

## Étude numérique et l'exposition des résultats :

### IV-1 Avant Propos

Avant d'exposer les résultats obtenus dans cette partie, nous représenterons les expressions utilisées pour le calcul de chaque paramètre de notre étude :

1)- Les tableaux expérimentaux qui contiennent les données nécessaires sont représentés dans la partie [Annex1], ces tableaux de mesures renferment les informations suivantes:

- Le flux solaire horaire dans la première colonne en [ $\text{W}/\text{m}^2$ ].
- La perte de charge dans la deuxième colonne en [Pas].
- Les colonnes 3, 4, 5, 7, 8, et 10 représentent les températures indiquées par les sondes des mesures (thermocouples) placées le long de la veine d'écoulement en [ $^{\circ}\text{C}$ ].
- La colonne 6 représente la température de la paroi (l'absorbeur) en [ $^{\circ}\text{C}$ ].
- La colonne 13 représente le débit volumique de l'air (horaire) en [ $\text{m}^3/\text{s}$ ].
- La colonne 14 représente la vitesse de l'air en [ $\text{m}/\text{s}$ ].
- La colonne 11 représente la température de l'air ambiant en [ $^{\circ}\text{C}$ ].

2)- Les propriétés thermo physique de l'air: dans l'intervalle des températures de travail, considérés, varient linéairement avec sa température, elles s'écrivent comme suit :

- La conductivité thermique de l'air en [ $\text{W}/\text{m.K}$ ]

$$\lambda_f = 0,02624 + 0,0000758(T_m - 27) \quad (\text{IV-1})$$

- La viscosité dynamique de l'air en [ $\text{Kg}/\text{m.s}$ ]

$$\mu_f = [1,983 + 0,00184(T_m - 27)]. 10^{-5} \quad (\text{IV-2})$$

- La chaleur spécifique de l'air en [ $\text{J}/\text{Kg} .\text{K}$ ]

$$Cp_f = 1005,7 + 0,066(T_m - 27) \quad (\text{IV-3})$$

- La masse volumique de l'air en [ $\text{Kg}/\text{m}^3$ ]

$$\rho_f = 1,1774 + 0,00359(T_m - 27) \quad (\text{IV-4})$$

Où,  $T_m$  étant la température moyenne du fluide en [ $^{\circ}\text{C}$ ].

3)- Les propriétés géométriques de la veine de l'écoulement :

- Les chicane sont disposées en quinconce voir chapitre (II), sont définies par les caractéristiques géométriques suivantes:

$l_{ch}$ [cm]	$P_{e-c}$ [cm]	$P_{e-r}$ [cm]	$n$	$\alpha$ [°]	$\varepsilon$ [m]	$D_h$ [m]
7	4	10	8	60	0.0230	0.0169
7	4	20	8	60	0.0230	0.0169

**Tableau (VI-1)** caractéristiques géométriques des chicanes.

Tel que :

- $\alpha$  : Angle d'incidence de la partie supérieure inclinée d'une chicane en [°]
- La rugosité artificielle est caractérisé par une hauteur absolue désignée par  $\varepsilon$ ,

$$\varepsilon = 1 + 1.5 \sin(\alpha + \pi) \quad (IV-5)$$

- Le nombre de chicanes par rangée

$$n = \frac{l_c}{P_{e-c} + P_{e-r}} \quad n \in N \quad (IV-6)$$

#### IV-2-Organigramme du calcul Numérique :

- Notre programme est basé sur l'organigramme suivant :
- Calcul de coefficient d'échange ( $h_c$ ) à partir des équations suivantes :

$$Q_u = h_{exp} \cdot A_c (T_p - T_f) \quad (IV-7)$$

D'autre part, on :

$$Q_u = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{sf} - T_{ef}) \quad (IV-8)$$

Les deux entités sont identiques par conséquent on peut écrire établir l'égalité :

$$h_{exp} \cdot S (T_p - T_f) = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{sf} - T_{ef}) \quad (IV-9)$$

Par conséquent le coefficient d'échange  $h_{exp}$  vaut :

$$h_{exp} = \frac{\dot{m} \cdot C_p \cdot (T_{sf} - T_{ef})}{S (T_p - T_f)} \quad (IV-10)$$

En considérant que :

$$\dot{m} = \rho \cdot u \cdot S_{min} \quad (IV-11)$$

$$T_f = \frac{T_{ef} + T_4 + T_5 + T_7 + T_8 + T_{sf}}{6} \quad (IV-12)$$

Soit :

$A_c$  : La surface globale de l'absorbeur en [m<sup>2</sup>].

$S_{min}$  : La surface transversale minimale du capteur en [m<sup>2</sup>].

$T_{ef}$  : La température d'entrée du fluide représentée par la colonne 3 dans le tableau de mesure expérimental.

$T_{sf}$  : C'est la température de la sortie du fluide représentée par la colonne 8 dans le tableau de mesure expérimental.

«  $\rho$  » et «  $C_p$  » sont calculés à partir des équations (IV-3), (IV-4), ou  $T_m$  la température moyenne du fluide :

$$T_m = \frac{T_f + T_p}{2} \quad (IV-13)$$

- Calcul des nombre adimensionnels de chacun des paramètres pour différentes températures mesurées, ces nombres sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\rho \cdot u \cdot D_h}{\mu} = Re \\ Pr = \frac{\mu \cdot C_p}{\lambda} \\ \left( \frac{\lambda \cdot \Delta T}{\mu \cdot u^2} \right)^{-1} = Br \end{array} \right.$$

Pour déterminer les valeurs de  $h_{exp}$  il faut remplacer chaque terme de l'équation (III-8) par sa valeur numérique correspondante, ce qui permet d'obtenir un système d'équation dont la résolution est obtenue par la méthode dite pseudo inverse [17].

### IV-3- Validation des résultats :

Au départ nous considérons 03 paramètres au moins, comme conditions aux limites on considère la température d'entrée, la température de la paroi et le débit massique du fluide qui est l'air dans notre cas.

La boucle « for » doit être satisfaite, est qui va stabiliser après quelques itération, à suivre les étapes précédentes

Maintenant il faut remplacer chaque terme de l'équation (III-8) par sa valeur numérique figurant dans le tableau de mesure expérimental.

**IV-4-Exposition des résultats :**

**IV-4-1- Premier cas, chicane disposées en quinconce :** en considérant les paramètres géométriques suivants :

Longueur d'une chicane	$l_{ch} = 7cm$
Pas entre deux chicanes de même rangées	$P_{e-c} = 4cm$
Pas entre deux rangées successives	$P_{e-r} = 10cm$

**IV-4-1-1- En régime laminaire** Pour ce régime, on se fixe uniquement aux essais ou les vitesses d'écoulement de l'air dans le conduit utile correspondent à un écoulement laminaire.

L'équation (III-7) pour un écoulement laminaire devient

$$h_c = \frac{A_c \rho_c C_p u}{D_h^2} Re^{1.2414} \cdot Pr^{11.5536} \cdot Br^{-0.5811} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1074} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.3022} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.6246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.4991} \cdot \left(\frac{l}{\rho u^3}\right)^{-0.0375}$$

Ou bien sous la forme de base, l'équation (III-8) devient :

$$h_c = \frac{A_c \rho_c C_p u}{D_h^2} Re^{-9.7311} \cdot Pe^{10.9725} \cdot Ec^{-0.5811} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1074} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.3022} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.6246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.4991} \cdot \left(\frac{l}{\rho u^3}\right)^{-0.0375}$$

#### IV-4-1-1-2- Calcul de nombre de *Nusselt* :

De la même manière que précédemment pour le calcul du nombre de **Nusselt**, on devrait tenir compte de la relation :

$$Nu = \frac{h_c \cdot D_h}{\lambda}$$

Par conséquent le nombre de *Nusselt*, peut être caractérisé par l'expression numérique décrite par l'équation (III-8), prend la forme :

$$Nu = \frac{A_c \rho_c C_p u}{D_h \lambda} Re^{1.2414} \cdot Pr^{11.5536} \cdot Br^{-0.5811} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1074} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.3022} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.6246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.4991} \cdot \left(\frac{l}{\rho u^3}\right)^{-0.0375}$$

Qui, sous la forme donnée exprimée par l'équation (III-10), on aura :

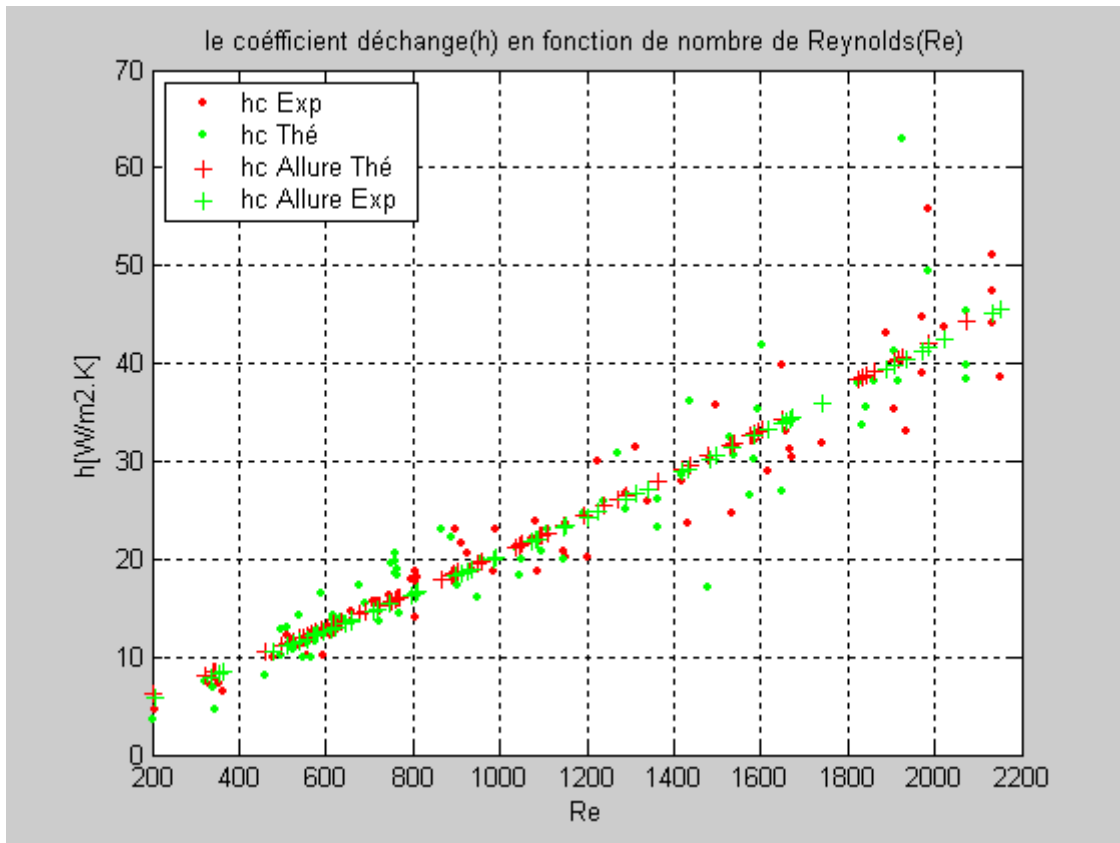
$$Nu = \frac{A_c \rho_c C_p u}{D_h \lambda} Re^{-9.7311} \cdot Pe^{10.9725} \cdot Ec^{-0.5811} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1074} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.3022} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.6246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.4991} \cdot \left(\frac{l}{\rho u^3}\right)^{-0.0375}$$

