

Etude de l'influence de la température sur le comportement rhéologique d'une suspension solide/liquide

M.MELLAL^{#1}, H.ABCHICHE^{*2}, N.SAHRAOUI^{#3}

[#] Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene (USTHB), Faculté de Génie Mécanique et de Génie des Procédés, Laboratoire des Phénomènes de Transfert, BP 32, Al Alia, 16111 Alger, Algérie

[#]Auteur correspondant : m_rinmou@yahoo.fr

Abstract— L'objectif de ce travail est l'étude de l'influence de la température sur le comportement rhéologique d'une suspension d'un polymère, il s'agit du Carboxyméthylcellulose de sodium (CMC), à différentes concentrations (0,5%, 1%, 2%), sur une installation d'expulsion, utilisant deux diamètres (8mm, 10mm) et deux longueurs de conduite (1m, 2m). Pour cela la suspension est chauffée à différentes températures (30°C, 35°C, 40°C) grâce à une résistance électrique enroulé sur tout le long de la conduite [1]. Les résultats obtenus nous ont permis de conclure que la température a une influence marquante sur les paramètres rhéologique de la suspension.

Keywords—Thermorhéologie, installation d'expulsion, Carboxyméthylcellulose de sodium.

I. INTRODUCTION

Les polymères présentent un grand intérêt en raison de leurs applications étendues dans les différentes industries, citons l'industrie du pétrole où nous retrouvons l'utilisation de laitier de ciment dans les procédés de forage [2]. L'objectif de ce travail est de caractériser les propriétés rhéologiques des solutions de CMC en utilisant une installation d'expulsion spécialement conçu et mise au point pour étudier le comportement rhéologique des produits relativement visqueux, et d'apporter des explications quant aux effets de plusieurs paramètres tels que la longueur, le diamètre, la concentration. Cependant, l'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'influence de la température sur le comportement rhéologique de la solution CMC, ce qui traduit une étude thermorhéologique en adaptant à l'installation utilisée une source de chaleur permettant de chauffer la solution [3].

II. MATERIELS ET METHODES

A. Installation d'expulsion

La caractérisation rhéologique de la suspension a été réalisée sur une installation d'expulsion spécialement conçu au niveau de notre laboratoire pour les écoulements de mélange visqueux, permettant une étude rhéologique de la suspension en écoulement.

L'installation se décompose essentiellement en trois compartiments :

Le premier compartiment conçu pour le stockage du produit a étudié, il se compose d'une cuve de stockage en inox de 30L à double paroi, pour le stockage du produit à tester, équipée d'un capteur de pression - manomètre à membrane (0-4 bar)- un agitateur racleur relié au moteur d'agitation. La sortie de la cuve est branchée à deux vannes d'asservissement permettant de varier le débit.

Le deuxième compartiment conçu pour l'écoulement du fluide ainsi que l'étude thermorhéologique, il se compose des éléments suivants :

Une conduite cylindrique, d'une longueur de trois mètres et d'un diamètre fixe de 8mm spécialement mise en place pour l'établissement du régime hydrodynamique, un travail a été fait au niveau de notre laboratoire pour trouver la longueur d'établissement. La première extrémité est reliée à la cuve de stockage, la deuxième extrémité à une conduite chauffante de diamètre et de longueur variable afin de réaliser l'étude thermorhéologique. La conduite chauffante se présente sous forme de tube en inox alternée par 6 piquages de température et 3 piquages de pression, le long de ce tube est enroulé d'une bande chauffante pour imposer une température à la paroi. Les prises de température donnent la possibilité de mesurer la température du fluide en écoulement, les prises de pressions sont reliées à des tubes manométriques et à un manifold donnant la possibilité de lire les hauteurs manométriques.

Le troisième compartiment conçu pour le recyclage du produit sortant de la section de mesure, il se compose des éléments suivants : Une cuve de recyclage munie d'une pompe centrifuge permettant d'alimenter de nouveau la cuve de stockage à l'aide de conduite d'alimentation, une conduite

de refoulement au niveau de la cuve de recyclage permettant de mélanger le produit avant de l'utiliser.

B. Carboxymethylcellulose de sodium

Nous avons utilisé le CMC comme fluide modèle sous forme de solution solide/liquide à différentes concentrations. Nous avons effectué les manipulations sur une suspension à base de CMC ce dernier se présente sous forme d'une poudre blanche fine et sèche. Pour notre étude, trois concentrations massiques ont été utilisées : 0,5%, 1% et 2%.

TABLEAU I: QUANTITE UTILISEE DE CMC

[CMC]	Volume d'eau (litre)	Quantité de CMC poudre (g)
0,5%	30	150
1%	40	400
2%	40	800

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Après avoir caractérisé rhéologiquement la suspension à base de carboxymethylcellulose, nous nous intéressons maintenant à l'influence de la température. Pour cela nous avons étudié l'influence de la température en fonction des paramètres suivants: la concentration massique de la suspension, le diamètre de la conduite et la longueur de la conduite.

