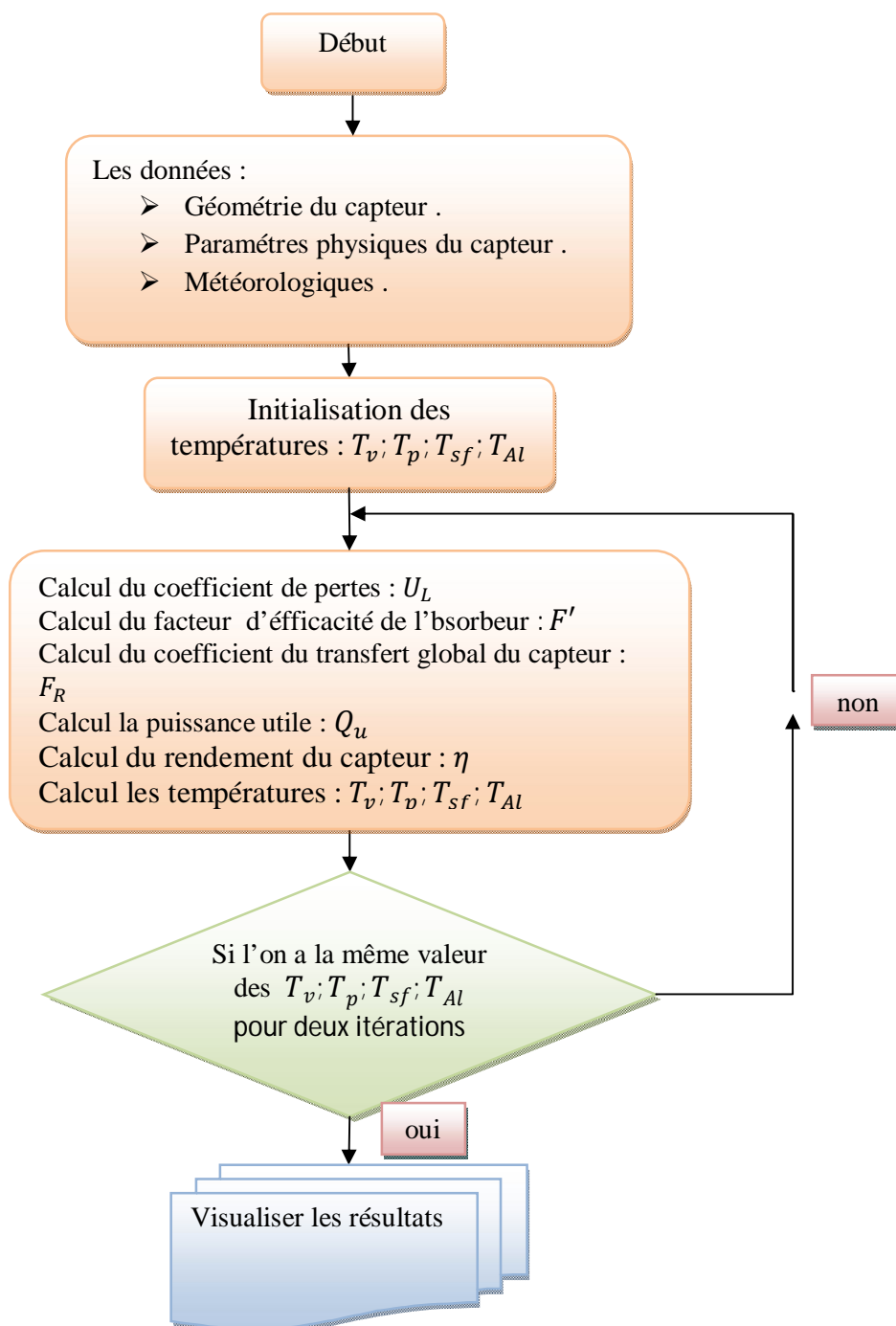


**Introduction :**

Dans ce chapitre on essayera de présenter les résultats graphiques obtenus qui sont issus de la simulation numérique de l'effet des paramètres géométriques (dimensions caractéristiques des éléments constituant le capteur solaire), thermo-physiques et optiques sur les performances thermiques des capteurs solaires plans à air. Pour mieux comprendre l'enchaînement des étapes de calculs qui ont été suivies dans ce travail, on a élaboré un programme de calcul informatique sous l'environnement Matlab, dont le schéma de l'organigramme principal est présenté comme suit :



### **III.1-Effet des paramètres géométriques :**

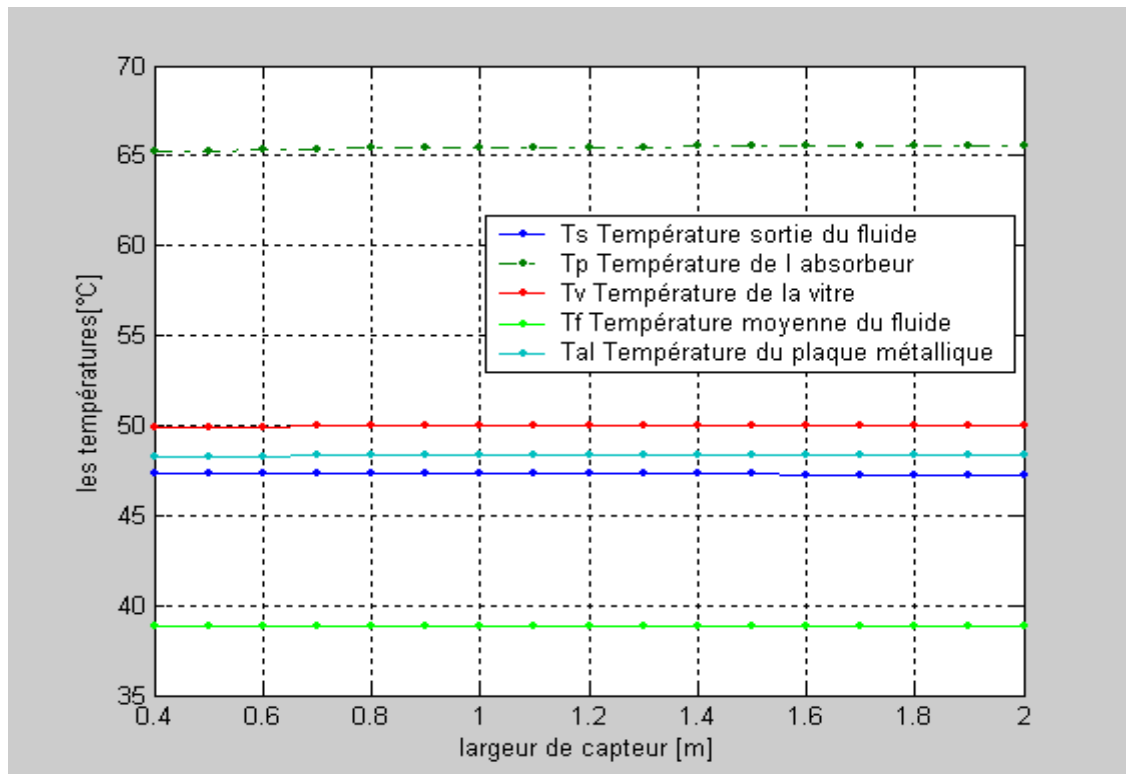
Pour mettre en évidence les effets des paramètres géométriques des éléments constituant du capteur sur les performances thermiques en général, on a considéré durant le calcul les valeurs caractéristiques suivantes relativement aux paramètres physiques présentés ci-après :

- Facteur d'émissivité des vitrages,  $\varepsilon_v = 0.93$
- Facteur d'émissivité de l'absorbeur côté vitrage,  $\varepsilon_{p-v} = 0,88$ .
- Facteur d'émissivité de l'absorbeur côté isolant,  $\varepsilon_{p-AI} = 0,95$ .
- Facteur d'émissivité de la plaque d'aluminium côté absorbeur,  $\varepsilon_{AI-p} = 0.52$ .
- Facteur de transmission de la vitre,  $\tau_v = 0.92$ .
- Facteur d'absorption de l'absorbeur,  $\alpha_p = 0.97$ .
- conductivité thermique de isolant,  $\lambda_{is} = 0.027$  [W/(m.K)].
- Vitesse d'écoulement du fluide (air) dans le conduit .  $U_f = 1.5$  [m/s]
- Les données météorologiques :
- Puissance du rayonnement solaire,  $I = 900$  [W/m<sup>2</sup>].
- Vitesse du vent,  $V_{vent} = 2$  [m/s].
- Température ambiante,  $T_a = 24$  [°C]
- Température du fluide à l'entrée du capteur,  $T_e = 30$  [°C]
- Angles d'inclinaison du capteur par rapport à l'horizontale,  $\beta = 30$ [°]

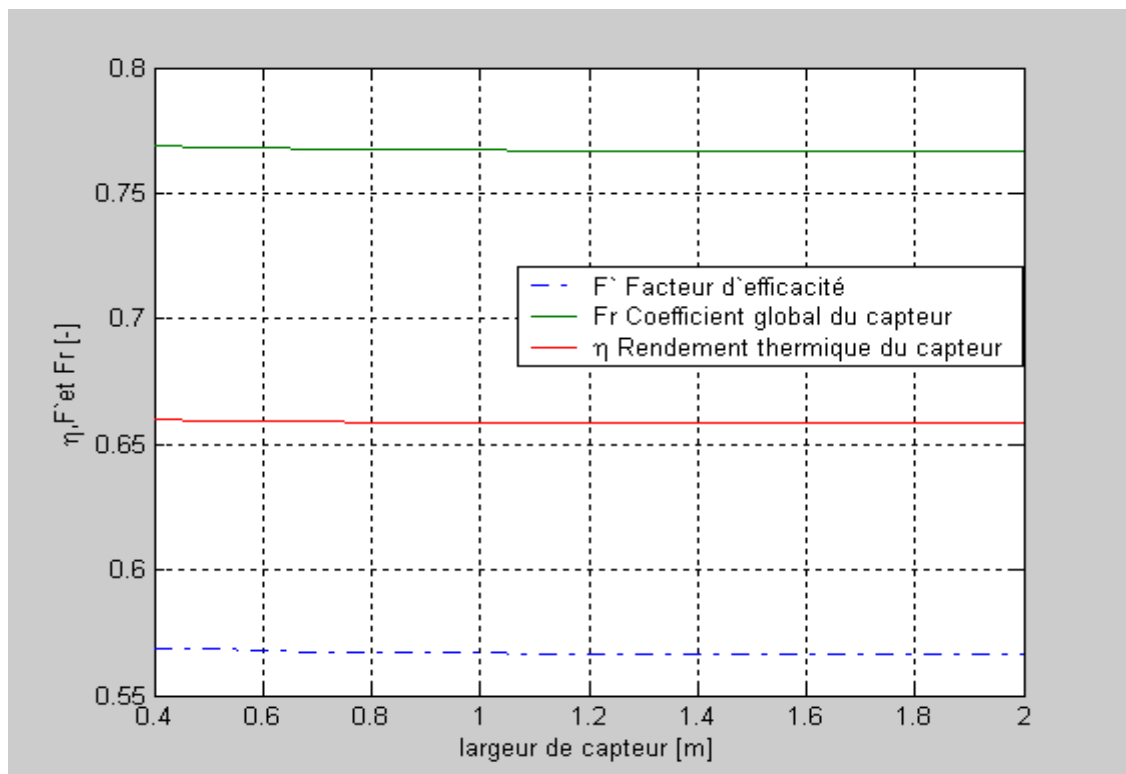
#### **II.1.1- Effet de la largeur du capteur :**

En considérant les dimensions caractéristiques suivantes qui sont maintenues constantes, l'effet de la largeur sur les performances thermiques sont montrés sur les figures (III-1, 2, 3 et 4 ) qui présentent leur évolutions en fonction de la variation de la largeur du capteur :

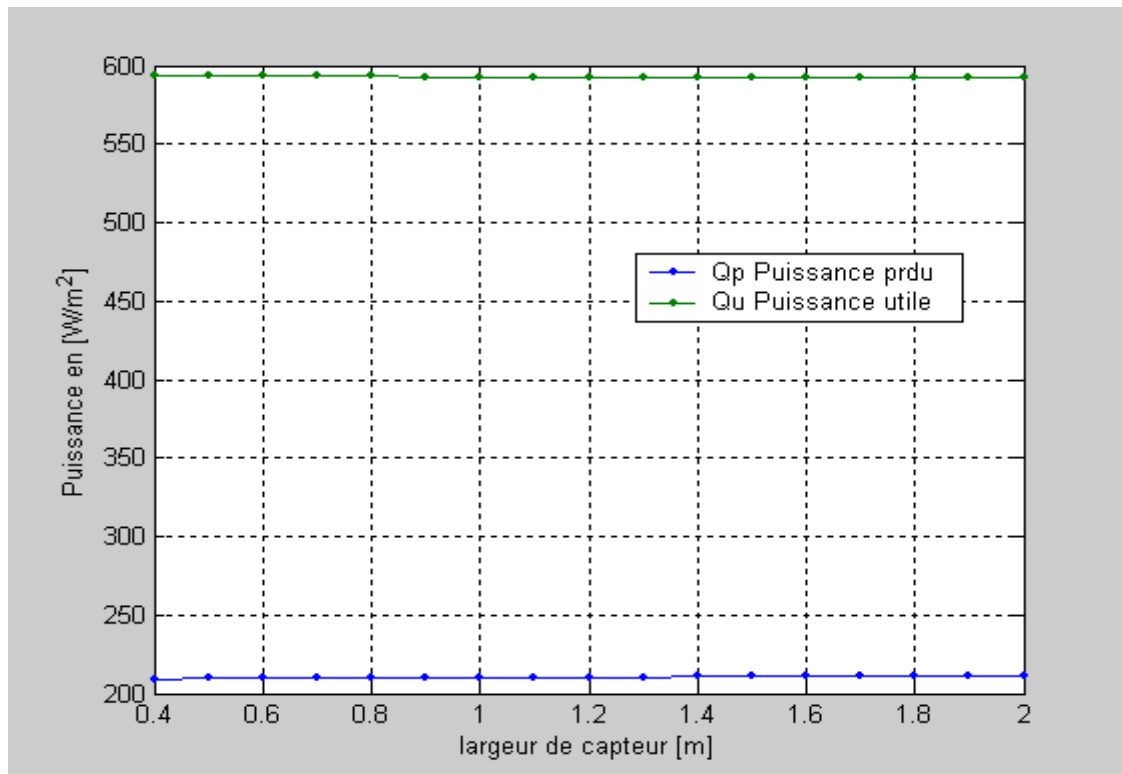
- Longueur du capteur,  $L_c = 1,5$  [m].
- Epaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v = 25$  [mm].
- Epaisseur de l'isolant placé à l'arrière du capteur,  $e_{is} = 0,1$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e = 30$  [mm].