#### IV-4-1-1-3- Calcul de facteur de *Colburn* : donné par l'expression suivante :

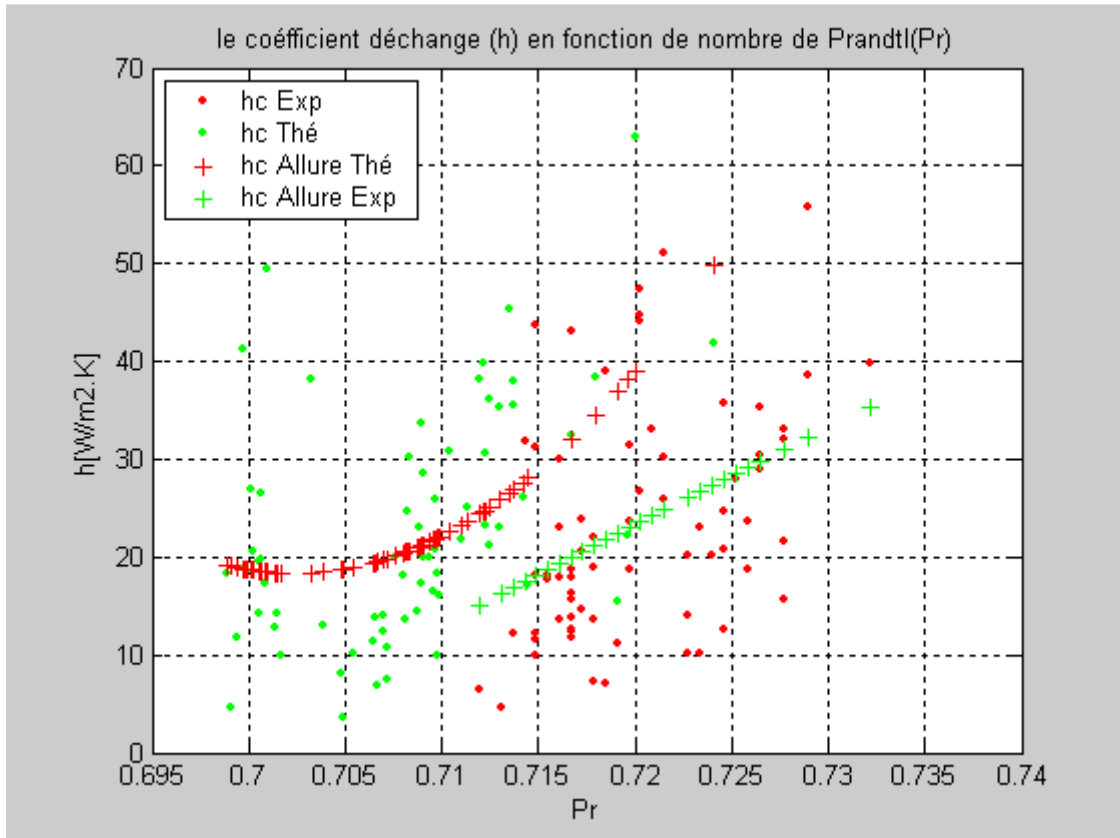
$$J = \frac{Nu}{Re \cdot Pr^{1/3}}$$

A partir de l'équation (III-11), le facteur de *Colburn* devient :

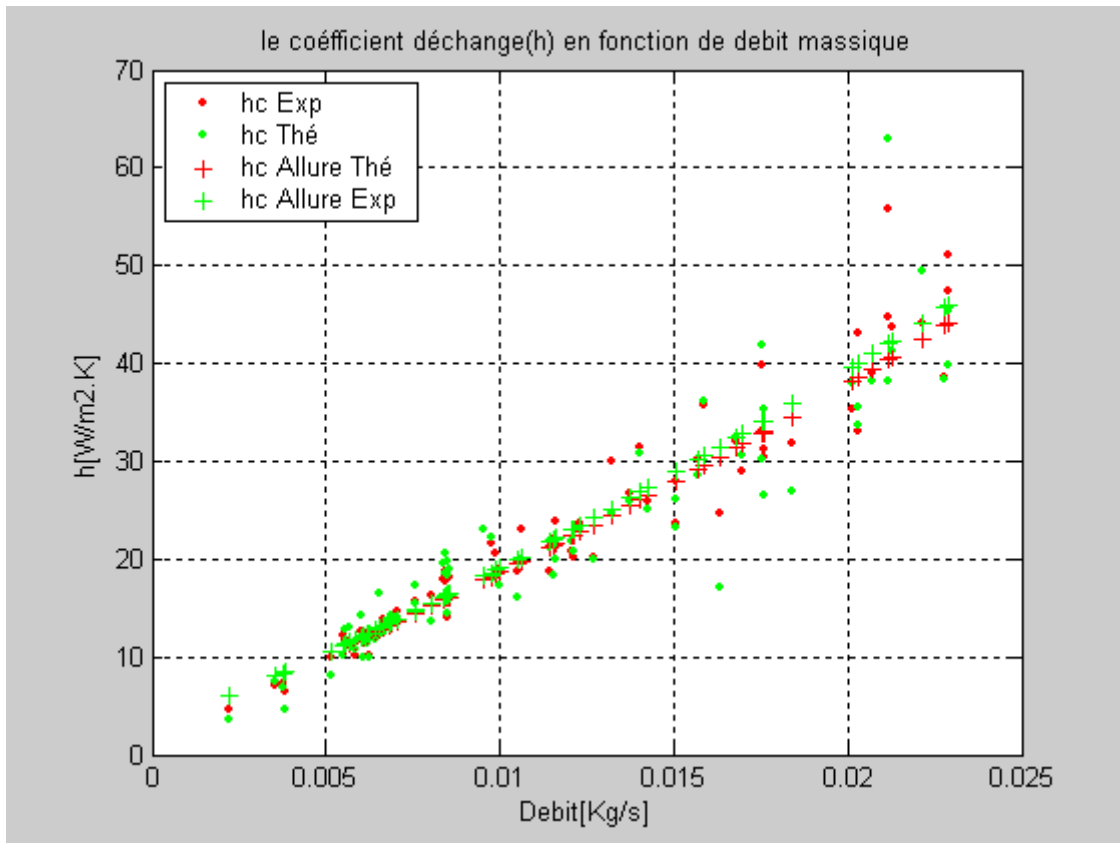
$$J = \frac{A_c}{D_h} Re^{1.2414} \cdot Pr^{12.2203} \cdot Br^{-0.5811} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1074} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.3022} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.6246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.4991} \cdot \left(\frac{l}{\rho u^3}\right)^{-0.0375}$$



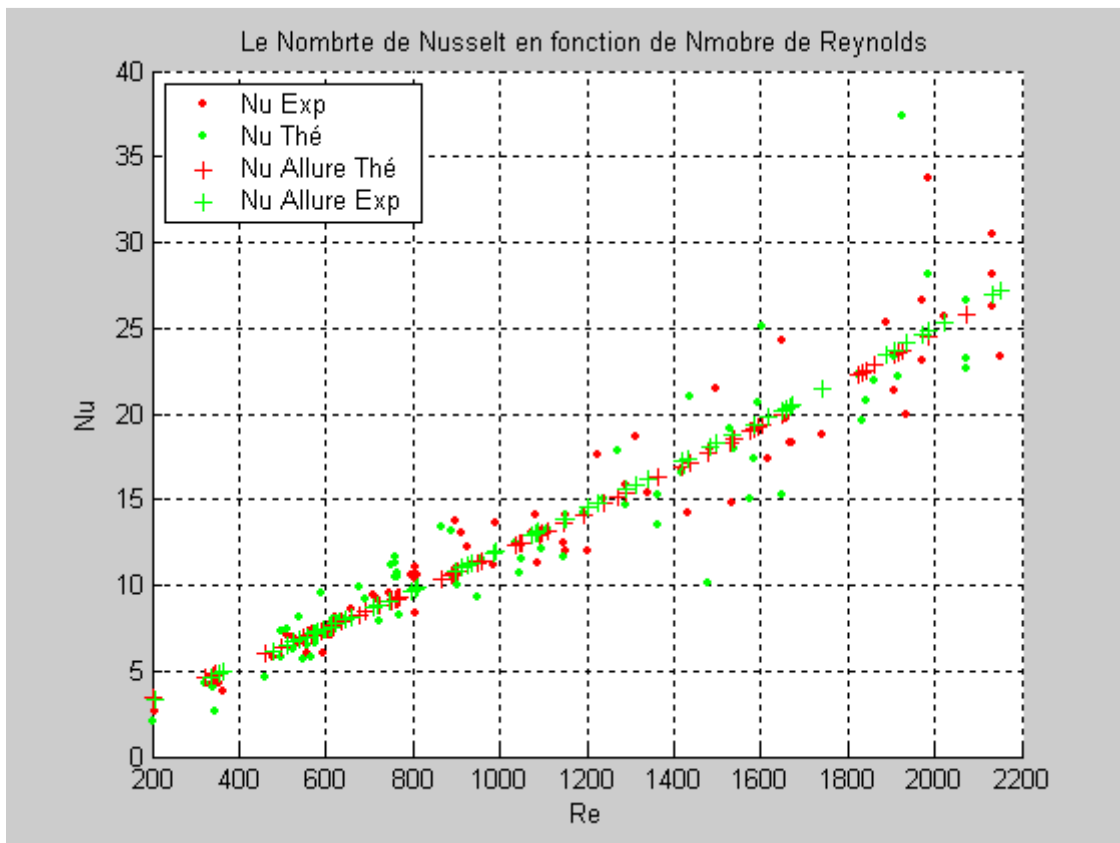
**Fig. (IV-1)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de Reynolds ( $Re < 2100$ )



