, 1952, p. 149-156.
- [2] KIMBLER (O. K.) and CAUDLE (B. H.). — New Technique for Study of Fluid Flow and phase distribution in Porous Media. *The Oil and Gas J.*, December 16-1957, p. 85-88.
- [3] PINSON (N.) et MARLE (C.). — Étude Visuelle des Écoulements Polyphasiques. 1^{er} Rapport, réf. 7336 IFP, avr. 1962.
- [4] MATTAX (C. C.) and KYTE (J. R.). — Ever see a water flood? *The Oil and Gas J.*, October 16-1961, p. 115-128.
- [5] LARDE (M.). — Étude Visuelle des Écoulements Polyphasiques. Réf. 7851 IFP, nov. 1962.
- [6] GANOULIS (J.). — Remplacement d'un fluide par un autre dans des domaines de géométrie aléatoire ou non cylindrique. Thèse de Doctorat d'État, Toulouse, 1974.

Manuscrit définitif reçu en décembre 1976.