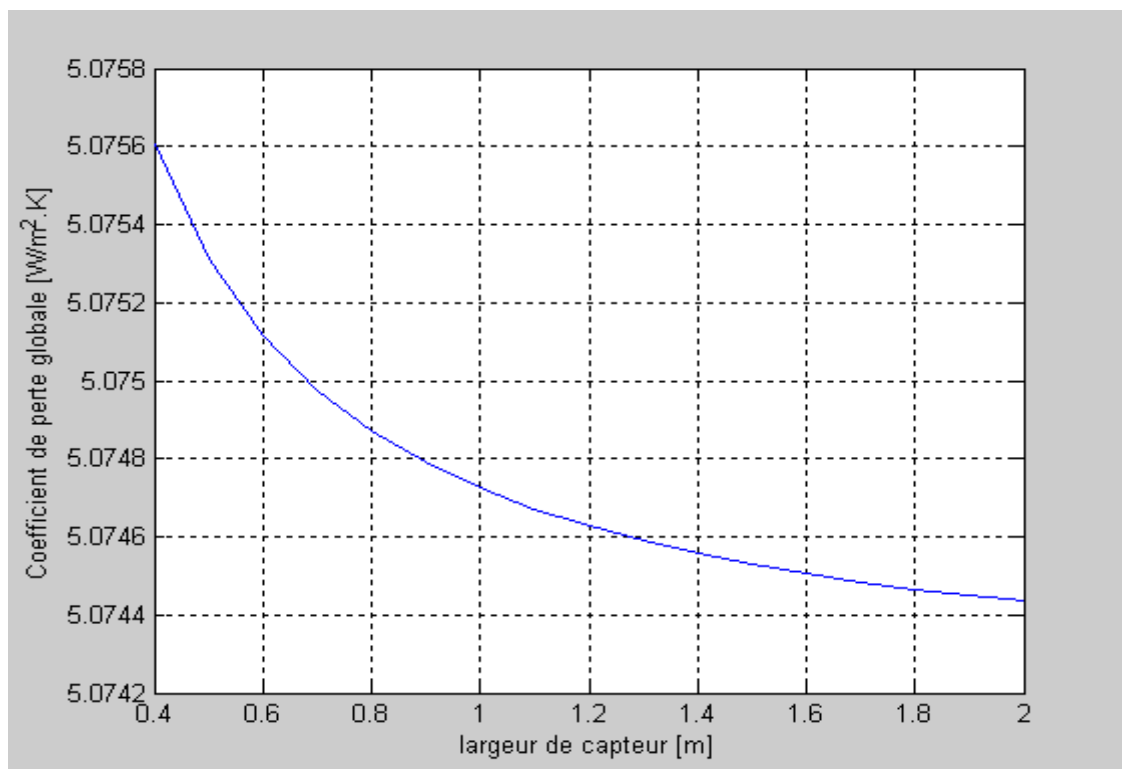
**Figure. (III -1) :** *Effet de la largeur du capteur sur les différentes températures (à la sortie et moyenne du fluide, de l'absorbeur, de la vitre et de la plaque métallique placée sur l'isolant en aluminium)*



**Figure. (III -2) :** *Effet de la largeur du capteur sur le facteur d'efficacité ( $F'$ ), le coefficient global ( $F_R$ ) et le rendement ( $\eta$ )*



**Figure. (III -3) :** *Effet de la largeur du capteur sur la puissance perdue ( $Q_p$ ) et la puissance utile récupérée par le fluide ( $Q_u$ )*

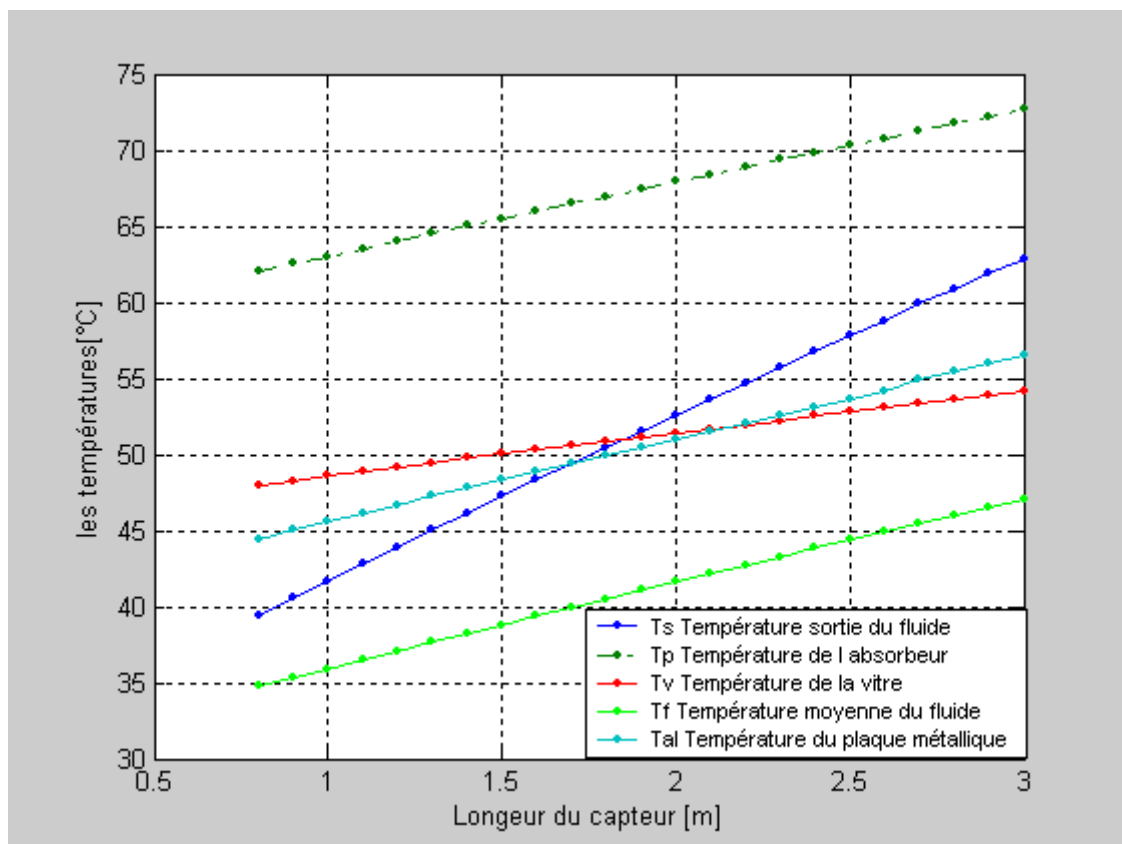


**Figure. (III -4) :** *Effet de la largeur du capteur sur le coefficient globale des pertes thermiques*

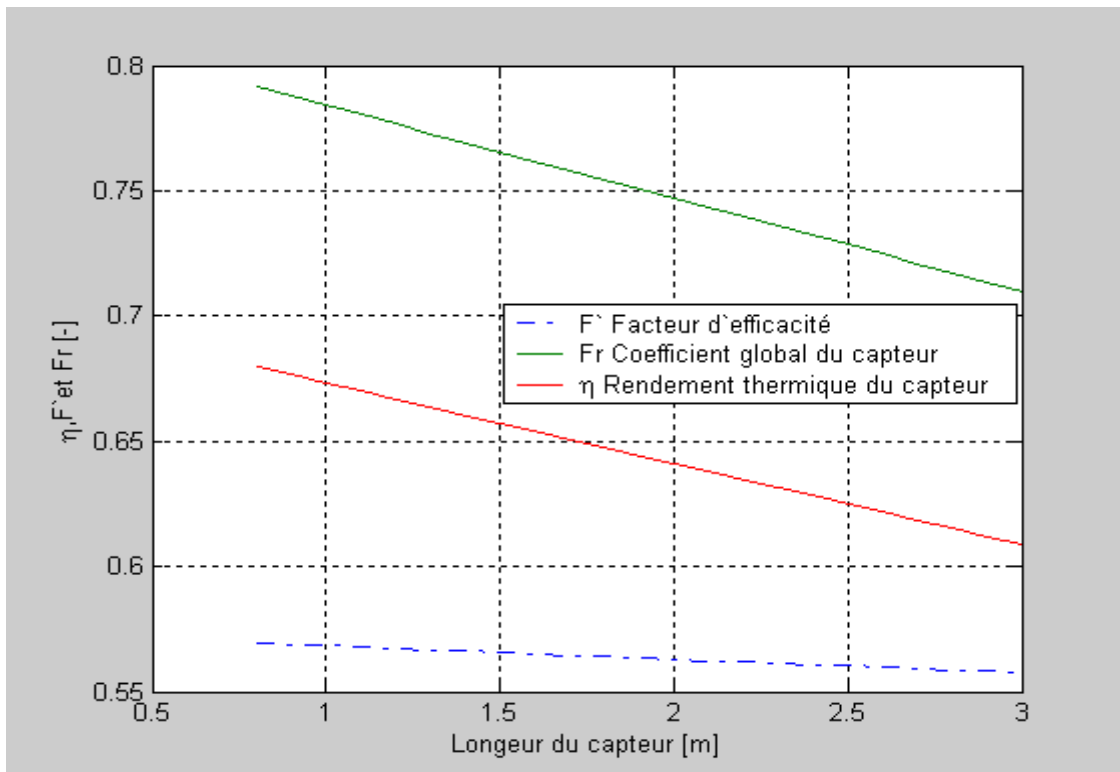
**III.1.2- Effet de la longueur du capteur :**

Comme précédemment, en considérant les dimensions caractéristiques suivantes constantes, et en variant la longueur du capteur, l'évolution des paramètres de performances en fonction de ce paramètre géométrique sont montrées sur les figures (III-5, 6, 7 et 8) :

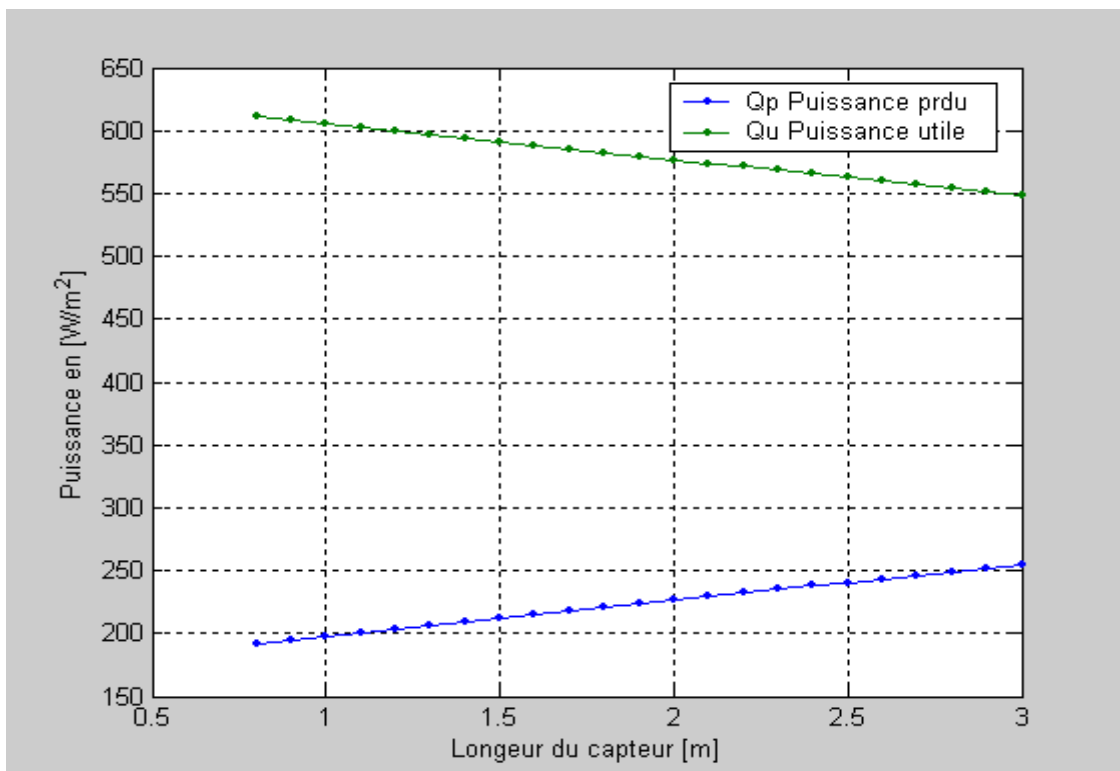
- Largeur de capteur,  $l_c=1$  [m].
- Epaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v=25$  [mm].
- Epaisseur de l'isolant placé à l'arrière du capteur  $e_{is}=0,1$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e=30$  [mm].