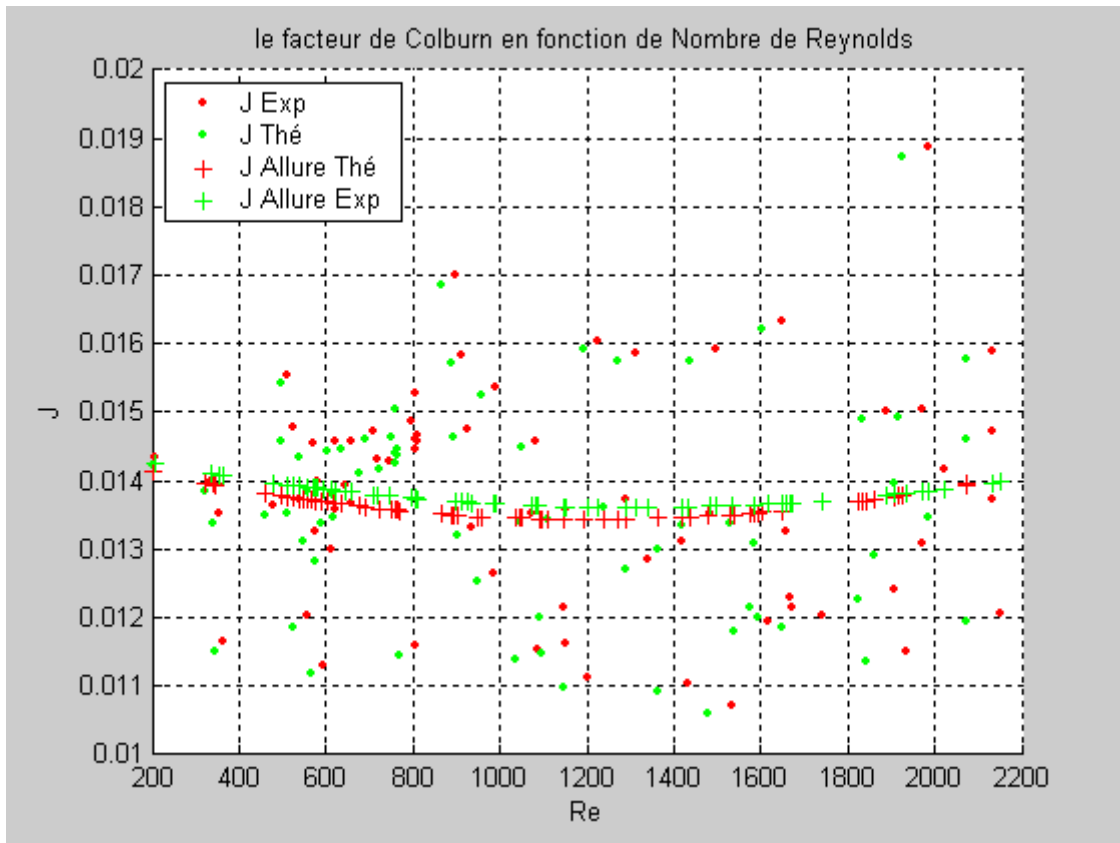
**Fig. (IV-2)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de Prandtl ( $Re < 2100$ )



**Fig. (IV-3)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de débit massique ( $Re < 2100$ )



**Fig. (IV-4)** Evolution de nombre de Nusselt en fonction de nombre de Reynolds ( $Re < 2100$ )



**Fig. (IV-5)** Evolution de facteur de Colburn en fonction de nombre de Reynolds ( $Re < 2100$ )



**IV-4-1-2 : En régime turbulent :**

De la même façon, on ne considère que les essais, ou les vitesses d'écoulement de l'air dans le conduit utile correspondent au régime turbulent, par conséquent l'équation (III-7) devient :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{0.4523} \cdot Pr^{-1.6114} \cdot Br^{-0.9945} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1449} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.4078} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.8428} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.6735} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.5924}$$

Sous sa forme de base, l'équation (III-8) est décrite par l'expression :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{-3.0581} \cdot Pe^{-2.6059} \cdot Ec^{-0.9945} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1449} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.4078} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.8428} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.6735} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.5924}$$

**IV-4-1-2-1- Calcul du nombre de Nusselt :**

Tout en considérant la relation de base de *Nusselt*,

$$Nu = \frac{h_c \cdot D_h}{\lambda}$$

En régime turbulent, par identification à la relation adimensionnelle établit par l'équation (III-9), l'expression du *Nusselt* serait :

$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{0.4523} \cdot Pr^{-1.6114} \cdot Br^{-0.9945} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1449} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.4078} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.8428} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.6735} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.5924}$$

Ou bien sous une autre forme, en considérant le développement donné par l'équation (III-10), on aura :

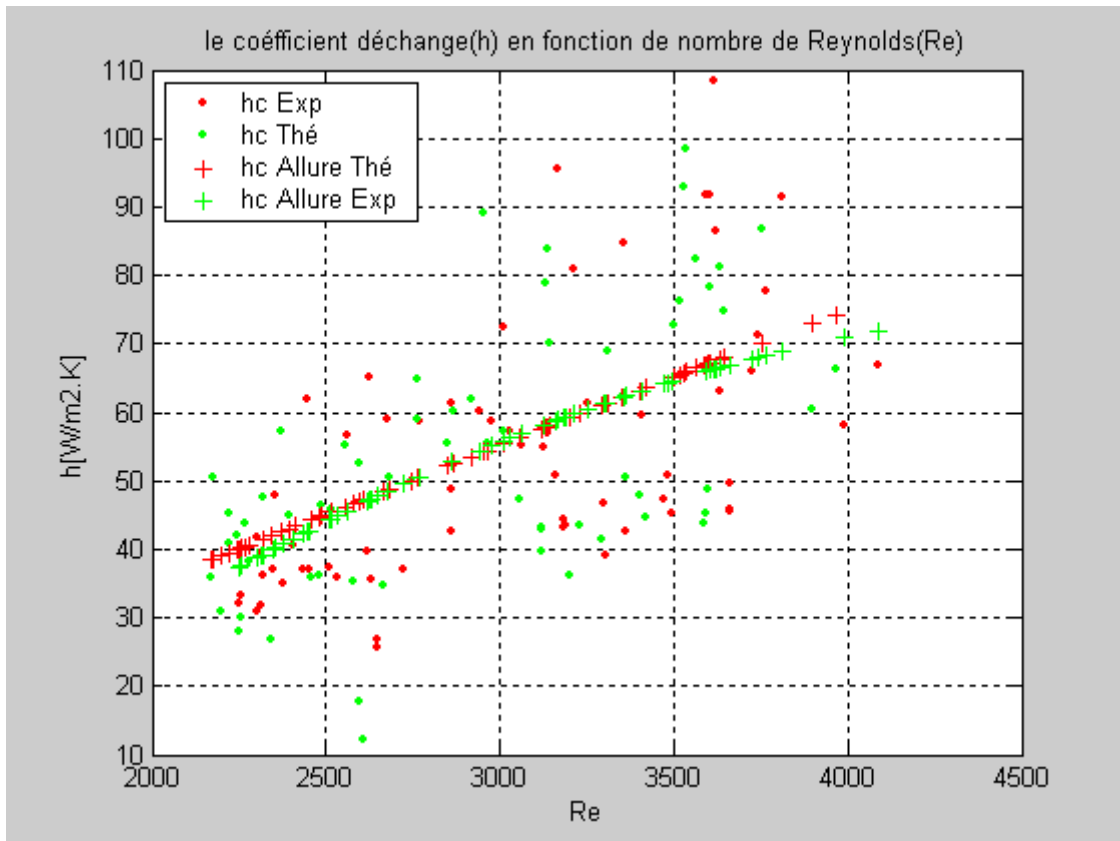
$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{-3.0581} \cdot Pe^{-2.6059} \cdot Ec^{-0.9945} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1449} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.4078} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.8428} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.6735} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.5924}$$

**IV-4-1-2-2- Calcul du facteur de Colburn :** désigné par la relation :

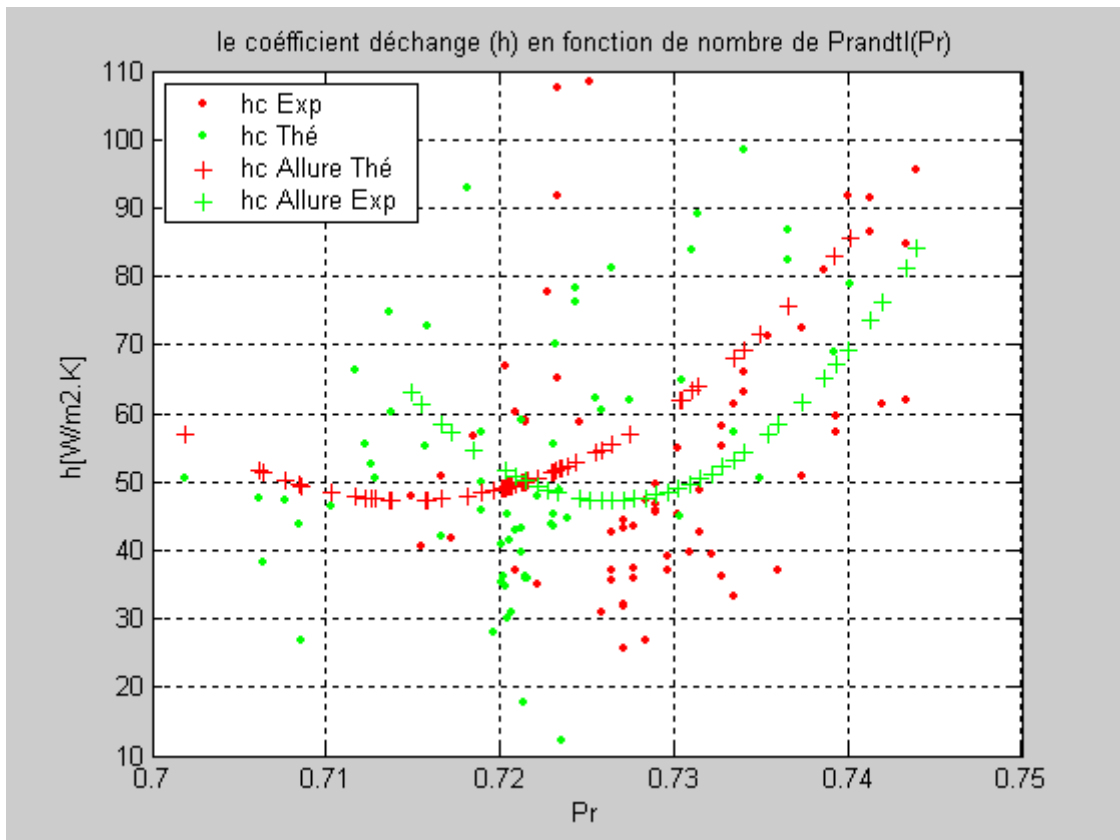
$$J = \frac{Nu}{Re \cdot Pr^{1/3}}$$

En considérant l'expression décrite par l'équation (III-11) le facteur de Colburn devient:

