

L'objectif de ce projet est de calculer, avec le modèle proposé, l'écoulement d'un fluide dans des micro-canaux et surtout le mélange de produits dans ces micro-canaux favorisé par des chauffages locaux. Le circuit, que l'on considérera bi-dimensionnel et pour lequel nous effectuerons des calculs d'écoulements également bi-dimensionnels. Le circuit comprend une entrée pour le produit A, une entrée pour le produit B, des sections droites à température minimale et des section en zigzag à température maximale. Les caractéristiques des trois types de sections sont les suivantes. Le circuit complet sera constitué d'une section d'injection et d'une alternance de circuits de circulation et de chauffage.

Nous commencerons alors par construire les maillages sur lesquels nous ferons les simulations. En particulier, nous construirons un maillage simple rectangulaire, qui nous servira à faire des tests le long de notre étude, puis deux maillages représentant le système que nous voulons effectivement étudier.

Ensuite, nous étudierons les équations de Navier-Stokes et de concentration, en développant les formulations variationnelles de celles-ci, et en les discréditant. Nous donnerons aussi des conditions limites réalistes physiquement à imposer à nos équations.

Enfin, nous pourrons simuler notre système de test, puis principal, et analyserons les résultats obtenus en vue de notre but, aussi bien que les phénomènes physiques et numériques qui ont pu intervenir dans les simulations.

Transition partie 1 et 2 :

Nous venons de définir la géométrie de notre système avec les dimensions appropriées pour le problème en question. Nous avons alors construit avec des raisonnements géométriques et algébriques nos maillages. À l'issue de cette partie, nous avons trois maillages différents, un rectangulaire, un de tube avec des sinus superposés et finalement un maillage de tube à section constante. Analysons ensuite les équations de notre problème, dans le but de les discrétiser et pouvoir les implémenter numériquement aux maillages que nous venons de construire.

Transition partie 2 et 3 :

Ainsi, nous avons discuté des conditions limites à imposer aux équations de Navier-Stokes et de concentration de notre problème. Nous avons ensuite

discretisé en temps et espace ces équations, dans les espaces variationnels appropriés. De plus, en anticipation de la partie qui suit, nous avons déterminé les paramètres de notre simulation.

Nous sommes alors finalement en mesure de pouvoir simuler nos équations sur notre maillage. Nous analyserons alors dans la suite les résultats de nos simulations.

Conclusion partie 3 :

Tout comptes fait, cette partie qui ne devrait que s'intéresser aux effets du mélange de la concentration dans le tuyau, aborde de nombreux autres phénomènes physiques, issus des contraintes physiques de notre problème et de la géométrie de notre système. En effet, d'un côté, nous étudions les effets de la région de chauffe sur la diffusion et la viscosité et la pression, et d'un autre côté nous étudions les effets physiques que la géométrie de notre maillage engendre, comme l'effet Venturi. Puis finalement, l'étude du mélange des deux concentrations nous amène à étudier de façon plus générale plus tard les écoulements diphasiques couplés.

Conclusion

Nous sommes partis d'une démarche simple : Pour simuler le mélange, il faut simuler l'écoulement du fluide et la diffusion de la concentration. Puis, pour cela faire, nous avons construit les différentes géométries du projet dans la partie [1], dont celle du tube droit permettait d'établir une solution analytique du champ des vitesses, c'est l'écoulement de Poiseuille, dans nos hypothèses d'études. Nous l'avons utilisée en cas test pour nos simulations, dans la suite de notre étude.

Pour ce même tube, cet écoulement a été simulé avec deux géométries différentes. Celle avec la chauffe définie géométriquement et l'autre. De même, la géométrie du projet de décline en sinus superposés et sinus section constante. La construction des deux géométries y a alors été détaillée.

Ensuite, dans la partie [2], nous avons donné les hypothèses d'études que nous avons prises afin de réduire les équations de Navier-Stokes, afin d'établir la formulation variationnelle des équations de Stokes instationnaires.

Les solutions analytiques de l'équation stationnaire étant les écoulements de Poiseuille. On y a

discuté des conditions au bord, de l'existence des solutions et des paramètres de simulation. Ce

même travail a été refait pour l'équation de convection-diffusion de la concentration. En particulier, nous donnons la loi précise que doit suivre le coefficient de diffusion.

Enfin, dans la partie [3], nous nous attaquons aux simulations des équations sur les différents maillages. Nous validons les simulations test du champ de vitesse et de pression, avec une deuxième validation de l'effet venturi sur un fluide visqueux réel.

On y trouve un impact positif de la chauffe sur le mélange, qui dépend fortement de la taille des molécules à mélanger. On conclut sur les défauts de la géométrie alternative en sinus superposés, à l'intérieur de laquelle les effets Venturi prédominent. Finalement, simule des écoulements couplés sur le tuyau de section constante. Nous finissons par simuler l'écoulement diphasique couplé sur le tuyau rectangulaire et d'apporter une étude théorique pour celui-ci.

Ainsi, à la lumière de nos études, nous concluons que notre modèle ne nous permet malheureusement pas d'étudier le phénomène souhaité. En effet, pour pouvoir juste étudier l'impact de la région de chauffe, nous devons exagérer très agressivement la température à l'intérieur de celle-ci, aussi bien que les molécules qui constituent notre fluide. Sans ces modifications des paramètres expérimentaux, nous observons que les fluides se mélangent complètement avant d'atteindre la région de chauffe.

Notre modèle théorique est alors trop simplifié. Peut-être serait-il nécessaire d'ajouter un terme de tension de surface entre les deux fluides, ou bien de faire recours aux lois de thermodynamique pour décrire le mélange des deux fluides...

Rq :

Rajouter dans la partie 2 équation de concentration :

"Par simple application de Lax-Milgram, ce problème admet une unique solution."

Page 6 : manque le - sur le X^{-1}

Page 10 et 16 : mets ou met ?

Page 25 : première phrase entre la figure 34 et 35

Mettre le lien git sur le projet