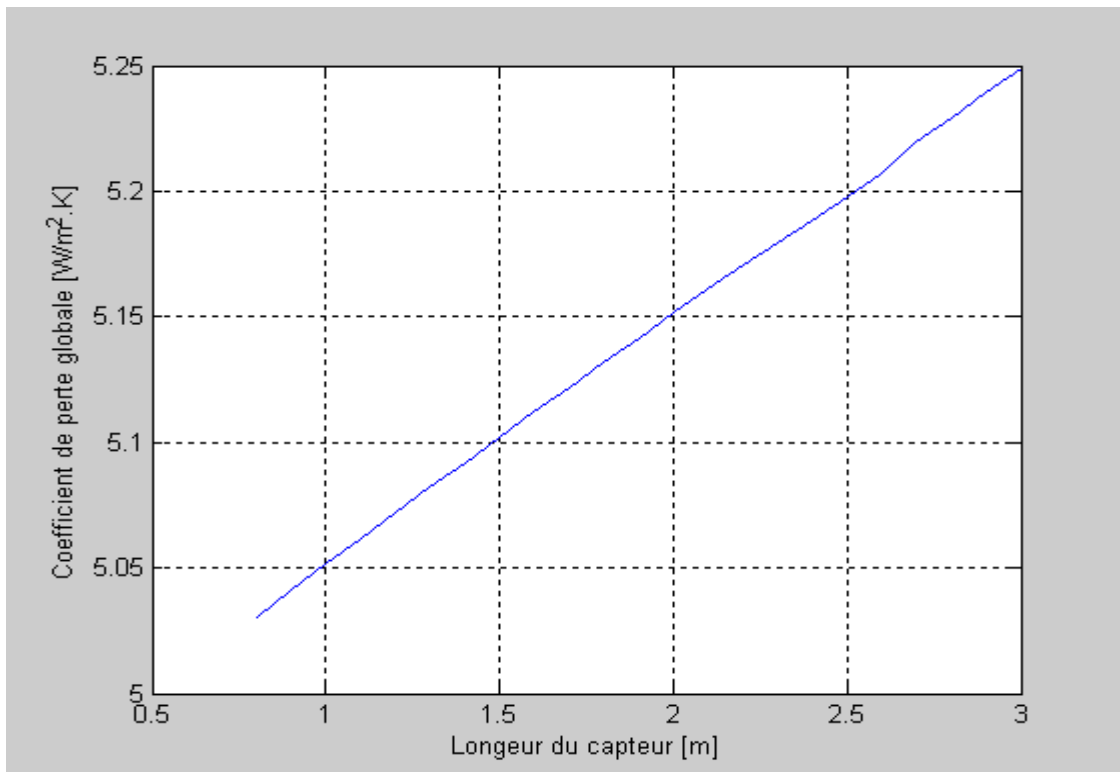
**Figure. (III -5) :** Effet de la longueur du capteur sur les différentes températures (à la sortie et moyenne du fluide, de l'absorbeur, de la vitre et de la plaque métallique placée sur l'isolant en aluminium)



**Figure. (III -6) :** Effet de la longueur du capteur sur le facteur d'efficacité ( $F'$ ), le coefficient de conductance globale ( $F_R$ ) et le rendement ( $\eta$ )



**Figure. (III -7) :** Effet de la longueur du capteur sur la puissance perdue ( $Q_p$ ) et la puissance utile récupérée par le fluide ( $Q_u$ )

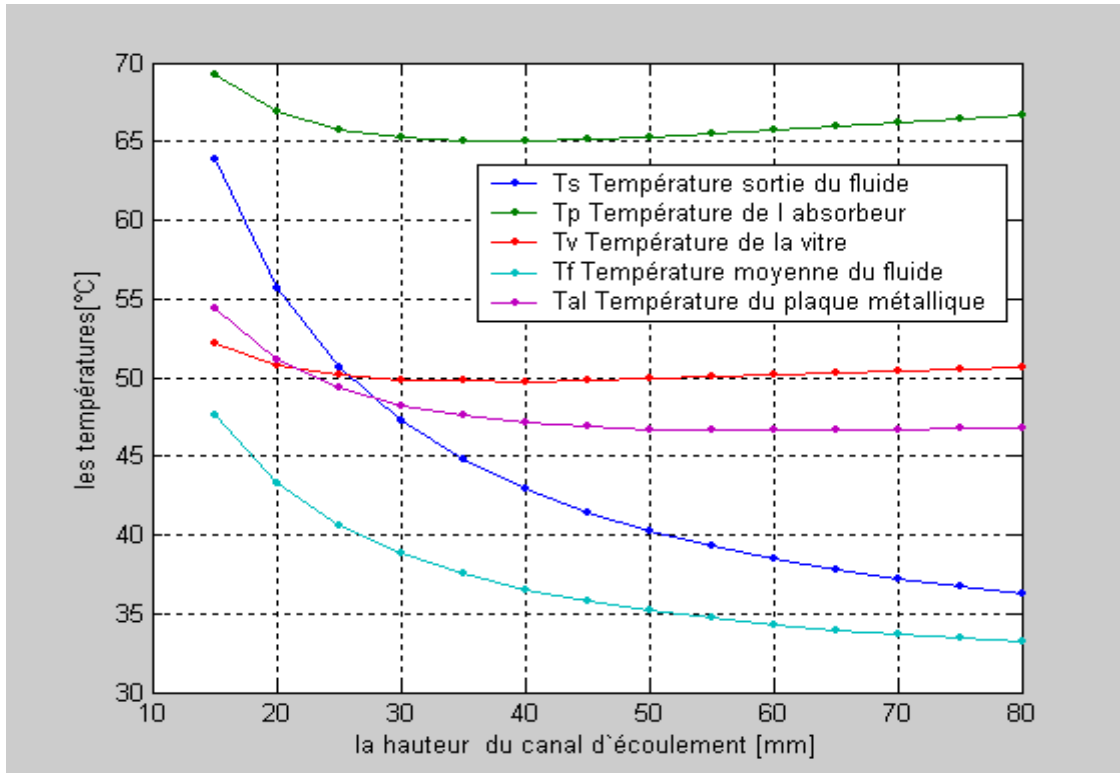


**Figure. (III -8) :** *Effet de la longueur du capteur sur le coefficient globale des pertes thermiques.*

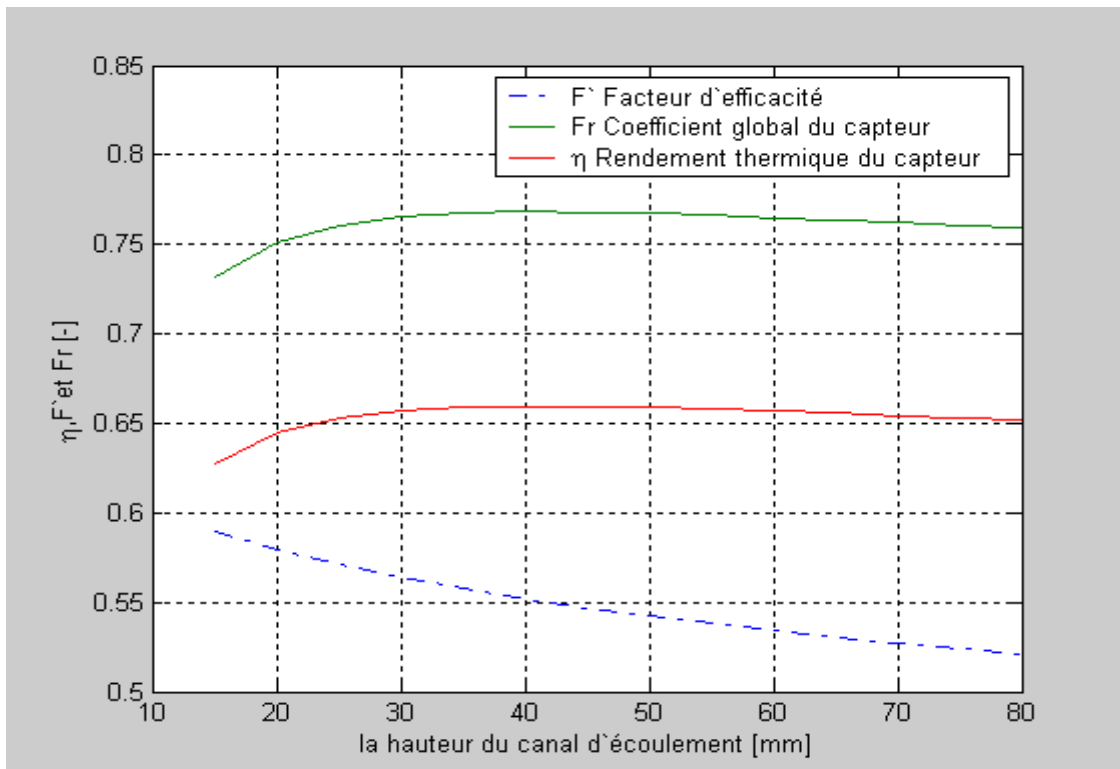
### **III.1.3- Effet de la hauteur du conduit utile de la veine d'air mobile :**

L'étude de l'effet de la hauteur ou épaisseur de la veine fluide mobile sur les paramètres de performances est montrée d'après les illustrations graphiques qui sont affichés sur les figures (III-9, 10 11 & 12), tout en considérant constant les dimensions géométriques suivantes :

- Largeur du capteur,  $l_c = 1$  [m].
- Longueur du capteur,  $L_c = 1,5$  [m].
- Epaisseur de la lame d'air immobile  $e_v = 25$  [mm].
- Epaisseur de l'isolant placé à l'arrière du capteur,  $e_{is} = 0,1$  [m].

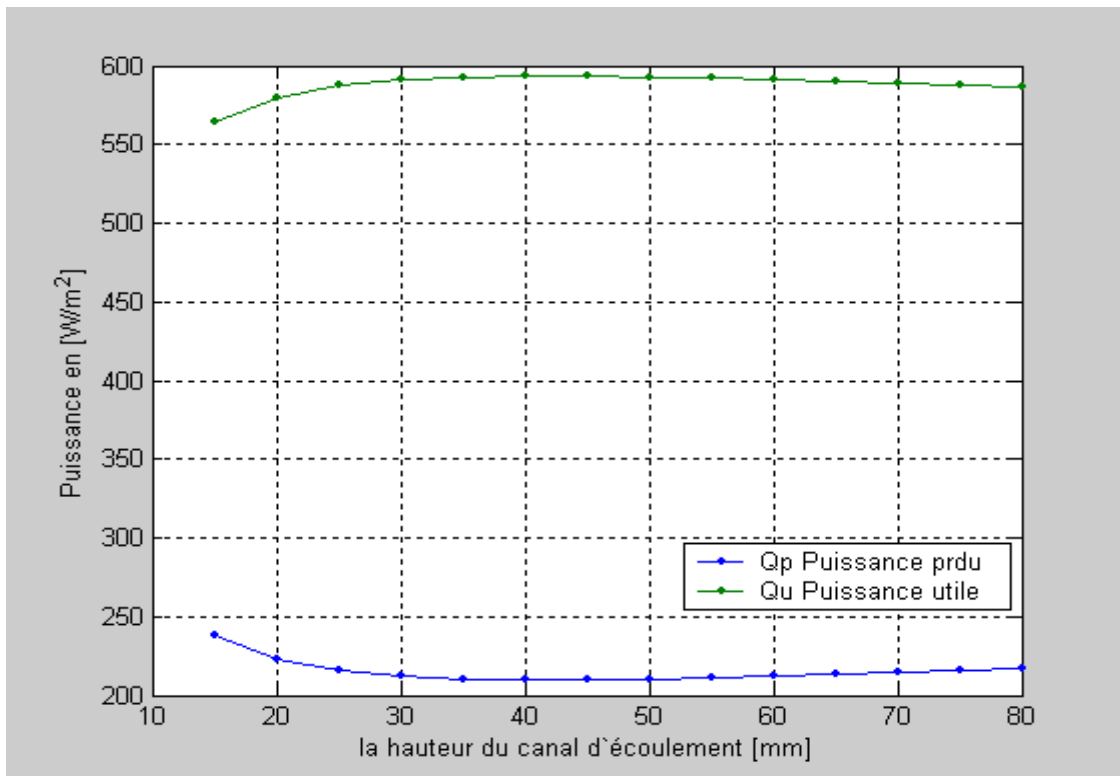


**Figure. (III -9) :** *Effet de la hauteur du conduit utile sur les températures (à la sortie et moyenne du fluide, de l'absorbeur et de la vitre et de la plaque métallique placée sur l'isolant en aluminium)*