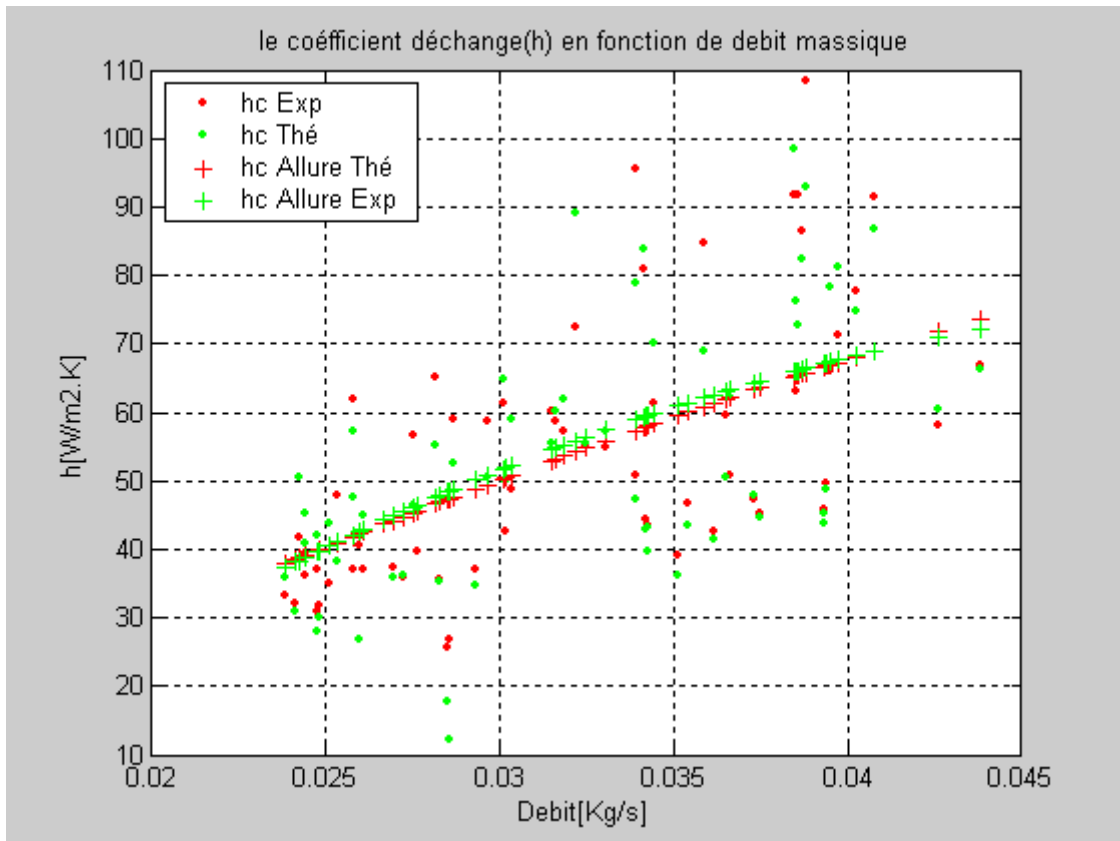
$$J = \frac{A_c}{D_h^2} Re^{0.4523} \cdot Pr^{-0.9447} \cdot Br^{-0.9945} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.1449} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.4078} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.8428} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.6735} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.5924}$$



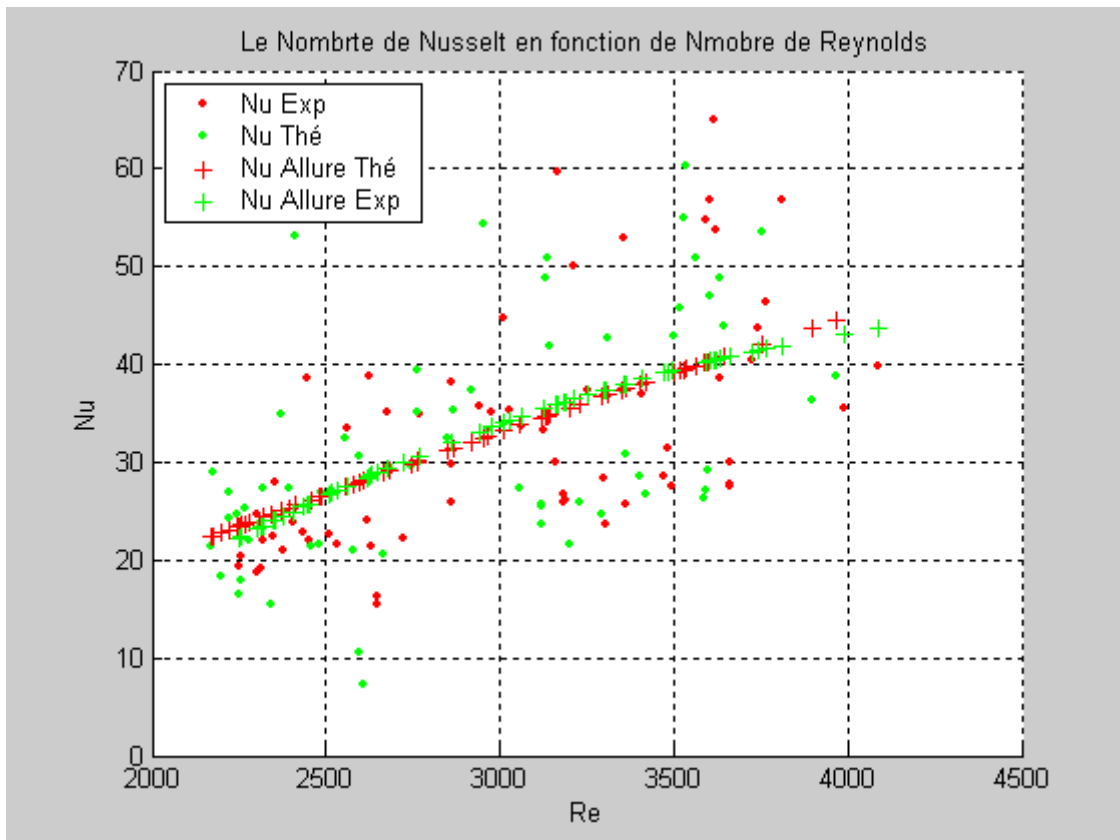
**Fig. (IV-6)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de Reynolds ( $Re > 2100$ )



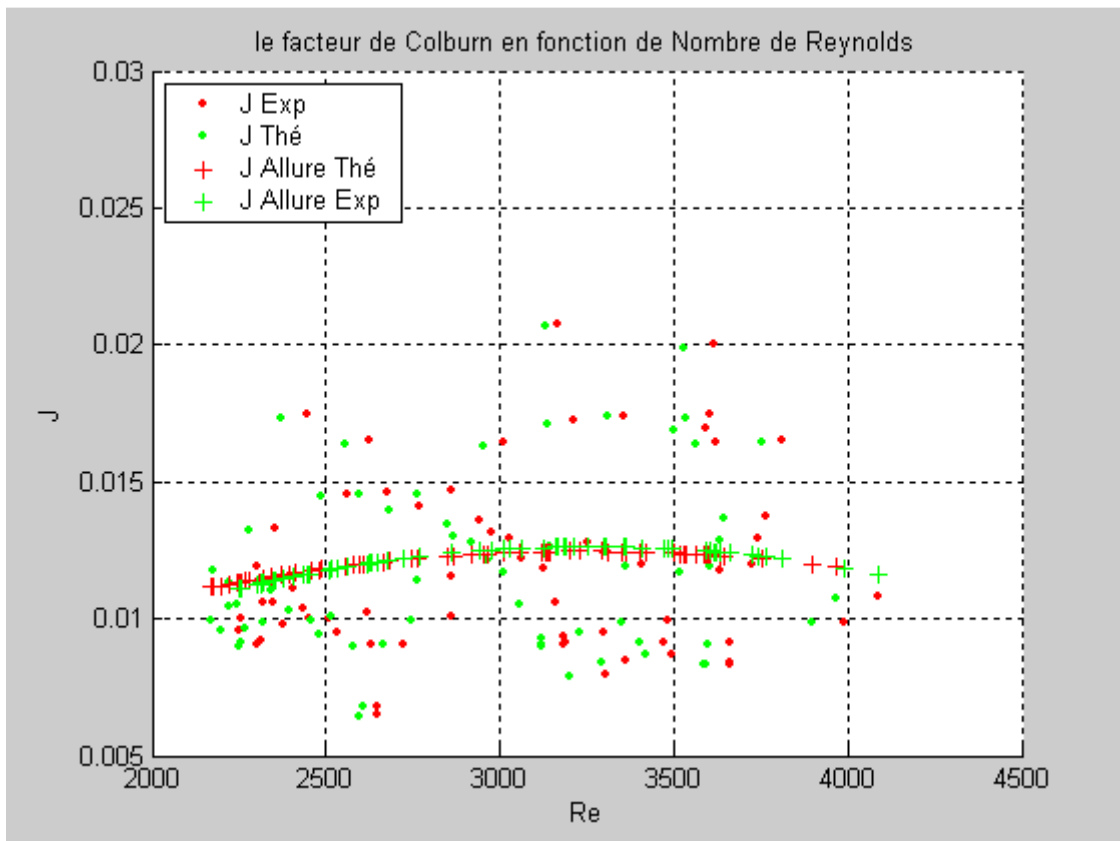
**Fig. (IV-7)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de *Prandtl* ( $Re > 2100$ )



**Fig. (IV-8)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de débit massique ( $Re > 2100$ )



**Fig. (IV-9)** Evolution de nombre de Nusselt en fonction de nombre de Reynolds ( $Re > 2100$ )



**Fig. (IV-10)** Evolution de facteur de *Colburn* en fonction de nombre de *Reynolds* ( $Re > 2100$ )

**IV-4-2- Deuxième cas, chicanes disposées en quinconce :** en considérant les paramètres géométriques suivants :

Longueur d'une chicane	$l_{ch} = 7cm$
Pas entre deux chicanes de même rangées	$P_{e-c} = 4cm$
Pas entre deux rangées successives	$P_{e-r} = 20cm$