A. Effet de la concentration

Afin d'étudier l'influence de la concentration sur le comportement thermorhéologique de la suspension, nous avons suivi l'évolution du débit volumique de celle-ci en fonction de la température pour les trois concentrations massiques. Les résultats obtenus sont regroupés sur les figures 1 et 2 et montrent l'évolution du débit volumique en fonction de la concentration, obtenue en utilisant des conduites de diamètre de 8 et 10mm avec des longueurs de 1 et 2m à des températures de 25, 30, 35, 40°C.

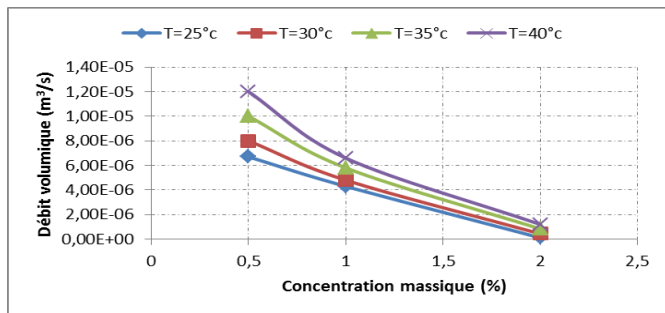


Fig 1 : Variation du débit volumique en fonction de la concentration massique, d = 8mm, L = 1m.

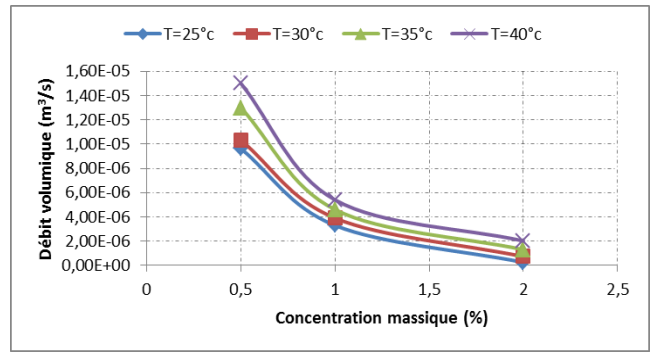


Fig 2 : Variation du débit volumique en fonction de la concentration massique, d = 10mm, L = 1m.

A partir de ces résultats, nous remarquons une augmentation du débit volumique, avec l'augmentation de la température pour toute concentration massique (dans l'intervalle de concentration étudiée), cela est due à l'effet de glissement favorisé par l'augmentation de la température. Nous pouvons remarquer aussi que le débit volumique diminue avec l'augmentation de la viscosité de la suspension.

B. Effet du diamètre de la conduite

Pour étudier l'influence du diamètre de la conduite sur le comportement thermorhéologique de la suspension, nous avons regroupé sur les figures 3 à 5 l'évolution du débit volumique en fonction du diamètre de la conduite pour différentes concentrations de la suspension.

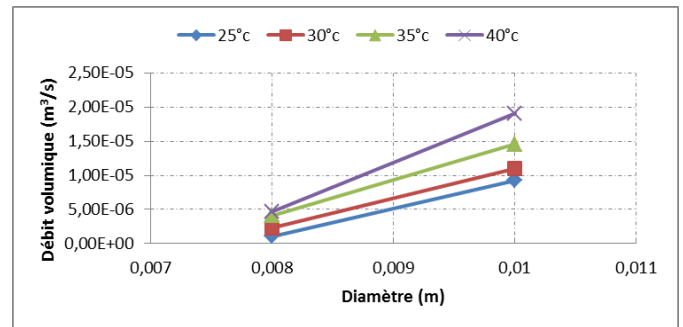


Fig 3 : Variation du débit volumique de la suspension en fonction du diamètre de la conduite pour une concentration de 0,5% L = 1m

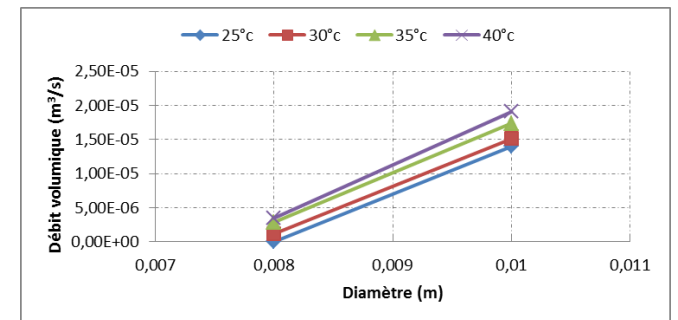


Fig 4 : Variation du débit volumique de la suspension en fonction du diamètre de la conduite pour une concentration de 1% L = 1m