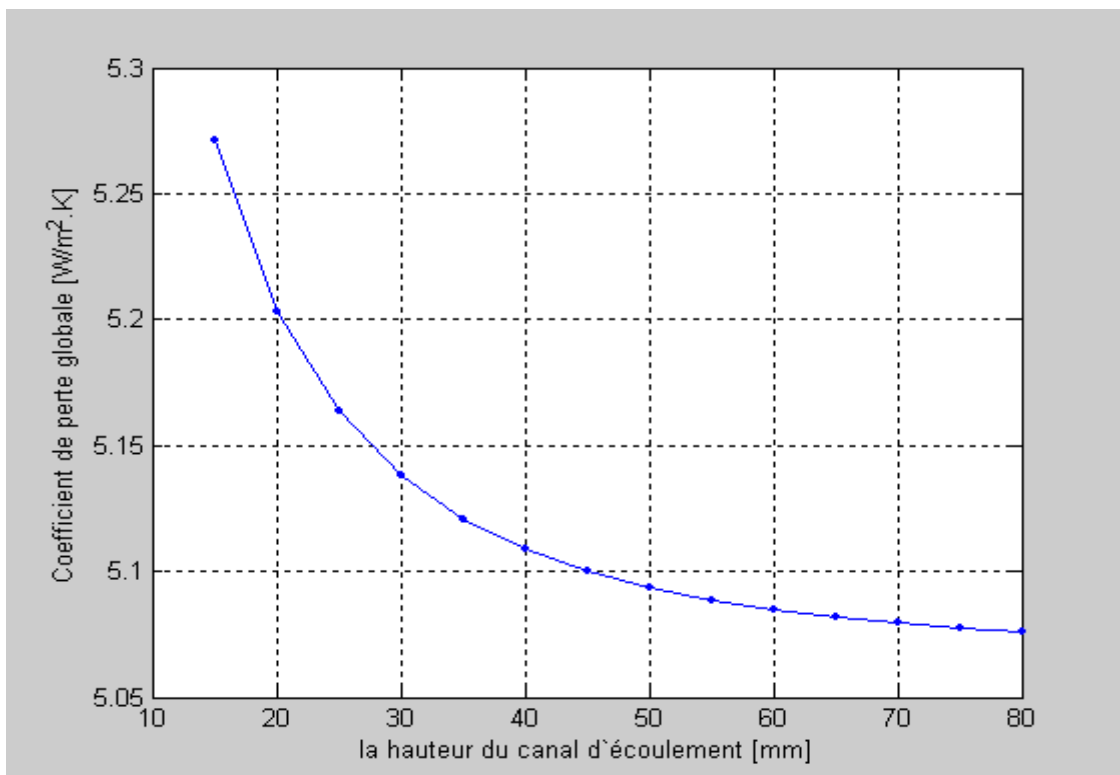


**Figure. (III -10) :** *Effet de la hauteur du conduit utile sur les facteurs d'efficacité (F'), le coefficient global (Fr) et le rendement (η)*





**Figure. (III -11) :** Effet de la hauteur du conduit utile sur la puissance perdue ( $Q_p$ ) et la puissance utile récupérée par le fluide ( $Q_u$ )

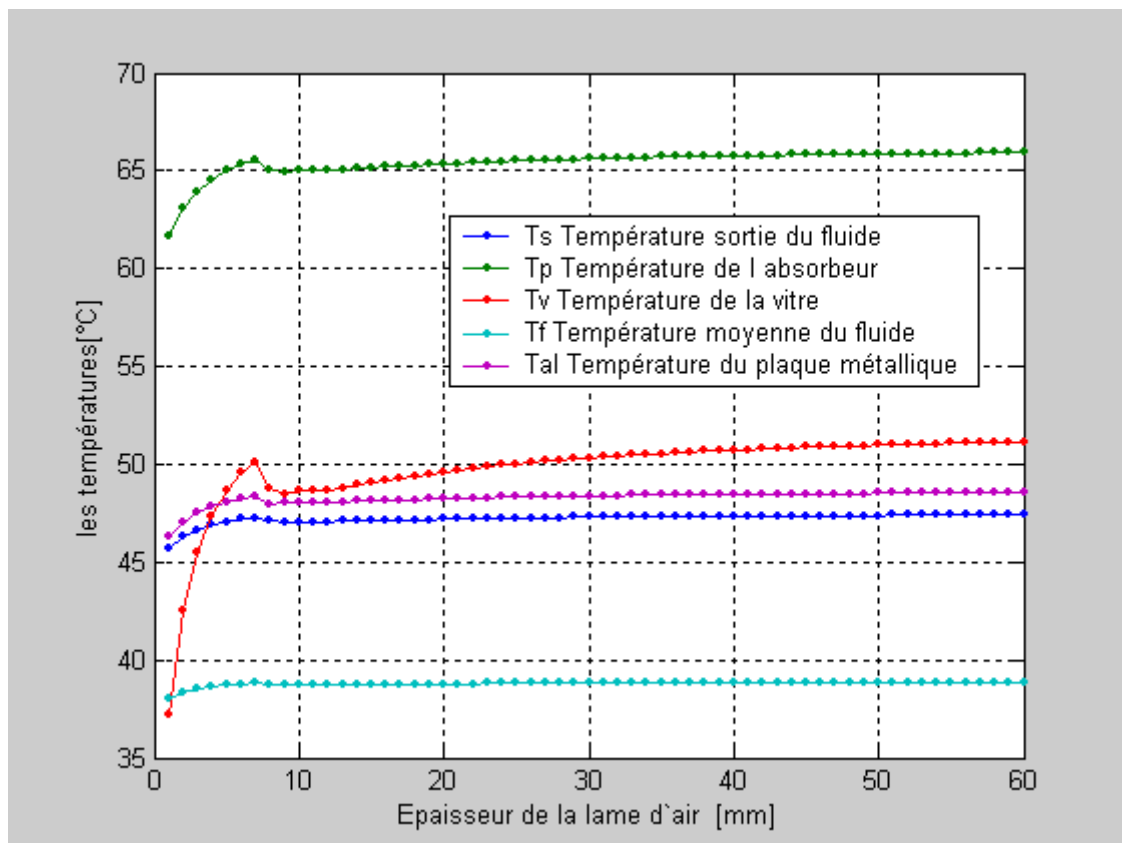


**Figure. (III -12) :** Effet de la hauteur du conduit utile sur le coefficient global des pertes thermiques

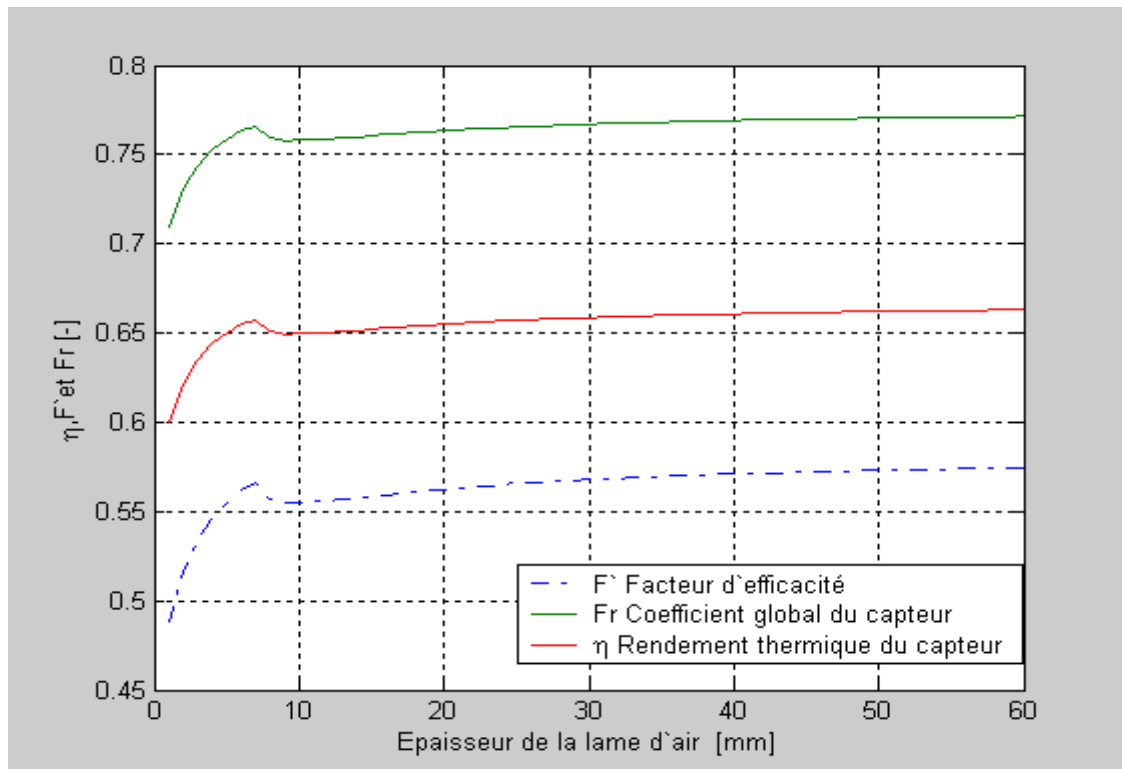
**III.1.4-Effet de l'épaisseur de la lame d'air immobile (entre absorbeur et vitrage) :**

De la même façon, en considérant constantes les dimensions caractéristiques suivantes, l'évolution des paramètres en fonction de l'épaisseur de la lame d'air immobile incarcérée entre la vitre et la plaque absorbante, dont les résultats graphiques sont affichés sur les figures (III-13, 14, 15 et 16) :

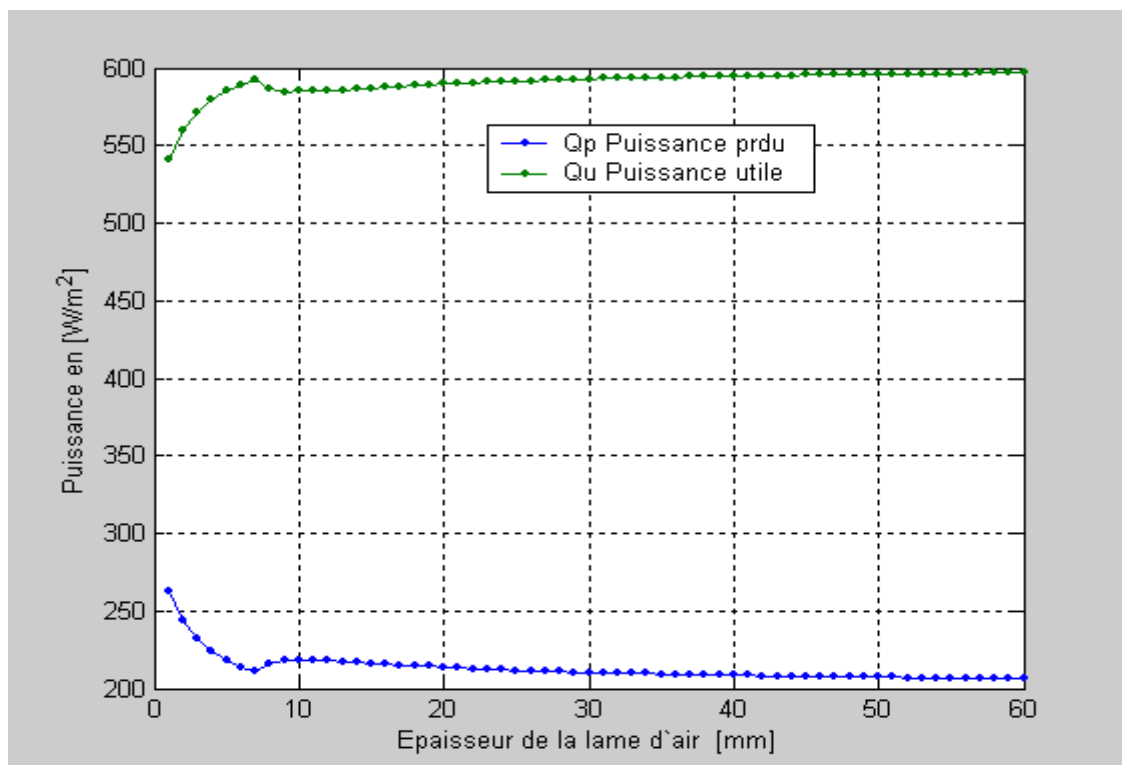
- Largeur de capteur,  $l_c=1$  [m].
- Longueur du capteur,  $L_c=1,5$  [m].
- Epaisseur de l'isolant placé à l'arrière du capteur,  $e_{is}= 0,1$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e = 30$  [mm].