**IV-4-2-1- Régime laminaire** : même remarque comme dans le précédent, on ne considère que les mesures ou les vitesses d'écoulement de l'air correspondent à un régime laminaire

L'équation (III-7) décrivant la relation dimensionnelle du coefficient d'échange convectif en régime laminaire devient :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{1.0920} \cdot Pr^{1.9756} \cdot Br^{-0.3195} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0627} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.1763} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.5067} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.2912} \cdot \left(\frac{l}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.1416}$$

Qui peut être aussi représenté sous sa forme de base donnée par l'équation (III-8) :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{-0.5641} \cdot Pe^{1.6560} \cdot Ec^{-0.3195} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0627} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.1763} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.5067} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.2912} \cdot \left(\frac{l}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.1416}$$

**IV-4-2-1-1- Calcul de nombre de Nusselt** : même remarque que dans le cas précédent :

$$Nu = \frac{h_c \cdot D_h}{\lambda}$$

Par identification à l'équation (III-8) le nombre de *Nusselt* serait :

$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{1.0920} \cdot Pr^{1.9756} \cdot Br^{-0.3195} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0627} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.1763} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.5067} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.2912} \cdot \left(\frac{l}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.1416}$$

D'autre par, le nombre de Nusselt décrit par l'équation (III-10) est :

$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{1.0920} \cdot Pr^{1.9756} \cdot Br^{-0.3195} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0627} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.1763} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.5067} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.2912} \cdot \left(\frac{l}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.1416}$$

**IV-4-2-2- Calcul de facteur de Colburn** : donné par la relation :

$$J = \frac{Nu}{Re \cdot Pr^{1/3}}$$

A partir de l'équation adimensionnelle (III-11), le facteur de *Colburn* devient :

$$J = \frac{A_c}{D_h^2} Re^{1.0920} \cdot Pr^{2.6423} \cdot Br^{-0.3195} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0627} \cdot \left(\frac{P_{e-c}}{D_h}\right)^{-0.1763} \cdot \left(\frac{P_{e-r}}{D_h}\right)^{-0.5067} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.2912} \cdot \left(\frac{l}{\rho \cdot u^3}\right)^{-0.1416}$$

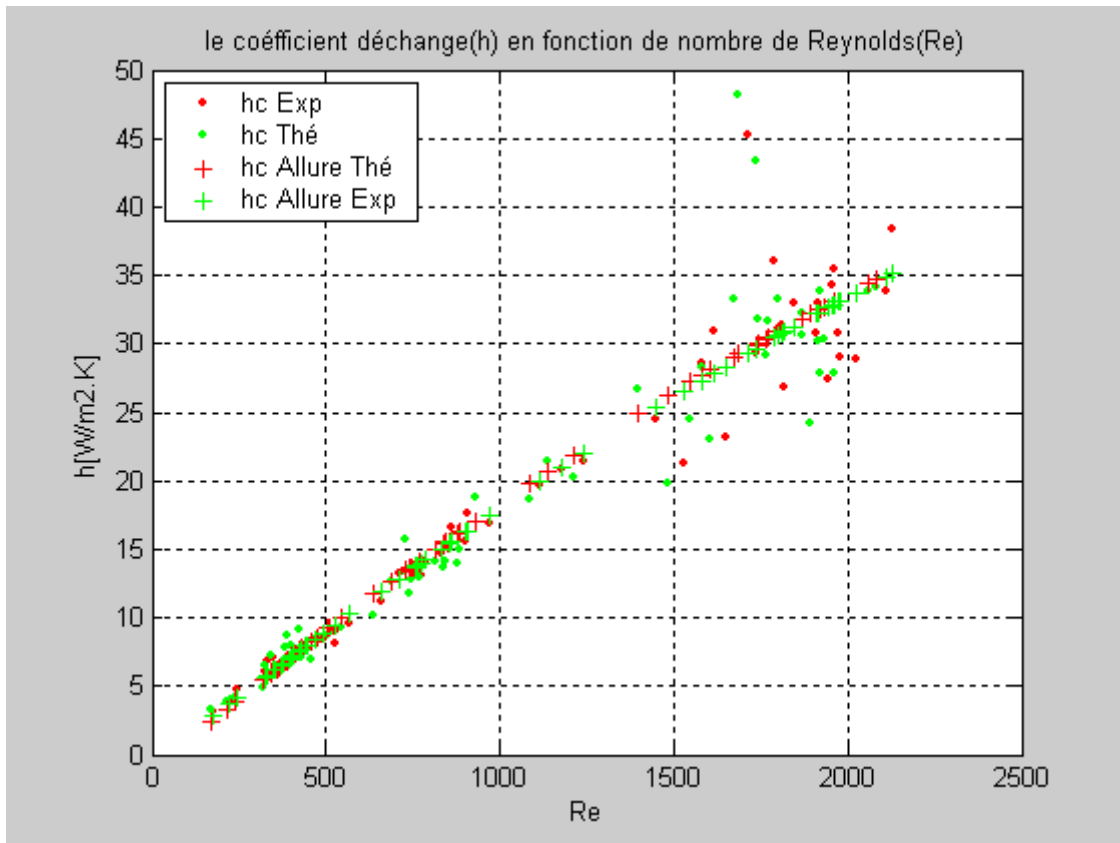


Fig. (IV-11) Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de *Reynolds* ( $Re < 2100$ )

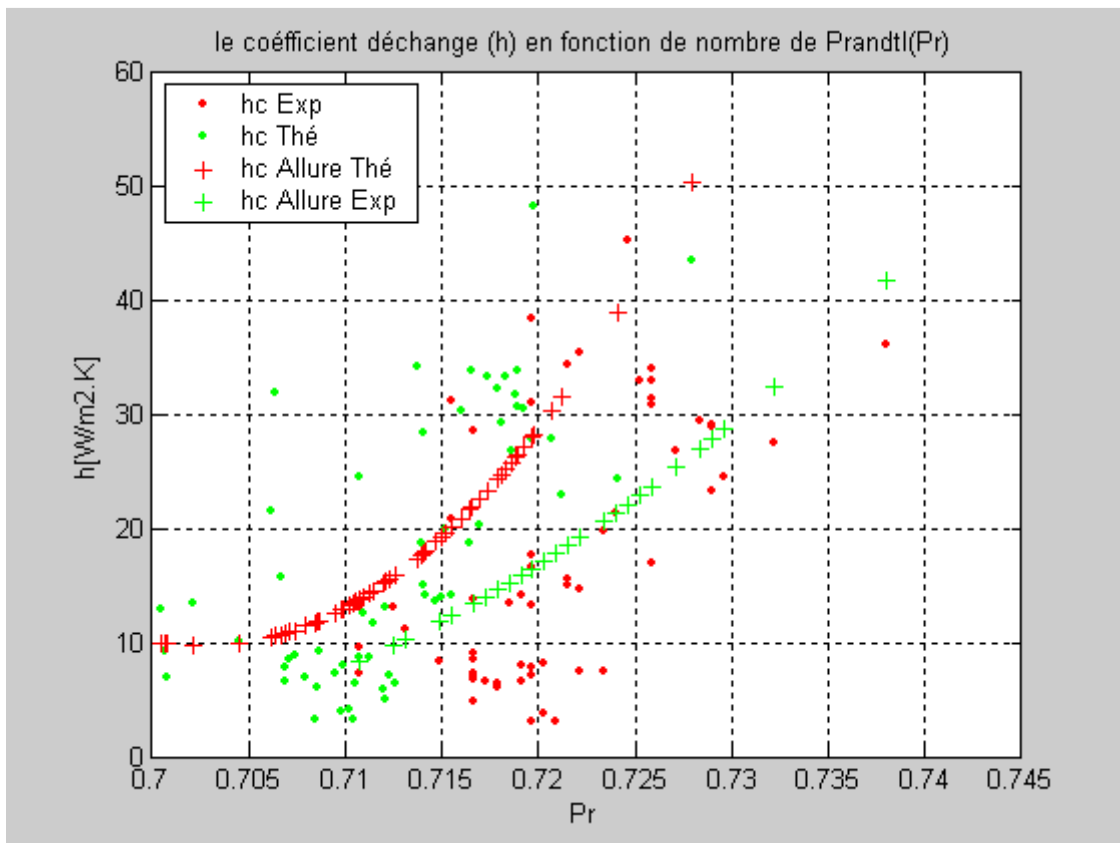
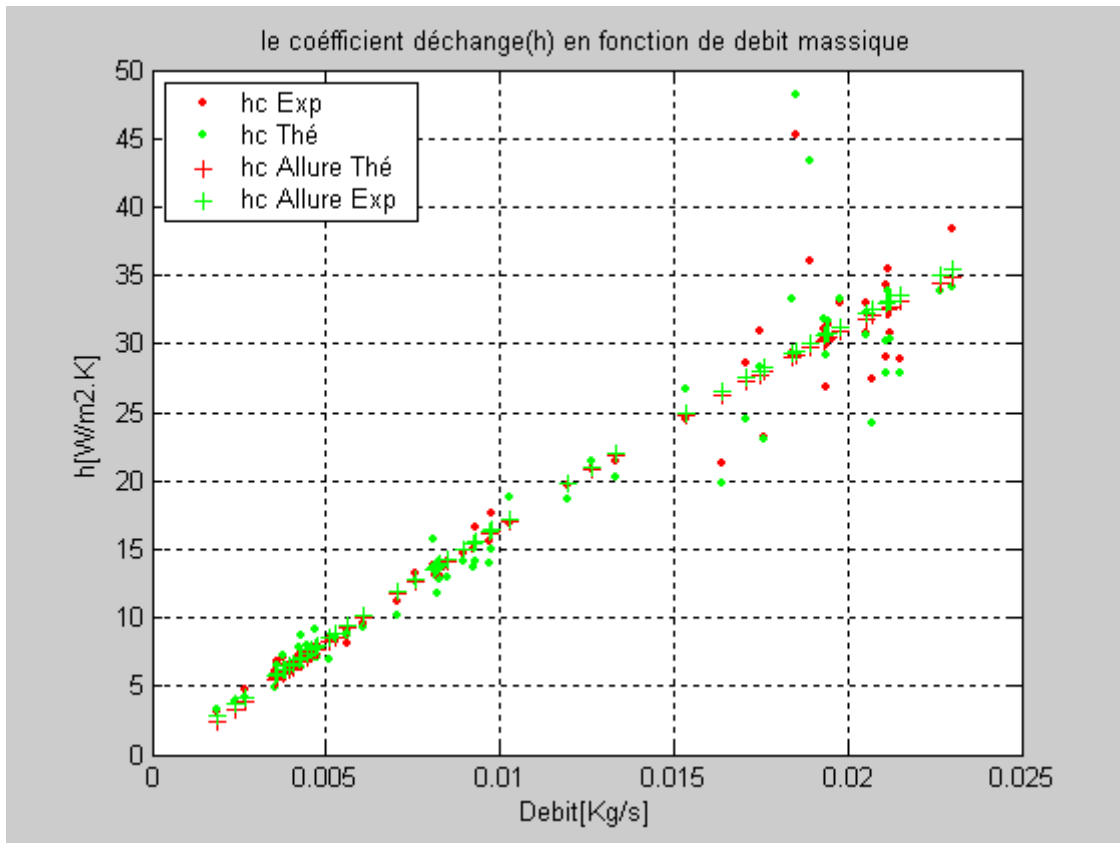
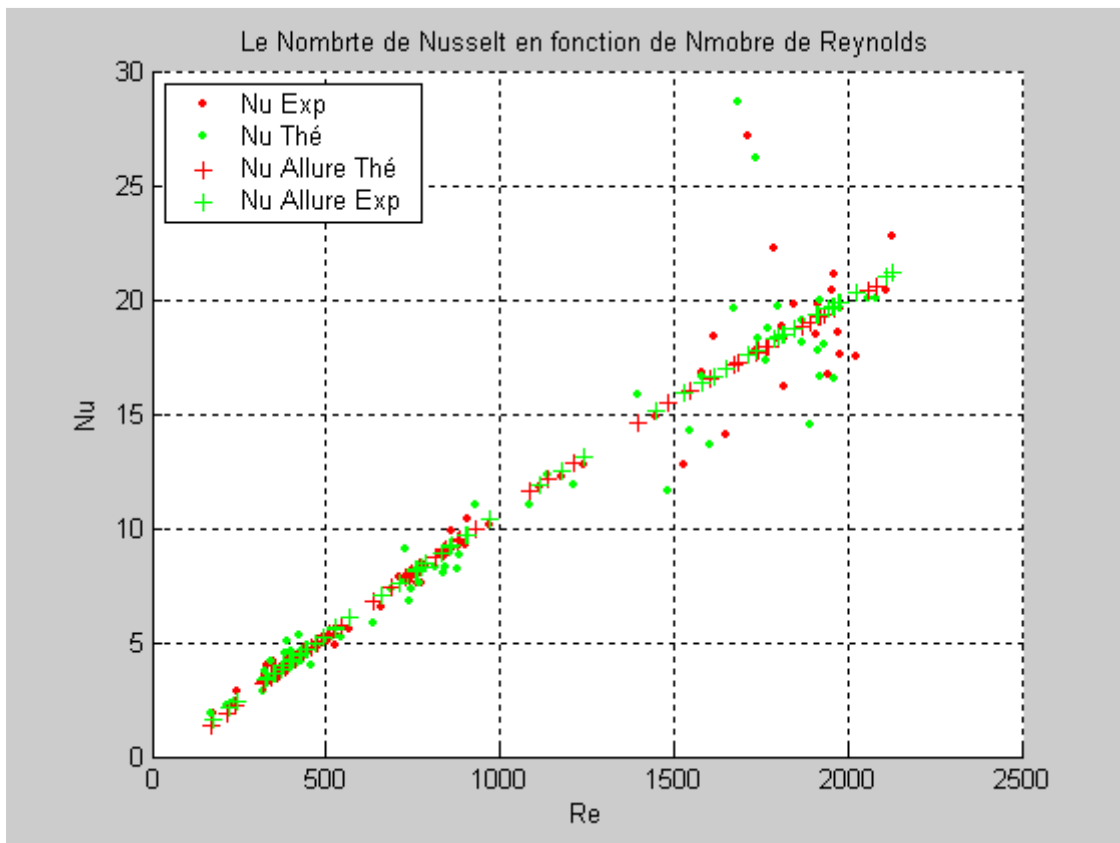


