CONCLUSION GENERALE

Notre étude s'est intéressée à l'écoulement uniforme dans une conduite de forme circulaire. Deux chapitres ont été proposés. Le premier chapitre a été consacré aux rappels sur l'écoulement uniforme, tandis que le second chapitre a eu pour objectif l'étude particulière de l'écoulement uniforme dans la conduite de forme circulaire.

Au cours du premier chapitre, les conditions d'établissement d'un écoulement uniforme ont été schématisées et discutées, en comparant la pente longitudinale du canal et la pente critique. La zone transitoire au-delà de laquelle l'écoulement uniforme apparaît a été mise en évidence et correspondant à la zone sur laquelle s'étend l'écoulement accéléré, avant qu'il ne soit équilibré par les forces de gravité. Nous avons rappelé que les relations régissant l'écoulement uniforme s'expriment en règle générale par $V = C\ R_h^{\beta}\ J^{\ \gamma}$ où V est la vitesse moyenne de l'écoulement, R_h est le rayon hydraulique, J est la pente de la ligne de charge totale, égale à la pente géométrique du canal, et C est un paramètre lié à la résistance à l'écoulement, dépendant de plusieurs de facteurs. Parmi les nombreuses relations qui régissent l'écoulement uniforme, d'eux d'entre elles sont largement utilisées en pratique. Il s'agit des relations de *Chézy* et de *Manning* pour lesquelles $\gamma = 1/2$, $\beta = 1/2$ et $\beta = 2/3$ respectivement. Nous avons indiqué quelques formules destinées au calcul des coefficients de résistance C de *Chézy* et n de *Manning*, en particulier les formules de *Ganguillet – Kutter*, de *Bazin*, de *Powell* et de *Hager*.

Le premier chapitre de notre mémoire s'est également intéressé aux équations théoriques de l'écoulement uniforme. Nous avons notamment rappelé la loi de *Prandtl – Von – Karman* de la distribution de la vitesse dans un écoulement turbulent et la relation théorique de *Keulegan* qui exprime la vitesse moyenne de l'écoulement uniforme dans les canaux ouverts. Il a été déduit de cette relation les expressions du coefficient C de *Manning* et du coefficient de frottement f pour le cas des parois rugueuse et lisse. Dans le cas de la paroi rugueuse, la relation du coefficient n de *Manning* a alors été identifiée ; de ce fait la méthode de détermination le coefficient n de *Manning* ainsi que son interprétation théorique ont été déduites.

Le premier s'est poursuivi par le calcul de l'écoulement uniforme. En se basant sur la relation ci-dessus indique de la vitesse moyenne V de l'écoulement, l'expression de la conductivité $K = Q / J^{\gamma}$ a été déterminée. La conductivité correspond donc à la capacité d'évacuation de la section de la conduite ou du canal considéré, puisqu'elle est directement liée au débit volume Q. La conductivité a été exprimée lorsque l'une ou l'autre des formules de *Chézy* et de *Manning* est utilisée.

Lorsque la formule de *Manning* est utilisée, le facteur de section $AR_h^{2/3}$ a été exprimé, où A est l'aire de la section mouillée et R_h est le rayon hydraulique. Le facteur de section est régi par la relation $AR_h^{2/3} = nQ/\sqrt{J}$, étroitement lié à la conductivité. Le facteur de section $AR_h^{2/3}$ dépend exclusivement de la géométrie de la section mouillée de la conduite ou du canal considéré. Le facteur de section relatif $AR_h^{2/3}/D^{8/3}$ a été représenté graphiquement en fonction du taux de remplissage $\eta = y_n/D$, pour le cas de la conduite de forme circulaire, où y_n est la profondeur normale et D est le diamètre de la conduite. La courbe obtenue montre que $AR_h^{2/3}/D^{8/3}$ augmente dans un premier temps avec l'accroissement de η, puis diminue dans un second temps avec l'augmentation de η ; la variation du facteur de section relatif passe alors par un maximum.

Le second chapitre de notre mémoire constitue notre propre contribution à l'étude de l'écoulement uniforme dans la conduite de forme circulaire, en ayant notamment recours aux relations de *Chézy* et de *Manning.*

Dans un premier temps, l'écoulement a été analysé à coefficient de résistance constant, puis à coefficient de résistance variable dans un second temps.