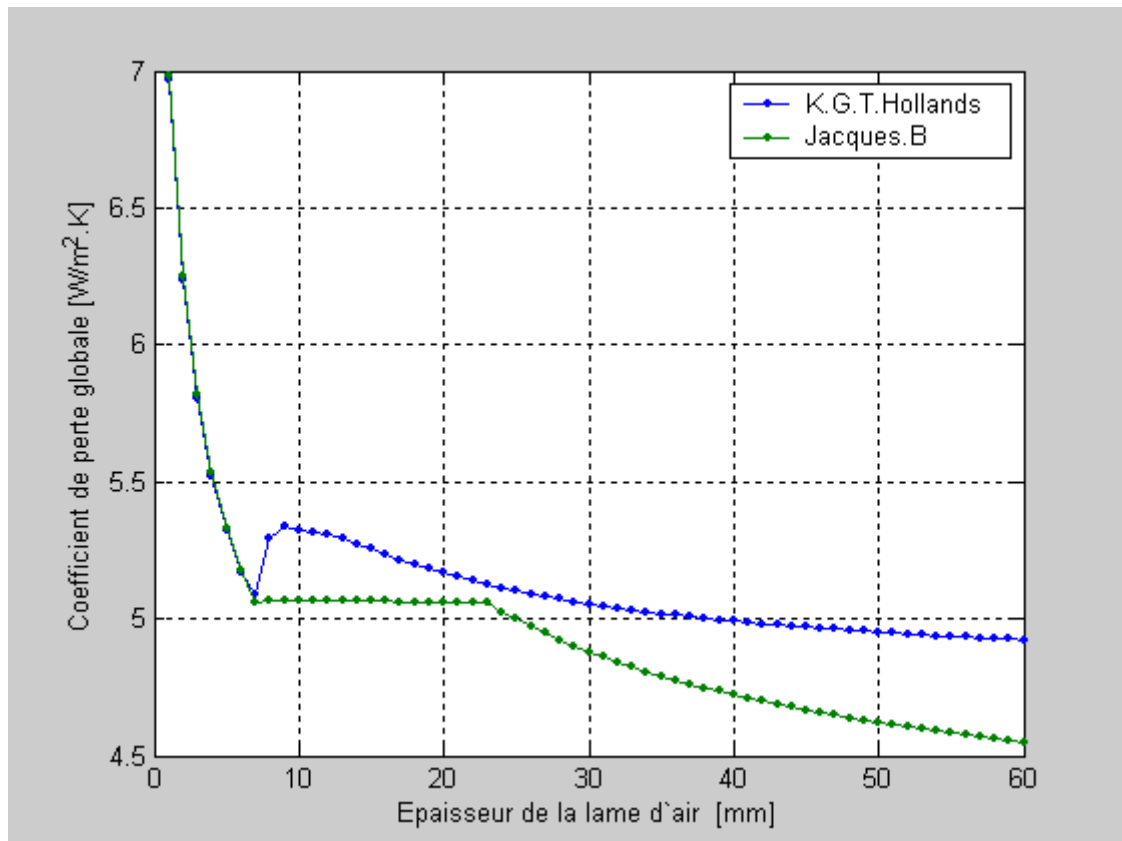
**Figure. (III -13) :** *Effet de l'épaisseur de la lame d'air immobile sur les différentes températures (à la sortie et moyenne du fluide, de l'absorbeur, de la vitre et de la plaque métallique placée sur l'isolant en aluminium).*



**Figure. (III -14) :** *Effet de l'épaisseur de la lame d'air immobile sur les facteurs d'efficacité ( $F'$ ), le coefficient global ( $F_R$ ) et le rendement ( $\eta$ )*



**Figure. (III -15) :** *Effet de l'épaisseur de la lame d'air immobile sur la puissance perdue ( $Q_p$ ) et la puissance utile récupérée par le fluide ( $Q_u$ ).*

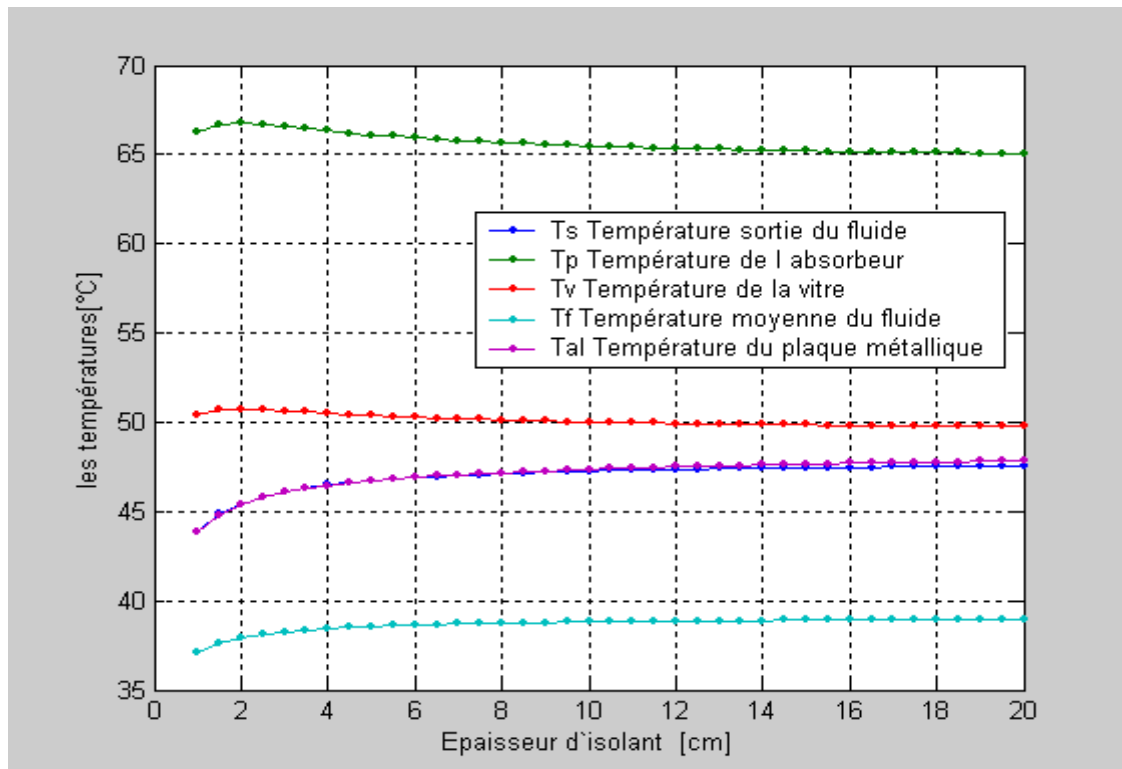


*Figure. (III -16) : Effet de l'épaisseur de la lame d'air immobile sur le coefficient global des pertes thermique (en considérant les corrélations de K.G.T.Hollands & B .Jacques)*

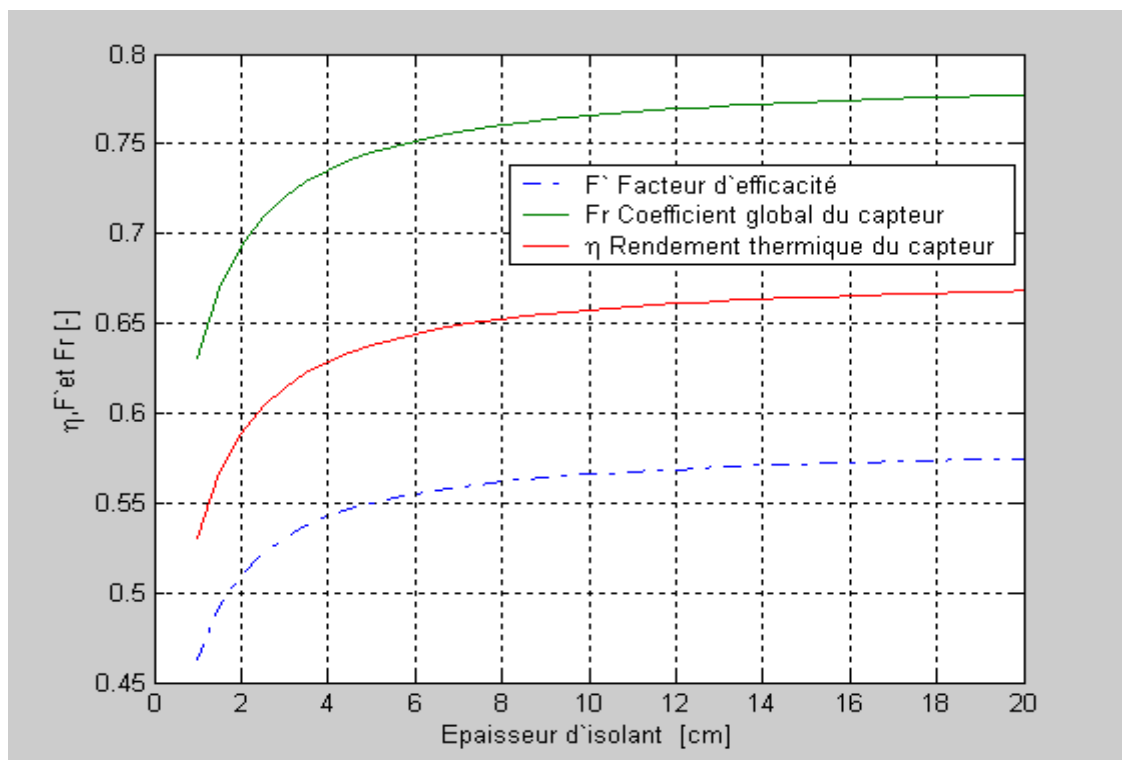
### III.1.5- Effet de l'épaisseur de isolant (côté arrière du capteur) :

Dont les illustrations graphiques qui montre l'effet de l'épaisseur de l'isolant sur les performances thermiques sont montrées sur les figures (III-17, 18, 19 & 20), ceci étant en gardant constants les dimensions caractéristiques suivantes :

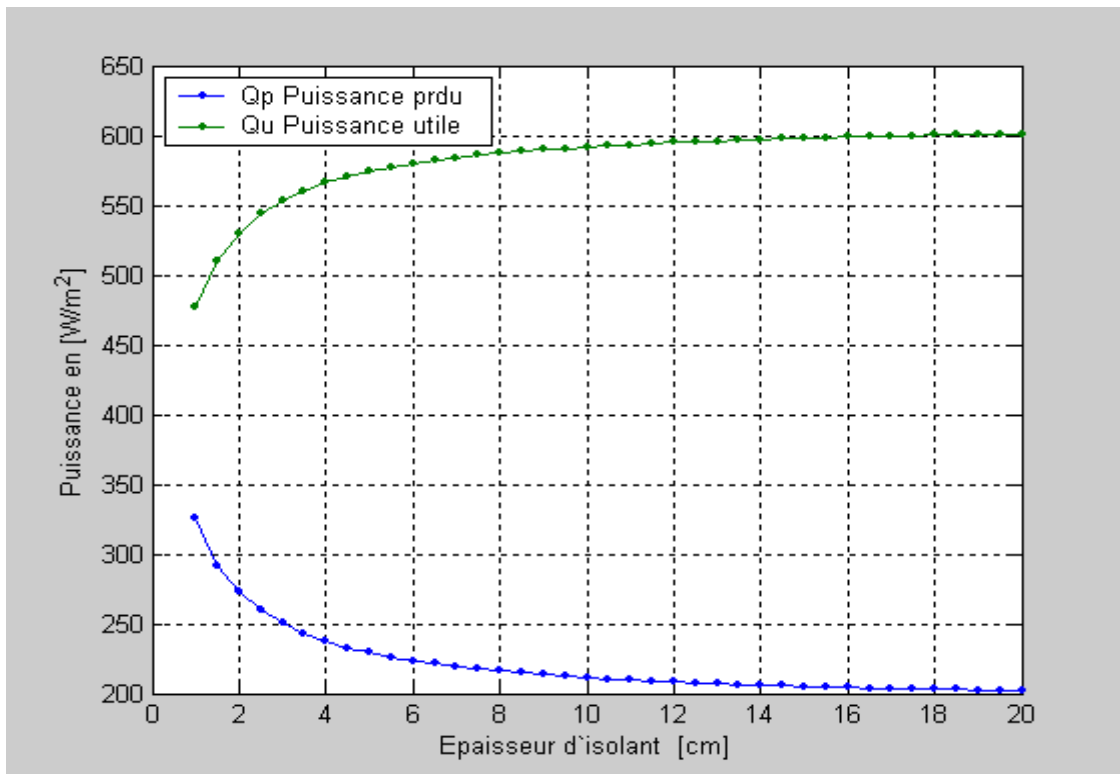
- Largeur de capteur ,  $l_c=1$  [m].
- Longueur du capteur,  $L_c=1,5$  [m].
- Épaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v= 25$  [mm].
- Épaisseur de la veine d'air mobile  $e =30$  [mm].