Fig. (IV-12) Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de *Prandtl* ( $Re < 2100$ )

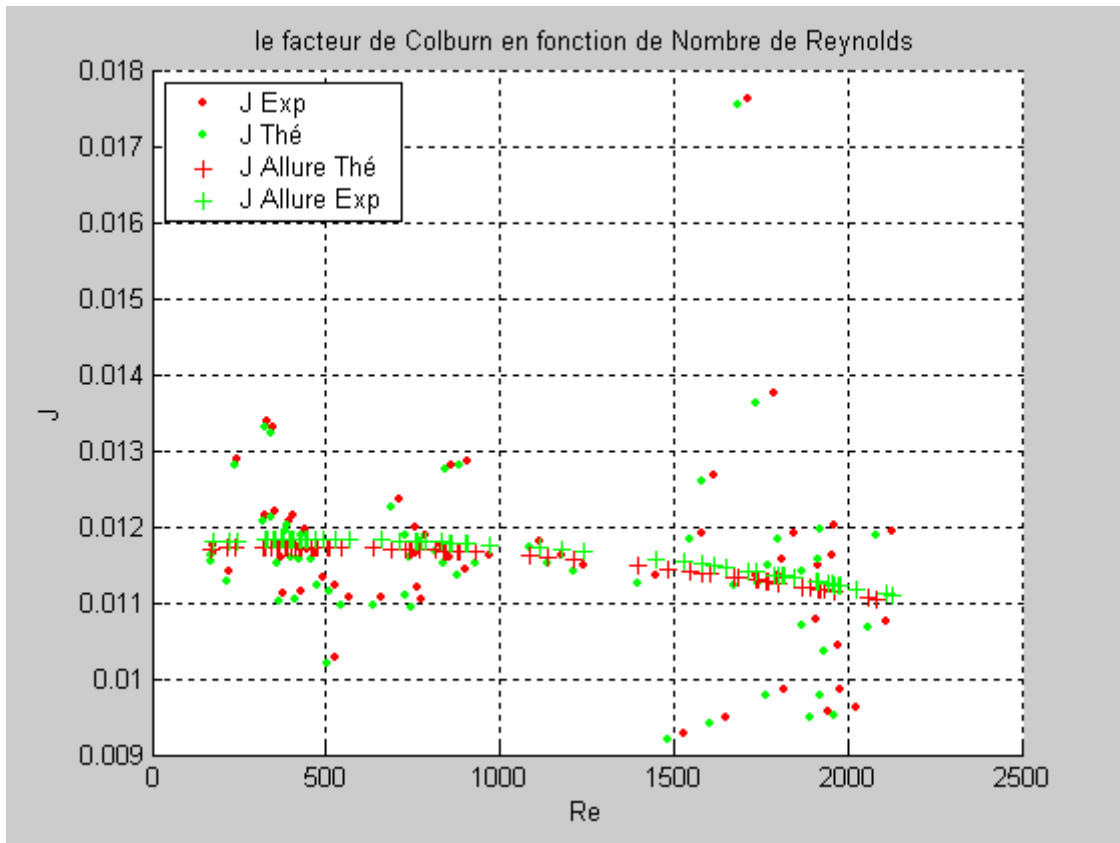


**Fig. (IV-13)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de débit massique ( $Re < 2100$ )



**Fig. (IV-14)** Evolution de nombre de *Nusselt* en fonction de nombre de *Reynolds* ( $Re < 2100$ )





**Fig. (IV-15)** Evolution de facteur de *Colburn* en fonction de nombre de *Reynolds* ( $Re < 2100$ )

**IV-4-2-2- Régime turbulent** : En considérant que les vitesses de l'air en régime turbulent, par conséquent l'équation (III-7) serait de la forme :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{0.9182} \cdot Pr^{-2.2610} \cdot Br^{-0.5105} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0401} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.1130} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.3246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.1866} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{0.0891}$$

Par la relation dimensionnelle de base, décrite par l'équation (III-8) on obtient :

$$h_c = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h^2} Re^{-3.6897} \cdot Pe^{-2.7715} \cdot Ec^{-0.5105} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0401} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.1130} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.3246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.1866} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{0.0891}$$

**IV-4-2-2-1- Calcul de nombre de Nusselt** : qui est donné par l'expression :

$$Nu = \frac{h_c \cdot D_h}{\lambda}$$

Le nombre de *Nusselt* à partir de l'équation (III-9) est :

$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{0.9182} \cdot Pr^{-2.2610} \cdot Br^{-0.5105} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0401} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.1130} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.3246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.1866} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{0.0891}$$

Autrement caractérisé par l'équation (III-10) on aura :

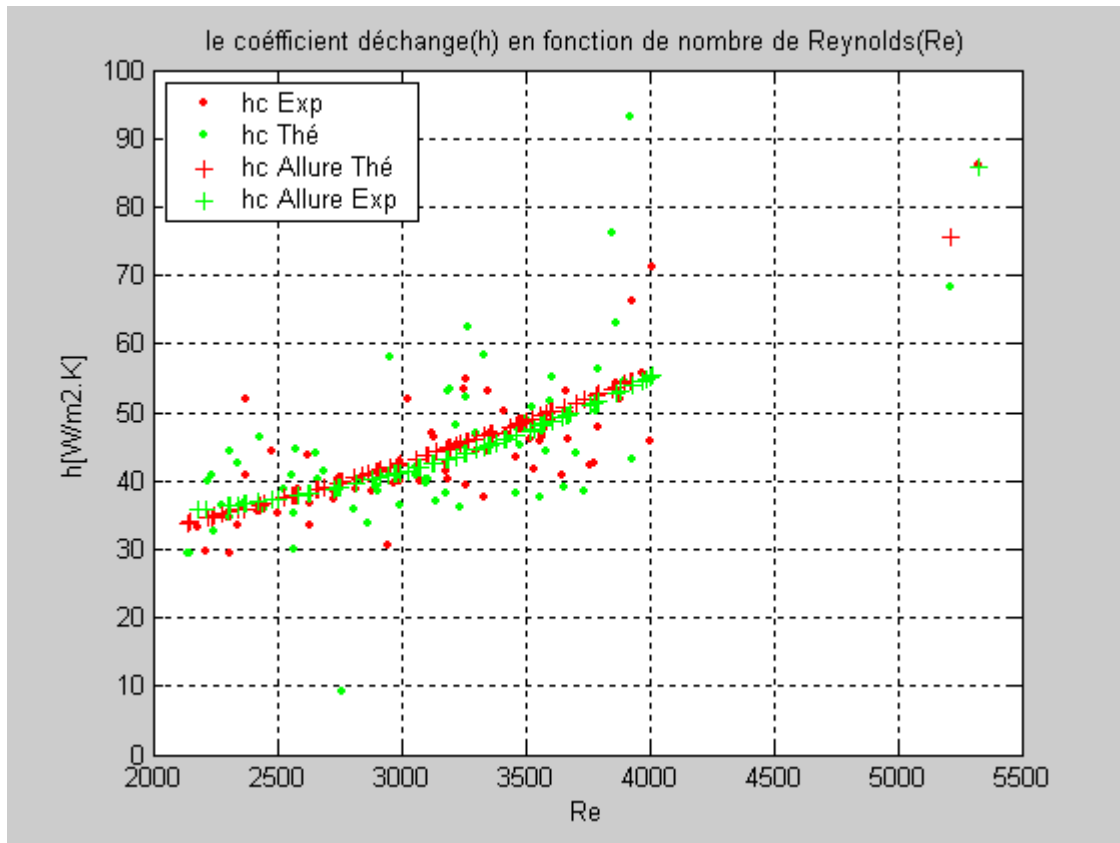
$$Nu = \frac{A_c \cdot \rho \cdot C_p \cdot u}{D_h \cdot \lambda} Re^{-3.6897} \cdot Pe^{-2.7715} \cdot Ec^{-0.5105} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0401} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.1130} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.3246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.1866} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{0.0891}$$

