**chapitre III**

**calcul du gradient de perte de charge linéaire dans une conduite circulaire en charge par la methode du modèle rugueux (mmr)**

**I.3.3. Le gradient *J* de la perte de charge linéaire est inconnu**

I.3.3.1. **Expression du coefficient de frottement**

Il s’agit de proposer une relation explicite au calcul du coefficient de frottement dans le cas où le gradient de la perte de charge linéaire *J* est le paramètre inconnu du problème. Les variables connues sont le débit volume, le diamètre *D* de la conduite, la rugosité absolue et la viscosité cinématique du liquide en écoulement.

En l’absence de la valeur du gradient de la perte de charge linéaire *J*, la relation de *Darcy-Weisbach* n’est d’aucune utilité pour l’évaluation du coefficient de frottement.

Puisque,,  et sont les données du problème, alors la rugosité relative et le nombre de *Reynolds* *R* le sont aussi. Celui-ci est aisément déterminé par application de la relation (1.14).

Dans cette partie, nous assumons  et . Ceci implique bien évidemment que  et.

En outre, étant donné que et , le coefficient de frottement est donc régi par la relation (1.26) où le nombre de *Reynolds* est gouverné par la relation (1.23).

Pour les valeurs données de et de *R*, la relation (1.23) permet le calcul du nombre de *Reynolds*, à condition d’utiliser un procédé itératif ou graphique.

L’étude de la relation (1.23) a montré qu’elle peut être remplacée, avec une excellente approximation, par la relation :

 (1.51)

Ainsi, la relation (1.51) permet d’évaluer de manière explicite le nombre de *Reynolds*, pour les valeurs données de et de *R*. Par suite, le coefficient de frottement est aisément déterminé par application de la relation (1.26) dont nous rappelons l'expression :

 (1.26)

***Exemple d’application 1.10.***

Un écoulement, se produisant dans une conduite circulaire sous pression, dont la paroi interne est caractérisée par la rugosité relative, est défini par un nombre de *Reynolds*. Quelle est la valeur du coefficient de frottement ?

Nous pouvons ainsi observer que la méthode explicite préconisée donne le même résultat que celui issu de la relation implicite de *Colebrook-White*, tout au moins pour l’exemple d’application que nous avons considéré.

Afin de mieux apprécier la fiabilité de la relation (1.51) lorsqu’elle est utilisée simultanément avec la relation (1.26) pour l’évaluation du coefficient de frottement, nous l’avons comparée à la relation implicite (1.16) de *Colebrook-White*. Les écarts relatifs sur le coefficient de frottement sont alors représentés sur la figure 1.5, en fonction du nombre de *Reynolds* *R* et pour diverses valeurs de la rugosité relative.



Figure **1.5** : Comparaison entre la relation (1.16) de *Colebrook-White* et la relation (1.26), en fonction de *R* et pour diverses valeurs de 

La figure 1.5 montre clairement que les écarts relatifs sur le coefficient de frottementdépendent à la fois du nombre de *Reynolds* *R* et de la rugosité relative, tout en restant inférieurs à dans la large gamme  et pour. Cet écart se réduit de moitié, soit 0,2%, pour et dans toute la large gamme.

Nous pouvons donc confirmer la fiabilité de la relation (1.26) dans l’évaluation du coefficient de frottementet pour laquelle le nombre de *Reynolds* est donné par la relation (1.51).

***Exemple d’application 1.11.***

Une conduite lisse en charge de forme circulaire de diamètre  écoule un débit  d’un liquide de viscosité cinématique sous un gradient de la perte de charge linéaire.

Quelle est la valeur du coefficient de frottement  ?

I.3.3.2. **Expression du gradient *J* de la perte de charge linéaire**

Pour les valeurs connues du débit volume, du diamètre *D* de la conduite, de la rugosité absolue et de la viscosité cinématique du liquide en écoulement, il est possible d’évaluer de manière explicite le gradient *J* de la perte de charge linéaire.

En éliminant le coefficient de frottement entre les relations de *Darcy-Weisbach* et (1.26), le gradient *J* de la perte de charge linéaire s’exprime par :

** (1.52)

Rappelons que le nombre de *Reynolds* est donné par la relation approchée (1.51). La relation (1.52) est applicable dans tout le domaine de l’écoulement turbulent correspondant à  et couvre la large gamme. Elle occasionne une erreur relative maximale de 0,4%, qui se réduit à 0,2% pour les valeurs du nombre de *Reynolds*.

Pour les valeurs données de, ,et, les étapes suivantes indiquent la voie à suivre pour l’évaluation du gradient *J* de la perte de charge linéaire :

1. Avec les valeurs de, et, la relation (1.14) permet le calcul du nombre de *Reynolds* *R*.
2. Les valeurs données de et de permettent le calcul aisé de.
3. Les valeurs ainsi calculées de et de *R* sont insérées dans la relation (1.51) pour la détermination du nombre de *Reynolds*.
4. Les valeurs de  sont introduites dans la relation (1.52) destinée au calcul du gradient de la perte de charge linéaire.

***Exemple d’application 1.12.***

Une conduite circulaire sous pression de diamètre, de rugosité absolue, écoule un débit volume d’eau de viscosité cinématique. Quelle est la valeur du gradient *J* de la perte de charge linéaire ?

***Exemple d’application 1.13.***

Reprenons l’exemple d’application 1.9, pour lequel le gradient *J* est maintenant le paramètre à rechercher. Les données du problème sont :

, ; ; .

***Exemple d’application 1.14.***

Reprenons les données de l’exemple 1.6 pour lequel le gradient de la perte de charge linéaire *J* est maintenant le paramètre à déterminer. Les données sont : ; ; .