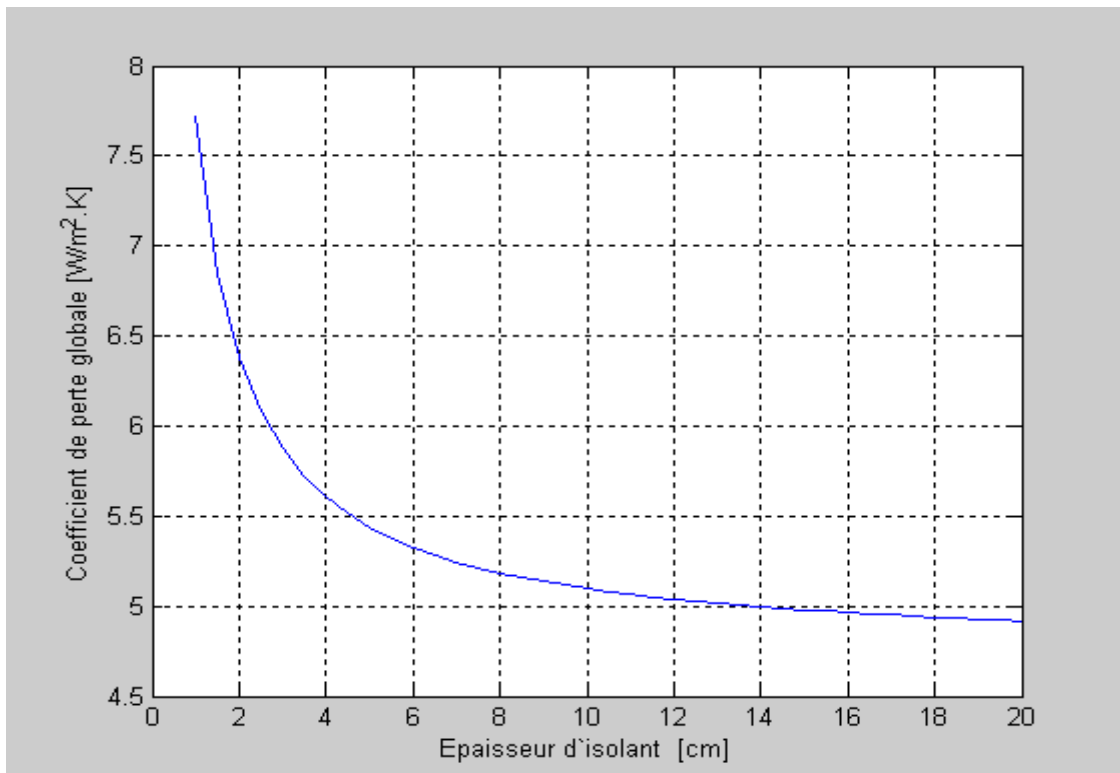
**Figure. (III -17) :** Effet de l'apaisir de l'isolant sur les temperatures (à la sortie et moyenne du fluide, de l'absorbeur, de la vitre et de la plaque métallique placée sur l'isolant en aluminium).



**Figure. (III -18) :** Effet de l'épaisseur de l'isolant sur le facteur d'efficacité ( $F'$ ), le coefficient global ( $F_R$ ) et le rendement ( $\eta$ )



**Figure. (III -19) :** Effet de l'épaisseur de l'isolant sur la puissance perdue ( $Q_p$ ) et la puissance utile récupérée par le fluide ( $Q_u$ ).



**Figure. (III -20) :** Effet de l'épaisseur de l'isolant sur le coefficient globale des pertes thermiques.

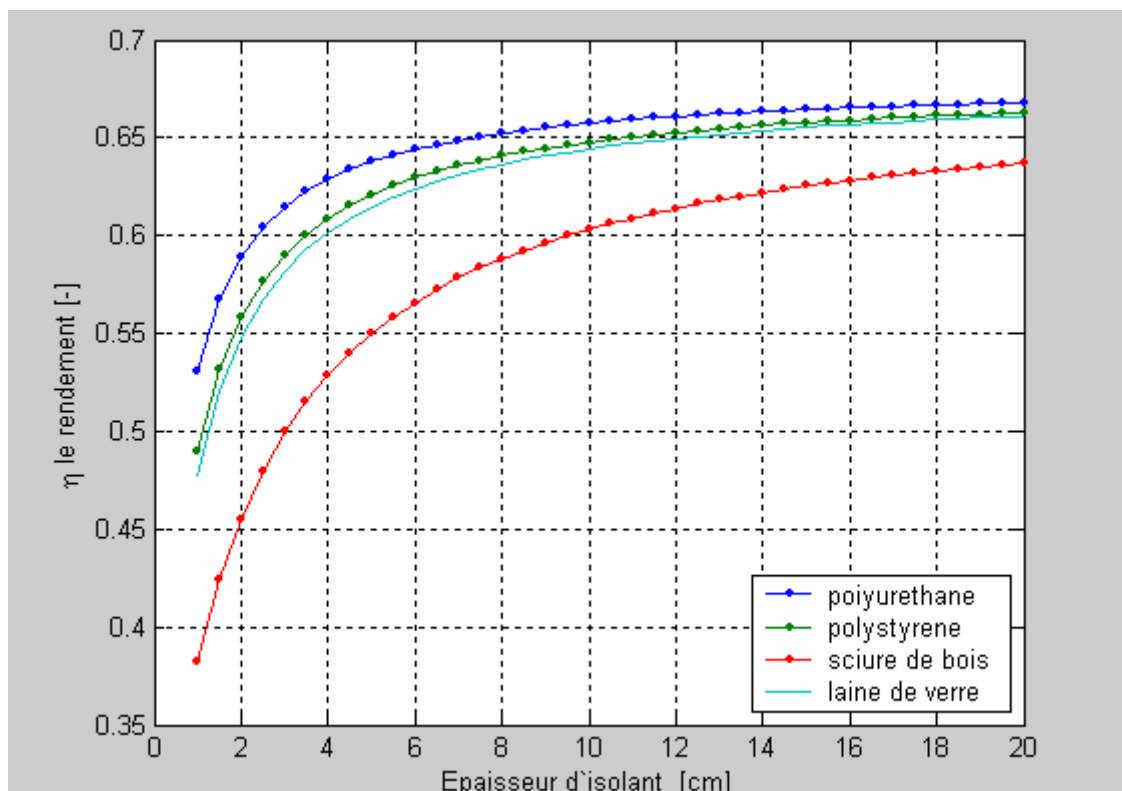
### III.2 - Effet des paramètres thermophysiques :

Dans cette partie consacrée à l'impact des paramètres thermophysiques des matériaux utilisés, on s'intéressera uniquement à deux cas de matériaux de nature diverses, l'isolant et l'absorbeur.

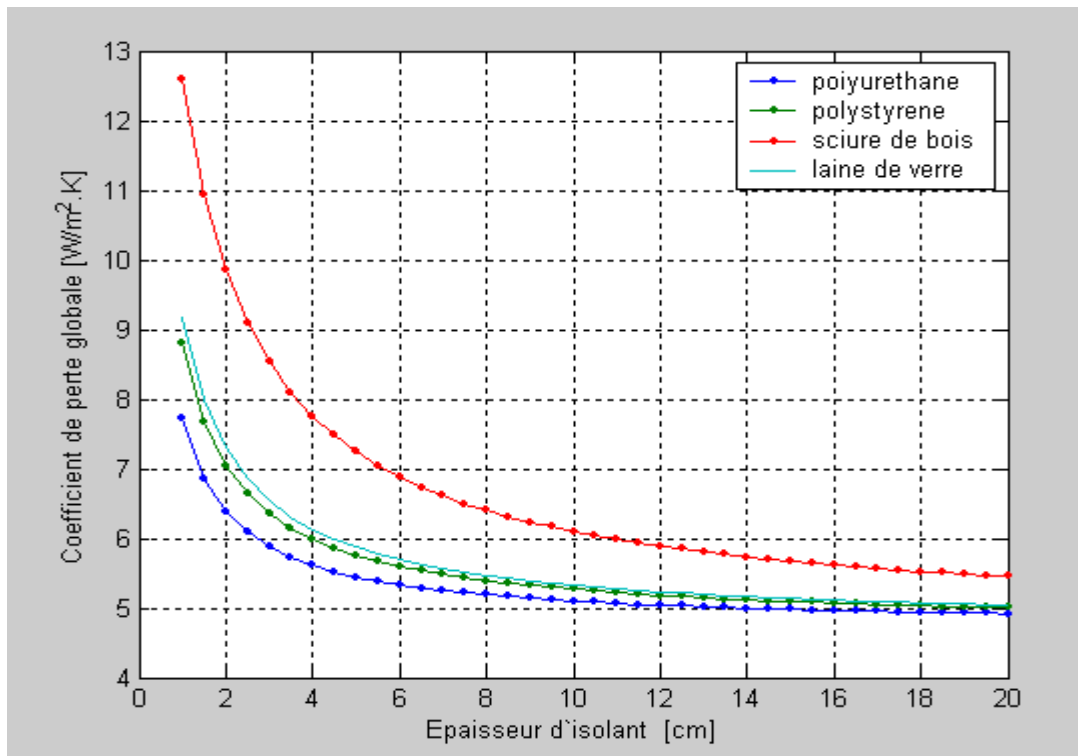
**III.2.1- Nature de l'isolant (conductivité thermique) :** En considérant quatre type de matériaux isolants de conductivités thermiques différentes, l'évolution du rendement thermique et coefficient de perte thermique globale ( $U_L$ ) en fonction de l'épaisseur pour 04 type de matériaux isolant de conductivités thermiques différentes Tableau.(III-1), qui sont les plus fréquemment employés dans les travaux de calorifugeage est montrée d'après la figure (III-21 & 22).

Matériaux isolants	$\lambda$ conductivité thermique [W/mK]
Polyuréthane	0.027
polystyrène	0.040
sciure de bois	0.11
laine de verre	0.45

Tablezau (III-1) : conductivité thermique de quelques matériaux isolants



**Figure. (III -21) :** Effet de l'épaisseur de l'isolant et de la conductivité thermique sur le rendement ( $\eta$ ) pour quatre (04) types de matériaux isolants



**Figure. (III -22) :** Effet de l'épaisseur de l'isolant et de la conductivité thermique sur le coefficient globale des pertes thermiques ( $U_L$ ) pour (04) types de matériaux isolants

**III.2.2- Nature de l'absorbeur (cas des surfaces sélectives) :** Il s'agit d'étudier l'effet de la nature des surfaces absorbantes, en considérant le cas des surfaces sélectives sur les performances thermiques. En considérant les propriétés géométriques, physique et optiques dont les valeurs sont fixées constantes (ci-dessous), les résultats de la simulation sont affichés d'après le tableaux (III-1) pour différents matériaux utilisés comme plaques absorbantes dans la technologie de conception et dans l'ingénierie du solaire photothermique.

- Largeur de capteur,  $l_c=1$  [m].
- Largeur de capteur,  $L_c=1,5$  [m].
- Epaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v=0,02$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e=25$  [mm].
- Epaisseur de l'isolant placé à l'arrière du capteur,  $e_{is}=0,12$  [m].
- Facteur d'émissivité de la vitre,  $\varepsilon_v=0,93$ .
- Facteur d'émissivité de l'absorbeur côté isolant,  $\varepsilon_{p-Al}=0,95$ .
- Facteur d'émissivité de la plaque d'aluminium côté absorbeur,  $\varepsilon_{Al-p}=0,52$ .
- Facteur de transmission de la vitre,  $\tau_v=0,92$ .
- Facteur d'absorption de l'absorbeur,  $\alpha_p$ .



<i>Surface de différents matériaux et surface sélective</i>	$\alpha_p$	$\varepsilon_{p-v}$	$T_p$ [°C]	$T_{sf}$ [°C]	$F'$ [%]	$F_R$ [%]	$\eta$ [%]	$U_{L_2}$ [w/m <sup>2</sup> .K]
cuivre poli	0,25	0,02	49,3	34,0	66,47	63,90	13,21	3,4819
acier poli	0,63	0,09	76,5	39,9	60,57	57,81	31,78	4,4874
aluminium poli	0,10	0,07	36,3	31,3	66,02	63,45	04,33	3,5539
peinture noire (silicate)	0,97	0,88	79,7	40,6	43,62	40,81	33,99	8,9107
acier sablé	0,75	0,80	69,3	38,4	45,25	42,42	26,91	8,3453
Kapton aluminisé de 0,5 mm	0,36	0,52	50,1	34,3	50,91	48,06	13,79	6,6559
Chrome noir.	0,93	0,10	96,8	44,3	58,82	56,01	45,60	4,8226
Nickel noir sur nickel poli.	0,92	0,11	96,1	44,2	58,35	55,53	45,18	4,9170
CuO sur aluminium.	0,93	0,11	96,8	44,3	58,31	55,49	45,65	4,9252

**Tableau (III-2) :** propriétés optiques et thermophysique des principaux matériaux sélectives utilisées comme plaques absorbante [ $\varepsilon_{p-v}$ . (facteur d'émission de l'absorbeur coté vitre),  $T_{sf}$  (Température à la sortie du fluide),  $T_p$  (Température de plaque absorbante,  $F'$  (Facteur d'efficacité locale de transfert air-absorbeur,  $F_R$  (Coefficient global de transfert air-absorbeur)  $\eta$  (rendement de capteur)]

### III.3 : Effet des paramètres optiques (nombre et épaisseur des couvertures) :

Dans ce cas on s'intéresse à l'effet du nombre et de l'épaisseur des couvertures transparentes en verre et en plexiglass pour certaines conditions de fonctionnement, sur quelques paramètres de performances à savoir, la température de l'absorbeur et du fluide caloporteur, le coefficient d'efficacité et de conductance globale de l'absorbeur, le coefficient des pertes thermiques globale et le rendement thermique. Dont les résultats de simulation sont affichés sur les graphiques des figures.(III-23, 24, 25, 26,27 et 28], qui montrent leurs évolutions en fonction du débit massique du fluide caloporteur, ceci étant en considérant données suivantes :

#### a)- données météorologiques :

- Eclairage solaire,  $I = 900 [W/m^2]$  .
- Vitesse du vent  $U_{vent} = 2 [m/s]$  .
- Température ambiante ,  $T_a = 24 [°C]$
- Température du fluide à l'entrée du capteur,  $T_e = 30 [°C]$
- Inclinaison du capteur par rapport à l'horizontale ,  $\beta = 30 [°]$

#### b)- données géométriques du capteur

- Largeur de capteur ,  $l_c=1 [m]$ .
- Longueur de capteur,  $L_c=1,5 [m]$ .

- Epaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v = 0,015$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e = 0,025$  [m].
- Epaisseur de isolant placé à l'arrière du capteur,  $e_{is} = 0,12$  [m].