A coefficient de résistance constant et lorsque la relation de *Chézy* est appliquée, le calcul a montré que la conductivité relative $Q^* = Q/\sqrt{C^2D^5i}$ ne dépend que du taux de remplissage η de la conduite. La conductivité relative, à l'état plein, est une constante égale à $\pi/8$. Le rapport Q/Q_p, où Q_p est le débit volume à l'état plein, ne dépend que du taux de remplissage η de la conduite. La courbe de remplissage Q/Q_p en fonction de η a été graphiquement représentée. Nous avons pu constater que le rapport Q/Q_p augmente dans un premier temps avec l'accroissement du taux de remplissage η et atteint la valeur maximale $Q_{\max.}/Q_p = 1{,}05041386$, pour un taux de remplissage $\eta \cong 0{,}95$. Pour le taux de remplissage $\eta = 0{,}5$, le débit volume Q vaut la moitié du débit volume de remplissage Q_p. Compte tenu de la forme implicite de la relation $Q/Q_p(\eta)$, vis-à-vis du taux de remplissage η, une excellente relation approchée a été proposée dans la large gamme pratique $0{,}15 \le \eta \le 0{,}75$. Elle permet le calcul direct de η et donc de la profondeur normale y_n. La conductivité relative Q^* augmente avec l'accroissement du taux de remplissage η jusqu'à la valeur maximale $Q^*_{\max.} \cong 0{,}4125$, correspondant à $\eta = 0{,}95$. La forme implicite de $Q^*(\eta)$ a été levée en proposant une relation explicite qui lui est approchée, dans la large gamme pratique $0,15 \le \eta \le 0,85$. Cette relation permet également le calcul explicite du taux de remplissage η et, par conséquent, celui de la profondeur normale.

L'application de la relation de *Manning* à coefficient de résistance constant montre que la conductivité relative $Q^* = nQ / D^{8/3}\sqrt{i}$ ne dépend que du taux de remplissage η, sous une forme implicite. La conductivité relative à l'état plein, soit Q_p^*, est constante et vaut 0,3117. Elle est donc inférieure à celle obtenue lorsque la relation de *Chézy* est utilisée. Il a été graphiquement constaté que la conductivité relative Q^* augmente dans un premier temps avec l'accroissement du taux de remplissage η et atteint la valeur maximale $Q^*_{\max.} \cong 0,3353$, pour le taux de remplissage $\eta = 0,94$. Elle diminue dans un second temps en dépit de l'augmentation du taux de remplissage η. Afin de lever la forme implicite de la conductivité relative Q^*, une relation approchée a été proposée dans la large gamme $0,15 \le \eta \le 0,75$. Cette relation permet d'évaluer le taux de remplissage et donc la profondeur normale. La courbe de remplissage de la conduite, montrant la variation de Q / Q_p en fonction de η a été graphiquement représentée. Le rapport Q / Q_p augmente dans un premier temps avec l'accroissement du taux de remplissage η et atteint la valeur maximale $Q_{\max.} / Q_p = 1,07567944$, pour un taux de remplissage $\eta \cong 0,94$. Pour le taux de remplissage $\eta = 0,5$, le débit volume Q vaut la moitié du débit volume de remplissage Q_p.

Le second chapitre de notre mémoire s'est poursuivi par l'étude de l'écoulement uniforme à coefficient de résistance variable. La variation du coefficient *C* de *Chézy* et celle du coefficient *n* de *Manning* a été mise en évidence, en ayant recours à la relation générale d'Achour et de *Bedjaoui* qui exprime le débit volume Q. Il est apparu que *C* et *n* dépendent de la rugosité relative ε / R_h et d'un nombre de *Reynolds R*. En ayant recours à la méthode du modèle rugueux, il a été possible de calculer de manière explicite les coefficients *C* et *n*. La représentation graphique de *C* et de *n* a montré que ces paramètres admettent un maximum et dont l'expression a été déterminée. La valeur maximale de *C* et de *n* s'obtient à la profondeur normale $y_n \cong 0,813D$.

L'expression générale de la vitesse moyenne *V* a été déduite de celle du débit volume *Q*. Sa représentation graphique a révélé qu'elle admet un maximum qui apparaît également à la profondeur normale $y_n \cong 0,813D$. De ce fait, la relation exprimant la vitesse moyenne maximale a été déterminée et elle se présente en fonction du diamètre *D* de la conduite, de la rugosité relative ε / D et du nombre de *Reynolds* R_p à l'état plein.

Dans la large gamme de valeurs du taux de remplissage $0,15 \leq \eta \leq 0,80$, la relation approchée explicite de la profondeur normale a été déterminée, en termes de débit volume maximal.

Enfin, l'écoulement critique a fait l'objet d'une étude particulière. L'objectif principal a été de proposer une relation approchée au calcul de la profondeur critique.

De nombreux exemples d'application ont été proposés pour montrer la démarche à suivre pour le calcul des caractéristiques hydrauliques de l'écoulement uniforme dans une conduite de forme circulaire.