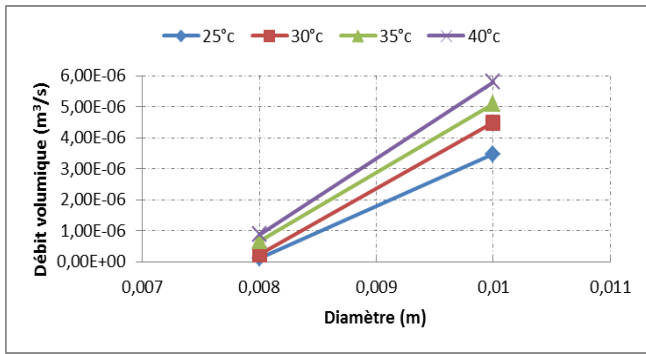


Fig 5 : Variation du débit volumique de la suspension en fonction du diamètre de la conduite pour une concentration 2% L=1m

A partir de ces résultats, nous pouvons constater une augmentation du débit volumique avec le diamètre de la conduite pour une même température. Nous pouvons constater également l'augmentation du débit avec la température pour un même diamètre de la conduite, cette augmentation est plus importante pour les diamètres les plus importants. Ce phénomène peut être expliqué par le fait que le glissement pariétal est favorisé non seulement par la température, mais aussi le diamètre de la conduite.

C. Effet de la longueur de la conduite

Afin d'étudier l'effet de la longueur de la conduite sur le comportement thermorhéologique de la suspension, nous avons suivi l'évolution du débit volumique en fonction de la longueur pour deux longueurs différentes. Les figures 6 et 7 donnent l'évolution du débit volumique en fonction de la température pour deux longueurs différentes (1 et 2m).

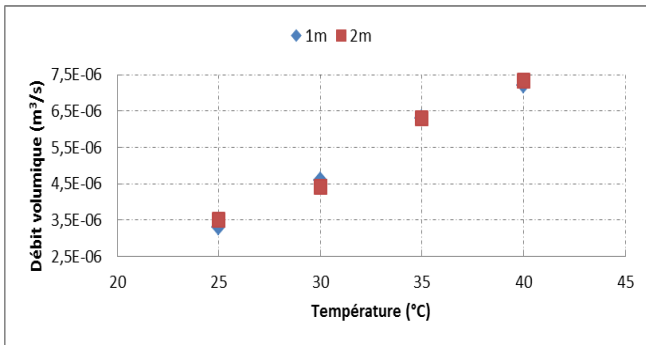


Fig 6 : Evolution du débit volumique en fonction de la température pour une concentration massique de 0,5% d = 8mm.

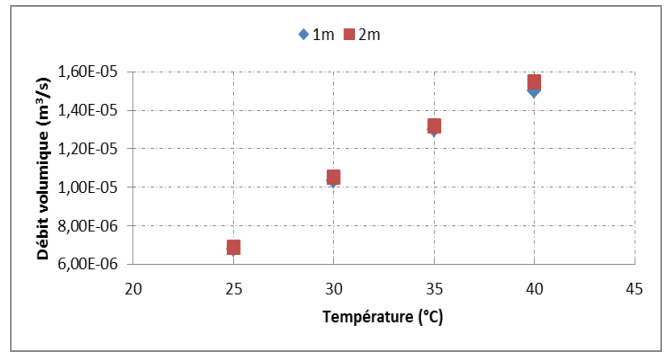


Fig 7 : Evolution du débit volumique en fonction de la température pour une concentration massique de 0,5% d = 10 mm.

A partir de ces derniers nous constatons que la longueur de la conduite utilisée n'influe pas sur le comportement thermorhéologique de la suspension et cela quel que soit la concentration de la suspension ou le diamètre de la conduite utilisé.

IV. CONCLUSIONS

L'effet de la température sur le comportement rhéologique de la solution en fonction de la concentration massique a montré que le débit augmente avec la température et diminue avec l'augmentation de la concentration. Nous avons remarqué aussi que le diamètre a une influence sur le comportement thermorhéologique, cela provoque une augmentation du débit avec le diamètre et avec la température, cette influence est d'autant plus importante pour les diamètres les plus élevés. Ce phénomène peut être expliqué par le fait que le glissement pariétal est favorisé non seulement par la température, mais aussi par le diamètre.

REFERENCES

- [1] K.BENAZOUZ AHMED, "Relations entre propriétés rhéologiques et structure microscopique de dispersions de particules d'argile dans des solutions de polymères", université de Haute ALSACE, université de Strasbourg, 2010.F. Joly, P. Vasseur, G. Labrosse, Soret instability in a vertical Brinkman porous enclosure. Numer. Heat Transfer, Part A, 39 (2001) 339–359.
- [2] Groupe Français de Rhéologie, "Dictionnaire de rhéologie", volume 56 p, 1990
- [3] D.QUEMADA, "Modélisation rhéologique structurelle. Dispersions concentrés et fluides complexes", Edition Tec and Doc, Lavoisier, 2006.