**c)- caractéristiques optiques des couvertures transparentes en verre et en plexiglass :**

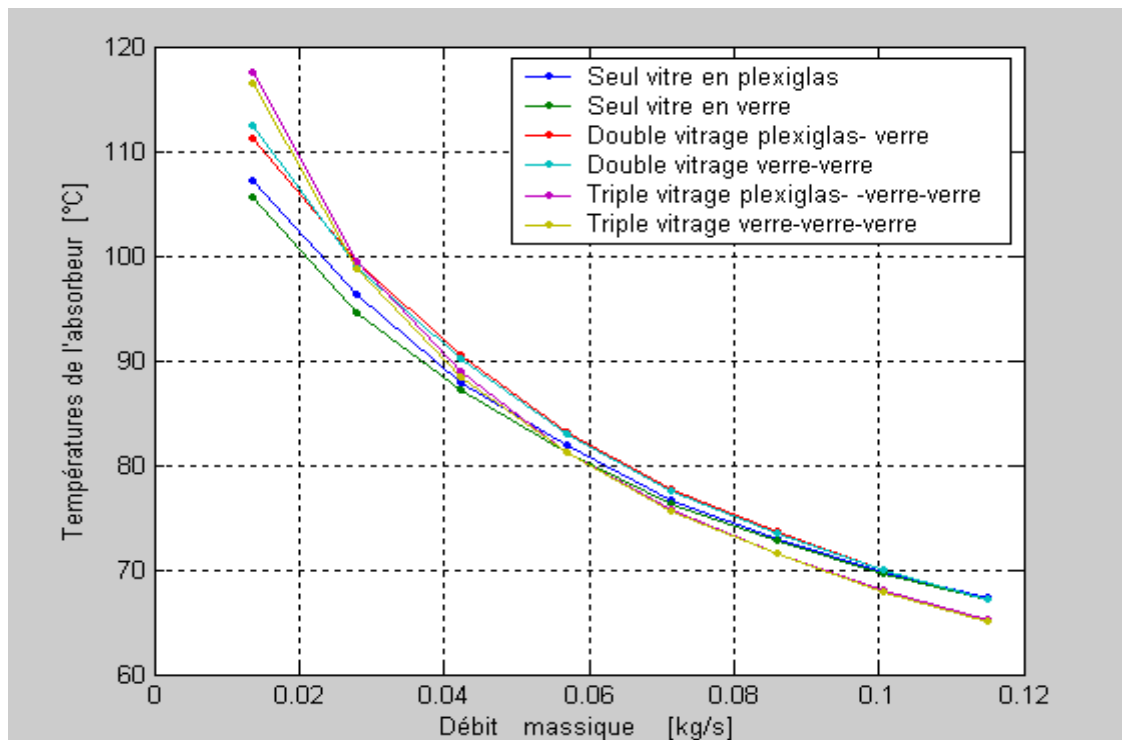
- Facteur d'émission de la vitre en verre ,  $\varepsilon_v = 0.93$
- Facteur d'émission de la vitre en plexiglas,  $\varepsilon_g = 0.86$
- Facteur de transmission de la vitre en verre et en plexiglas,  $\tau_v = \tau_g = 0.92$
- Facteur d'émission de l'absorbeur côté vitre,  $\varepsilon_{p-v} = 0.88$

**d)- caractéristiques optiques de l'absorbeur :**

- Facteur d'émission de l'absorbeur côté isolant,  $\varepsilon_{p-Al} = 0,95$
- Facteur d'émission de la plaque d'aluminium côté absorbeur,  $\varepsilon_{Al-p} = 0.52$
- Facteur d'absorbtion de l'absorbeur,  $\alpha_p = 0.97$

**e)- caractéristiques de fonctionnement du capteur :**

- Température de sortie du fluide,  $T_{sf}$  [°C].
- Température de la plaque absorbante,  $T_p$  [°C].
- Facteur d'efficacité local du transfert air-absorbeur,  $F'$  [%].
- Coefficient global caractérisant entre air-absorbeur,  $F_R$  [%].
- Rendement de capteur  $\eta$  [%]



**Figure. III-23 :** Effet du nombre de vitrage sur le température de l'absorbeur

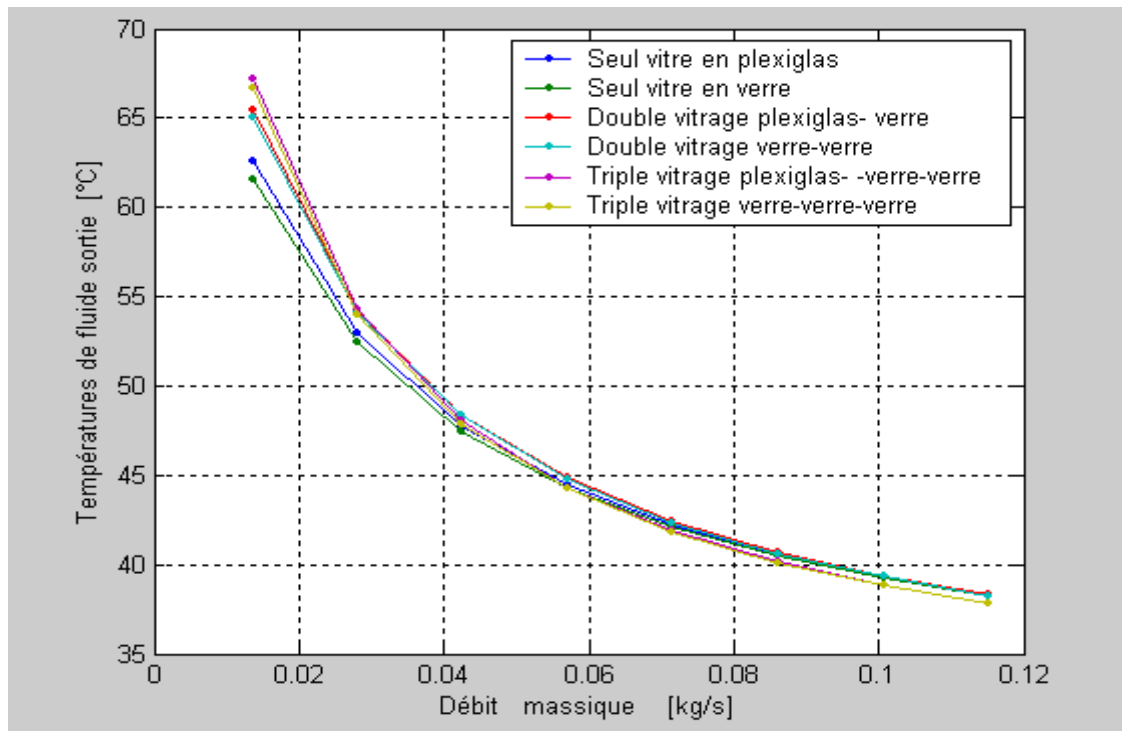


Figure. III-24 : Effet du nombre de vitrage sur la température à la sortie du fluide.

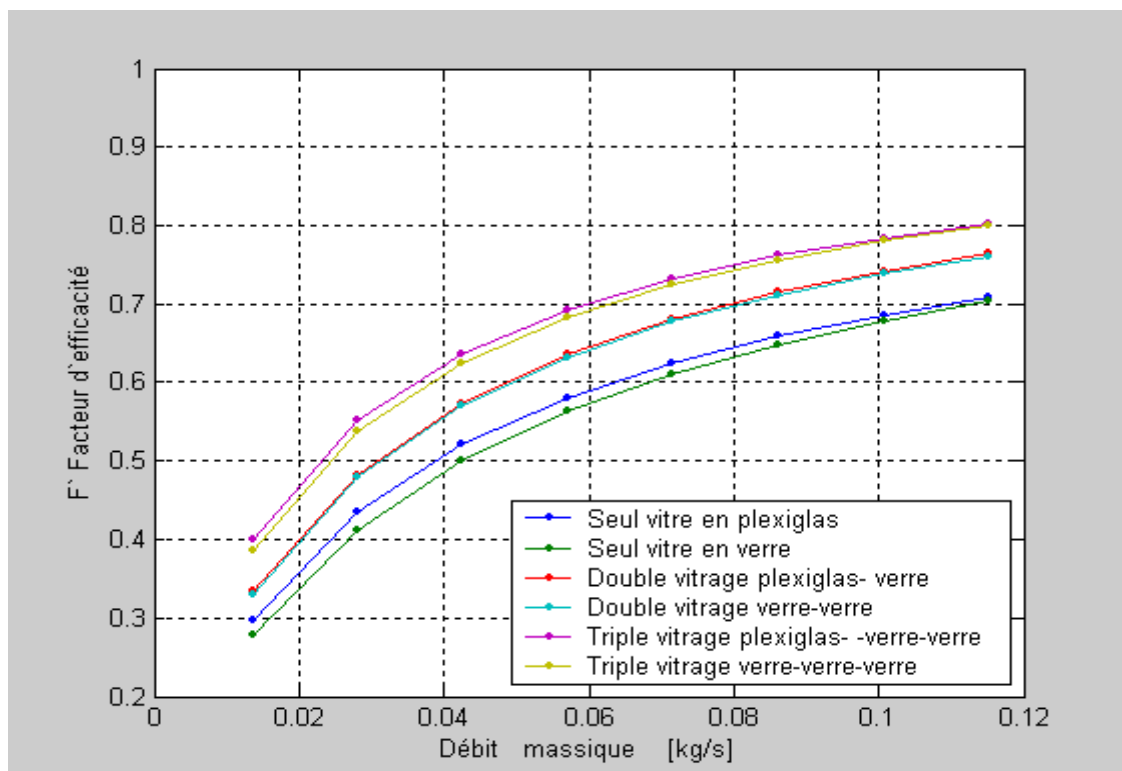


Figure. III-25 : Effet du nombre de vitrage sur le facteur d'efficacité de l'absorbeur ( $F'$ )

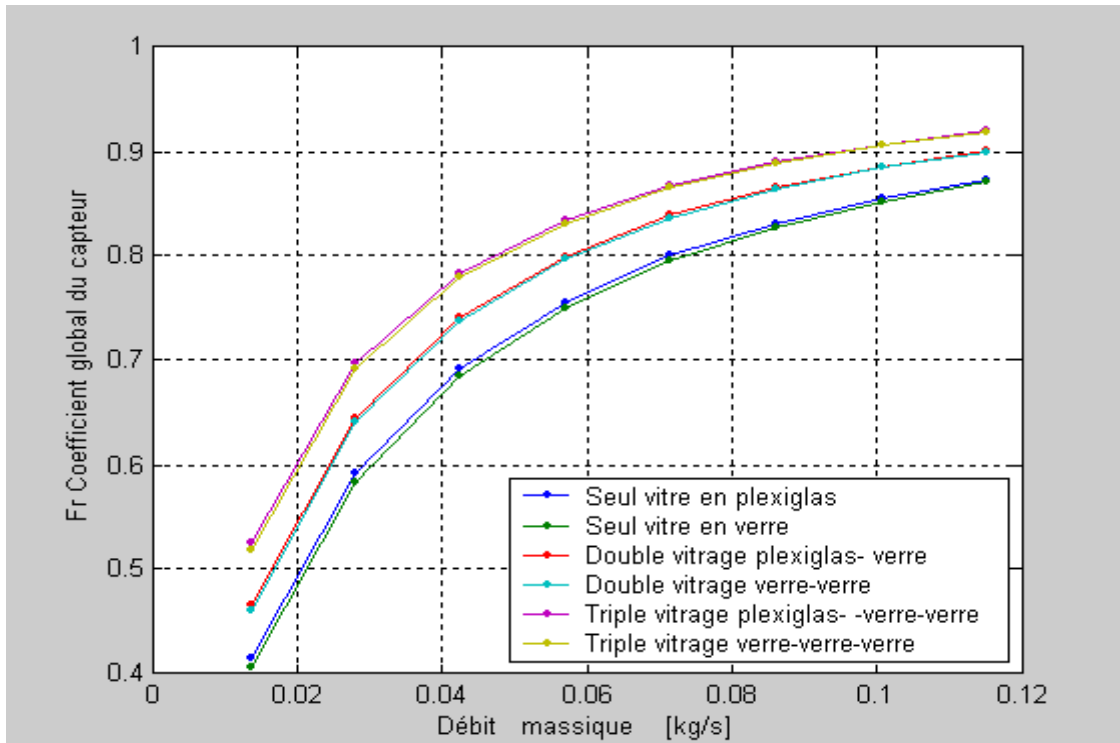


Figure. III-26 : Effet du nombre de vitrage sur le coefficient globale de conductance ( $F_R$ )