**IV-4-2-2-2- Calcul de facteur de Colburn** :

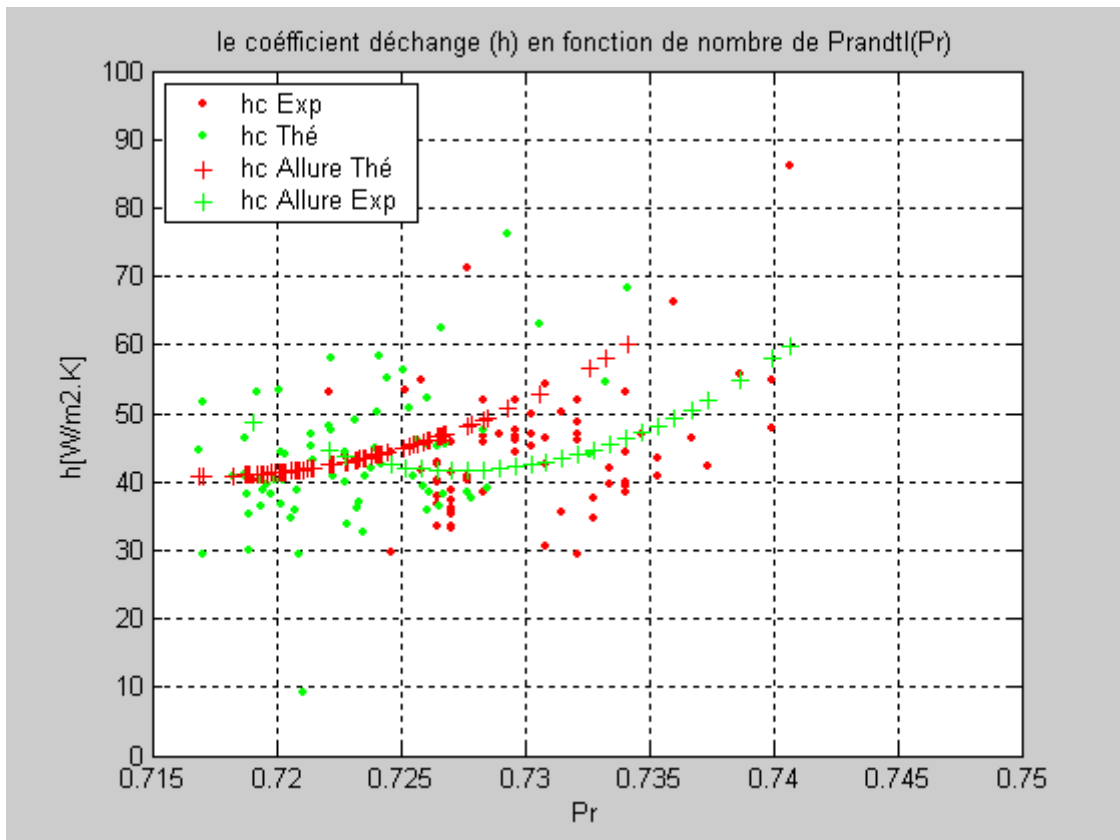
$$J = \frac{Nu}{Re \cdot Pr^{1/3}}$$

Par l'équation adimensionnelle (III-11) le facteur de **Colburn** devient :

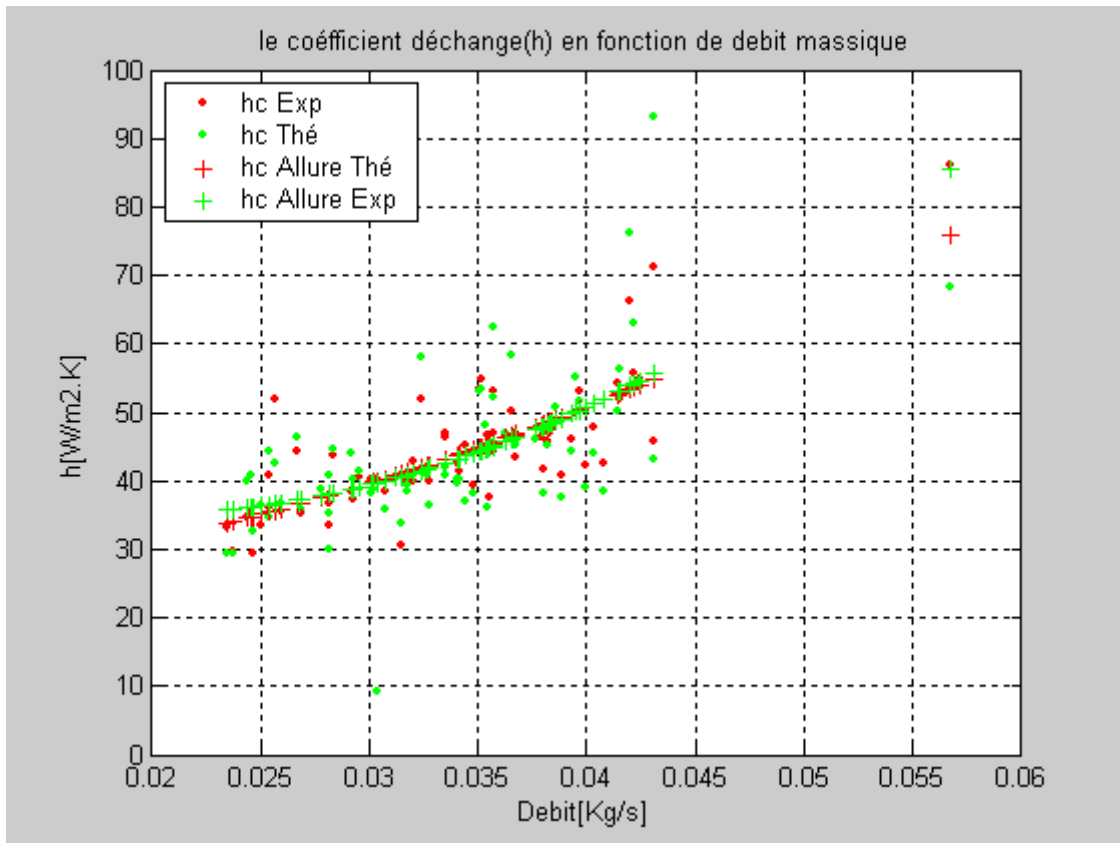
$$J = \frac{A_c}{D_h^2} Re^{0.9182} \cdot Pr^{-1.5943} \cdot Br^{-0.5105} \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D_h}\right)^{-0.0401} \cdot \left(\frac{Pe-c}{D_h}\right)^{-0.1130} \cdot \left(\frac{Pe-r}{D_h}\right)^{-0.3246} \cdot \left(\frac{l_{ch}}{D_h}\right)^{-0.1866} \cdot \left(\frac{I}{\rho \cdot u^3}\right)^{0.0891}$$



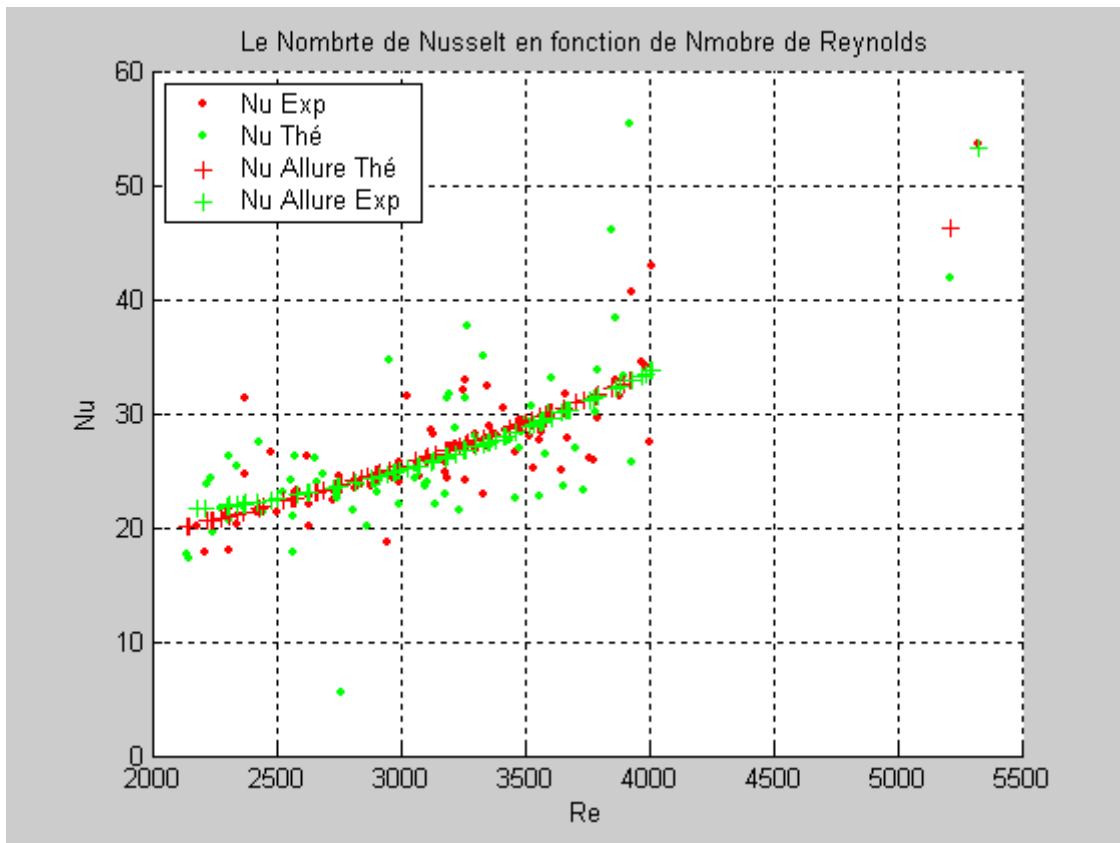
**Fig. (IV-16)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de Reynolds (Re>2100)



