

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES ECHANGES THERMIQUES DANS DES CONDUITES PARTIELLEMENT OCCUPEES PAR DES MATRICES POREUSES ET PARCOURUES PAR UN FLUIDE NON NEWTONIEN

Par R. Nebbali

Résumé

La convection forcée dans les milieux poreux a fait l'objet d'un nombre important d'investigations durant ces dernières décades. Cet intérêt grandissant est motivé par la présence de ces milieux dans différentes applications industrielles et dans des phénomènes naturels incluant l'industrie pétrolière, l'isolation dans le bâtiment et l'hydrologie parmi bien d'autres. Une autre application prometteuse, apparue ces dernières années, de ces milieux est leur utilisation en tant que technique d'amélioration du transfert de chaleur.

Dans ce travail une simulation numérique est développée afin d'analyser les caractéristiques hydrodynamiques et thermiques d'un écoulement confiné d'un fluide non-Newtonien en convection forcée. Deux conduites de formes différentes sont considérées : la conduite 3D à section rectangulaire et le canal à parois parallèles. Ces supports d'écoulement peuvent être entièrement ou partiellement remplis par des substrats poreux. Une attention particulière est portée à l'analyse des effets combinés de la présence de la structure poreuse et du fluide non-Newtonien sur la cartographie dynamique et thermique de l'écoulement.

Dans la partie consacrée à la conduite à section rectangulaire, l'hypothèse d'un écoulement totalement développée a été considérée. Le substrat poreux est placé sur les parois de la conduite avec une épaisseur variable. Globalement, il apparaît que les fluides dilatants permettent d'obtenir le meilleur transfert de chaleur avec cependant la perte de charge la plus importante. Quand le milieu poreux garnit totalement la conduite une amélioration du transfert de chaleur est obtenue pour toute la plage de perméabilités considérée. Par contre, dans le cas d'une conduite partiellement poreuse une amélioration du transfert de chaleur n'est obtenue qu'à partir d'une certaine épaisseur du substrat et d'une certaine perméabilité. Dans ce dernier cas la perte de charge additionnelle engendrée par le milieu poreux est réduite substantiellement.

Dans la deuxième partie consacrée au canal plan, des blocs poreux de dimensions et de formes différentes sont insérés dans le canal afin de voir l'influence de l'interruption des couches limites sur l'amélioration du transfert de chaleur. A cet effet, trois dispositions géométriques des blocs poreux sont analysées à savoir :

- Un seul bloc de hauteur et d'épaisseur identiques et égales à la hauteur du canal est inséré.
- Deux blocs identiques dont l'épaisseur et la hauteur sont égales à la moitié de la hauteur du canal sont disposés en chicanes.
- La troisième disposition est obtenue à partir de la seconde en faisant varier la hauteur des blocs poreux.

Dans la première disposition une amélioration du transfert de chaleur est obtenue, là aussi, sur toute la plage de valeurs de la perméabilité considérée. Cependant, et contrairement à la première géométrie ce sont les fluides pseudo plastiques qui donnent le meilleur transfert de chaleur avec les plus faibles pertes de charge.

Dans la deuxième disposition, l'existence de valeurs critiques de la perméabilité pour lesquelles le transfert de chaleur est maximisé est mise en évidence. Bien que le transfert de

chaleur soit inférieur à celui de la première disposition, cette configuration offre l'avantage de générer moins de chute de pression. Le transfert de chaleur peut être néanmoins augmenté en utilisant des substrats poreux plus conducteurs de la chaleur.

Dans la dernière disposition, une hauteur critique des blocs est mise en évidence pour laquelle le transfert de chaleur est maximisé avec cependant une augmentation substantielle des pertes de charge.