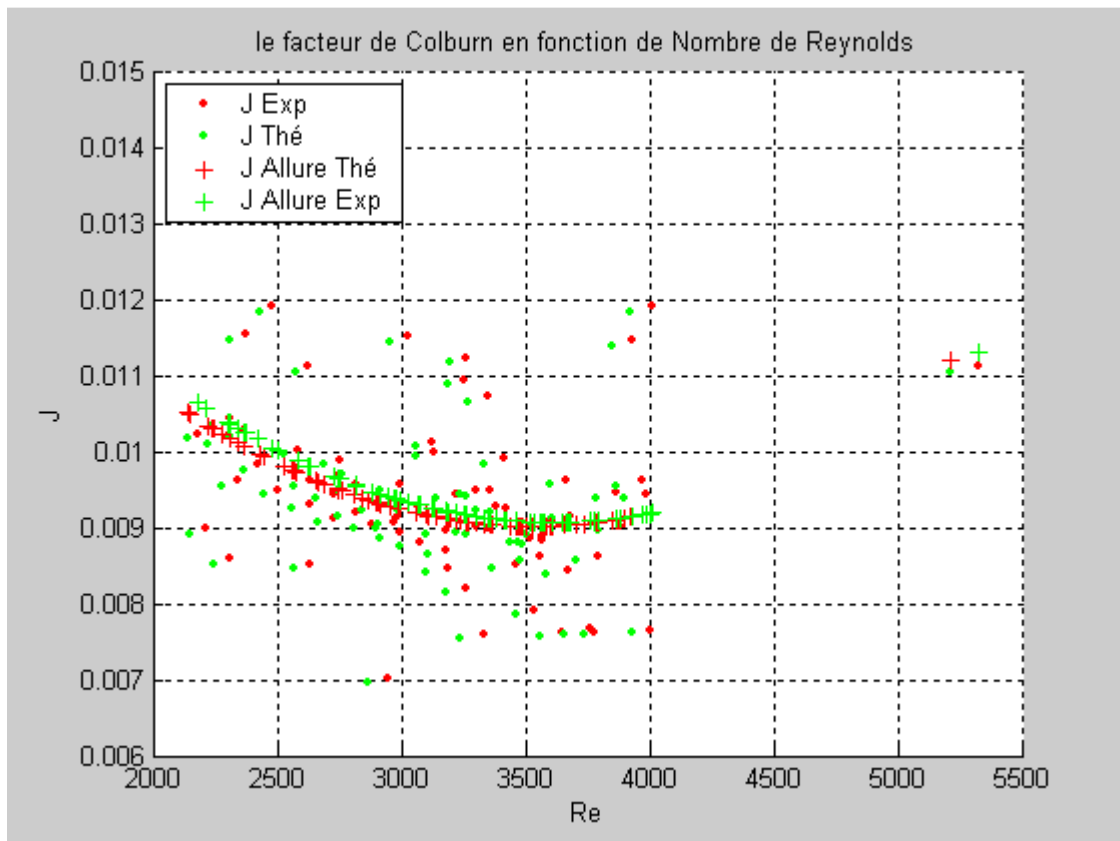
**Fig. (IV-17)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de nombre de Prandtl (Re>2100)



**Fig. (IV-18)** Evolution de coefficient d'échange en fonction de débit massique ( $Re > 2100$ )



**Fig. (IV-19)** Evolution de nombre de Nusselt en fonction de nombre de Reynolds ( $Re > 2100$ )



**Fig. (IV-20)** Evolution de facteur de Colburn en fonction de nombre de Reynolds (Re>2100)

## IV-5- Discussion et interprétation des résultats :

### IV-5-1-L'influence de nombre de Reynolds sur l'échange de chaleur dans la veine:

#### IV-5-1-1-sur le coefficient d'échange thermique :

En régime d'écoulement laminaire ( $Re < 2100$ ), concernant l'influence du nombre de Reynolds sur le coefficient d'échange thermique convectif, nous pouvons constater que le coefficient d'échange thermique ( $h$ ) varie dans l'intervalle 4 à 45 [ $W/m^2.K$ ], pour le premier cas ou le pas entre rangée  $per = 10\text{ cm}$ , comme démontre la Fig. (IV-1), d'autre part il varie de 4 à 35 [ $W/m^2$ ], dans le deuxième cas, ou le pas entre rangée augmente  $per = 20\text{ cm}$ , voir Fig. (IV-2), ce qui montre l'effet significatif du pas entre rangée, ou on pourrait améliorer l'échange convectif lorsque le pas entre rangée diminue.

.En Régime turbulent  $Re > 2100$ , l'écart est plus significatif, le coefficient d'échange thermique varie de 40 à 70 [ $W/m^2.K$ ] dans le premier cas Fig. (IV-11), par contre il ne varie que de 35 à 55 [ $W/m^2.K$ ] dans le deuxième cas Fig. (IV-16).

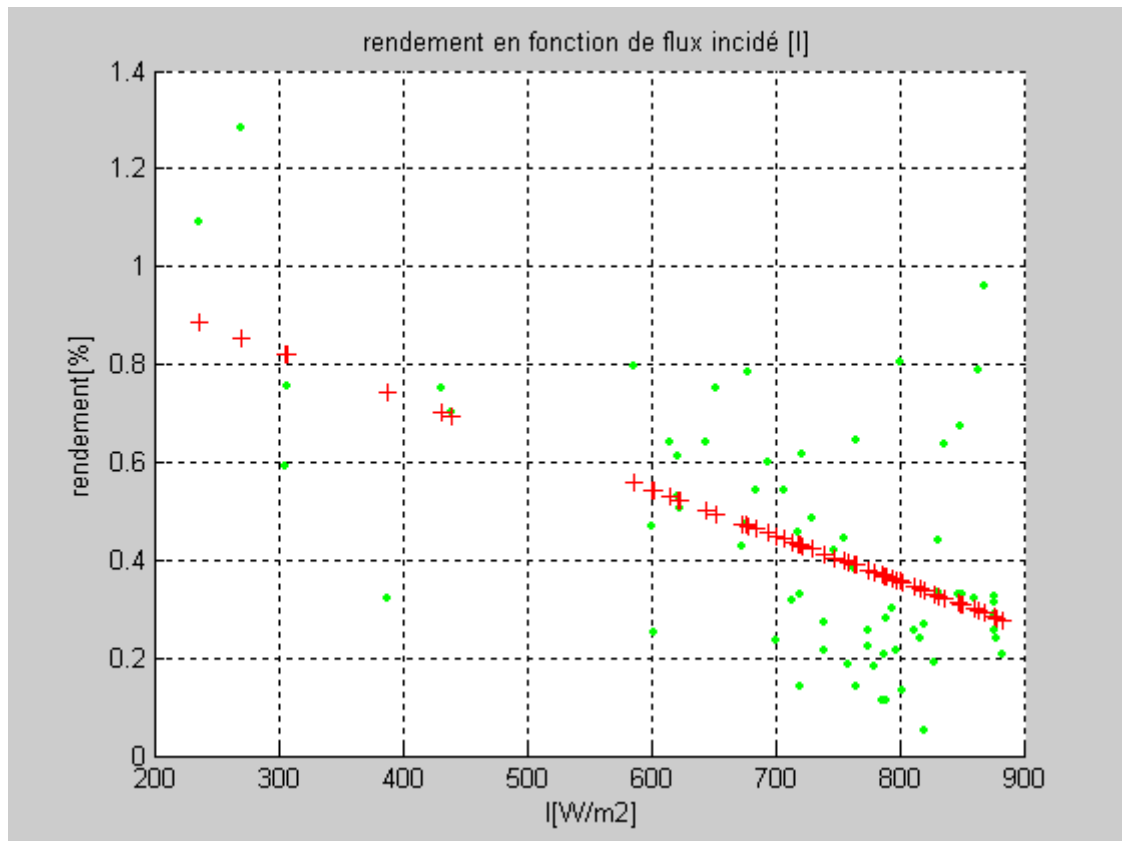
L'analyse des résultats numériques, montre que les améliorations apportés au coefficient d'échange convectif sont plus importantes et devient presque le double en régime turbulent dans les deux cas étudiées, notamment en présence de la configuration des chicanes, ou le pas entre rangée est de 10 cm.

Quand au nombre de **Nusselt**, les figures (IV-4-9-14-19) nous montrent que sa variation en fonction du nombre de Reynolds. En régime laminaire, le **Nusselt** varie de 05 à 28 pour le premier cas  $per = 10\text{ cm}$ , et de 2 à 24 pour le deuxième cas ou le pas entre rangée  $per = 20\text{ cm}$ .

En régime turbulent, le nombre de **Nusselt** varie de 22 à 42 dans le cas ou le pas entre rangée est  $per = 10\text{ cm}$ , alors qu'il ne varie que de 20 à 35 pour le second ou  $per = 20\text{ cm}$ .

Les graphiques qui montrent l'évolution du coefficient d'échange en fonction du nombre de Prandtl sont représentés sur les figures (IV-2, 7, 12 et 17), on note que l'échange thermique est pratiquement dépendant du nombre de Prandtl, l'effet de l'augmentation du coefficient d'échange commence à être ressenti pour des nombre de Prandtl comprise entre 0.69 et 0.75 pour l'air, on constate qu'à partir de cet intervalle, la qualité de l'échange thermique est nettement meilleure pour les grands valeurs de Prandtl.

Pour ce qui concerne l'effet du débit massique sur l'échange thermique convectif, les graphiques montre que l'intensification des échanges dépendent de l'augmentation du débit massique injecté dans la veine mobile, ceci est constaté pratiquement dans les deux cas étudiées, que ce soit en régime laminaire ou turbulent.



**Fig. (VI-21) :** rendement en fonction du flux solaire incident

Pour une puissance de rayonnement solaire incidente donnée, le rendement varie en fonction de la différence de la température entre le fluide en circulation le long du capteur et la température ambiante.