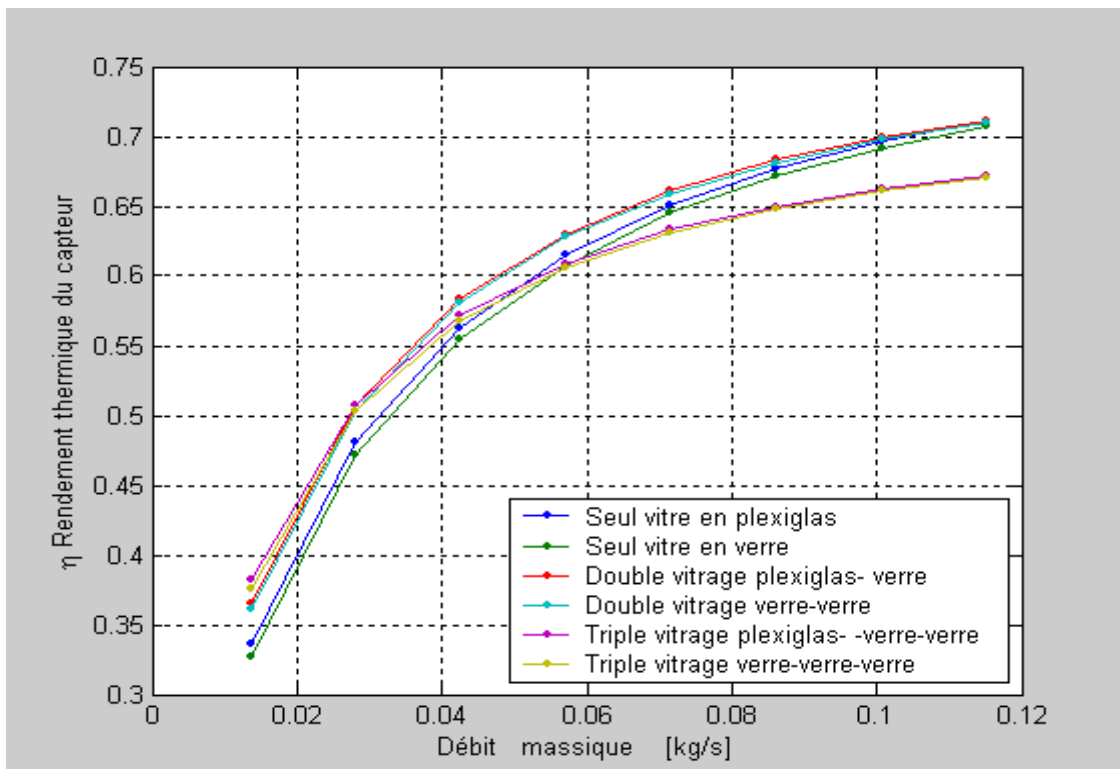
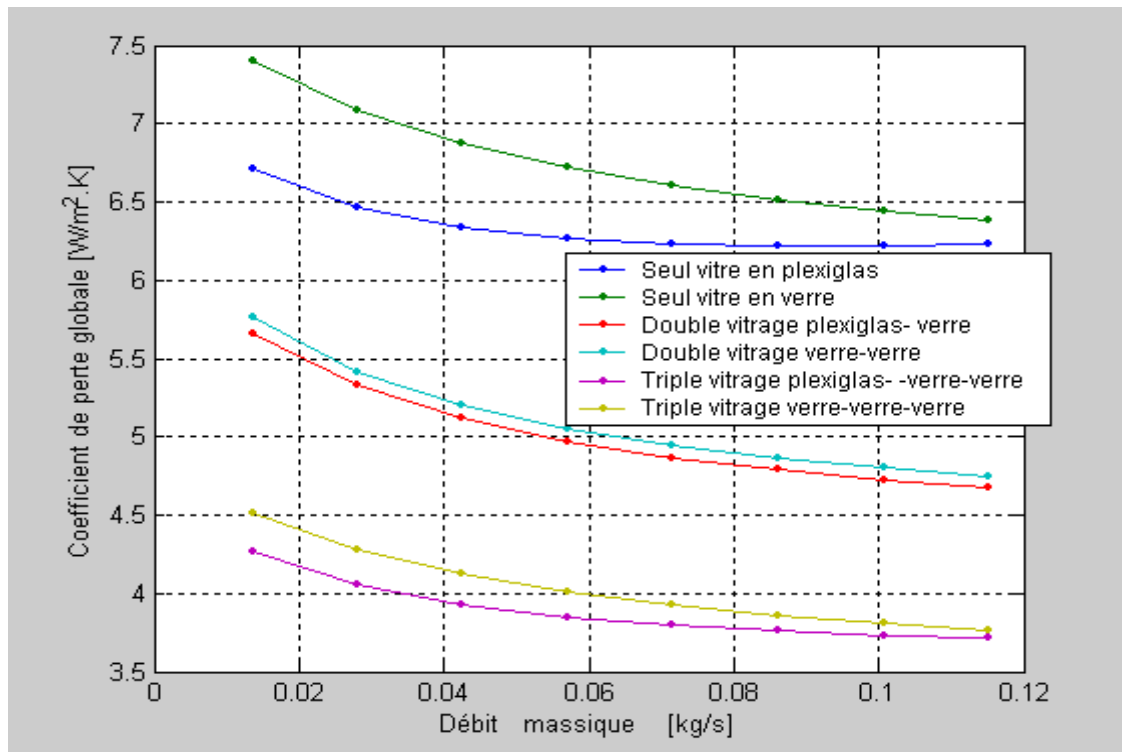


Figure. III-27 : Effet du nombre de vitrage sur le rendement thermique du capteur



**Figure. III-28 :** Effet du nombre de vitrage sur le coefficient globale des pertes thermiques

Pour le deuxième cas, on considère l'effet de l'épaisseur des couvertures transparentes en verre sur le rendement optique et thermique du capteur, relativement aux conditions de fonctionnement indiqués ci-dessous :

- Epaisseur de la lame d'air immobile,  $e_v = 0,025$  [m].
- Epaisseur de la veine d'air mobile,  $e = 0,030$  [m].
- Epaisseur de l'isolant situé à l'arrière du capteur,  $e_{is} = 0,10$  [m].
- Facteur d'émission de la vitre en verre,  $\epsilon_v = 0.93$
- Facteur d'émission de l'absorbeur côté isolant,  $\epsilon_{p-Al} = 0,95$
- Facteur d'émission de la plaque d'aluminium côté absorbeur .  $\epsilon_{Al-p} = 0.52$
- Facteur d'absorption de l'absorbeur .  $\alpha_p = 0.97$
- Facteur d'émission de l'absorbeur coté vitre .  $\epsilon_{p-v} = 0.88$
- Indice de réfraction du verre,  $n = 1,526$ .
- Coefficient d'extinction du verre,  $k_e = 30 \text{ m}^{-1}$

En introduisant le rendement optique exprimé par  $\eta_o = \tau_v \alpha_p$  (équation (II-50)), le rendement

thermique devient sous la forme :  $\eta = F_R \left( \eta_o - U_L \frac{(T_{fe} - T_a)}{I_g} \right)$

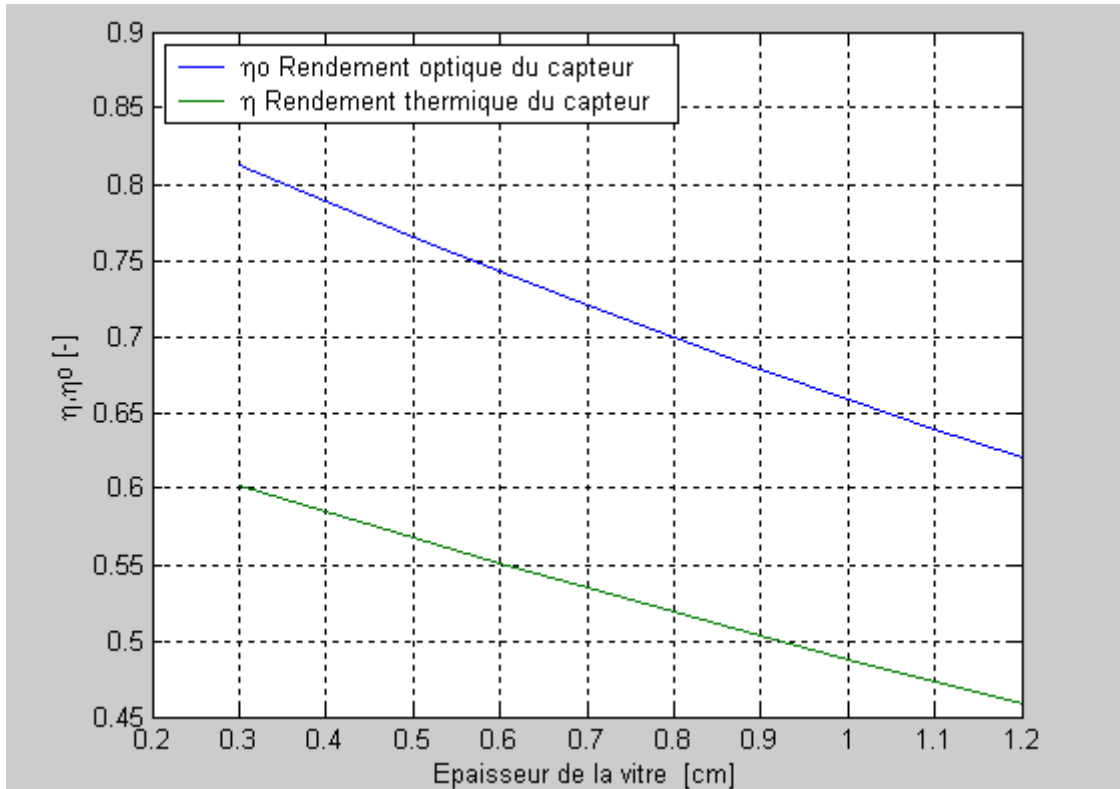


Figure. III-29 : Effet d'épaisseur des couverture transparente en verre sur le rendement ( $\eta$ ) thermique et le rendement optique ( $\eta_0$ ) du capteur.

#### III.4- Discussion et interprétation des résultats obtenus :

A partir de résultats graphiques obtenus par la simulation numériques des paramètre de conception sur les crières de performance, on conclut qu'il est clairement évident que la variation de la largeur du compteur n'a pas d'impact significatif sur les performances thermiques du compteur *Figure (III.1.à.4)* ceci est naturellement attendue puisque l'équation (II-29) qui exprime le coefficient de conductance du collecteur donnée par :

$$F_R = \frac{\dot{m}c_p}{AU_L} \left( 1 - \exp \left( -\frac{AU_L F'}{\dot{m}c_p} \right) \right)$$

En substituant le débit massique par sa valeur donnée par  $\dot{m} = \rho U_f e_f l_c$ , ou  $l_c$  n'est d'autre que la largeur du capteur, on aurait :

$$F_R = \frac{\rho U_f e_f c_p}{L_c U_L} \left( 1 - \exp \left( -\frac{L_c U_L F'}{\rho U_f e_f c_p} \right) \right)$$

Puisque  $F' = f(h_{c,p-f})$ ,  $h_{c,p-f} = g(D_h)$

D'autre part l'examen, du diamètre hydraulique exprimé par  $D_h = \frac{2 e_f l_c}{e_f + l_c} = \frac{2 e_f}{\frac{e_f}{l_c} + 1} \approx 2 e_f$  où  $e_f \ll l_c$ , montre que le facteur  $F_R$  est pratiquement indépendant de la variation de la largeur, le même raisonnement est obtenu lorsqu'on applique l'équation (II-24).

Une nette amélioration de la température du fluide est observée à la sortie du capteur, *Figure. (III-5)*, qui est enregistrée lorsque la longueur du capteur augmente (dans le sens longitudinale d'écoulement du fluide), ceci étant due par le fait que les échanges thermiques ont lieu entre l'absorbeur et le fluide au cours d'une longue distance parcourue dans le sens d'écoulement du collecteur, ce qui est aussi remarquable clairement sur la variation de la température de la plaque d'aluminium.

D'après l'équation (II-25) la température de fluide a la sortie est régit par l'équation :

$$\frac{T_{f_s} - T_a - \frac{\tau_v \alpha_p l_g}{U_L}}{T_{f_e} - T_a - \frac{\tau_v \alpha_p l_g}{U_L}} = \exp\left(-\frac{U_L l_c F' L}{\dot{m} c_p}\right)$$

Alors, il est remarquable que la variation de  $T_{f_s}$  est une loi exponentielle, tel que :

( $T_{f_s} = A + B \exp(-C L)$ ) qui dépend de la longueur du conduit utile ( $L$ ), ce qui est en parfait accord avec les courbes qui montre l'évolutions des températures

Ainsi l'augmentation de la longueur du capteur est d'importante influence sur la température de l'absorbeur *Figure(III-5)*, cette influence corresponde à une augmentation des échanges thermiques par convection avec l'extérieur en obéissant à l'équation décrite par ( $Q_p = U_L S (T_p - T_a)$ ), mais comme la température de l'absorbeur augmente et la surface d'échange aussi, selon l'augmentation de la longueur, d'autre part les pertes seront considérables en résultant des deux élévations susmentionnées.

Une dégradation remarquable dans les variations de ( $F'$ ,  $F_R$  et  $\eta$ ) en général *Figure.(III-6)*, pourtant que le coefficient d'échange global  $U_L$  montre une augmentation apparemment linéaire en fonction de la variation de la longueur du capteur *Figure.( III-8)*,

La variation progressive de la valeur de la hauteur du canal mène à des variations plus ou moins modérées des températures de l'absorbeur, du vitre, et celle de la plaque d'aluminium mais, le changement sera considérable en ce qui concerne la température du fluide à la sortie et à l'intérieur du capteur *Figure.(III-9)*, ce changement est défavorable puisque qu'il constitue une diminution dans la température du fluide causée par la régression du coefficient d'échange dans le canal.

Comme  $\frac{T_{fs}-T_a-\frac{\tau_v\alpha_p l g}{U_L}}{T_{fe}-T_a-\frac{\tau_v\alpha_p l g}{U_L}} = \exp\left(-\frac{U_L L_c F' L}{\dot{m} c_p}\right)$  donc  $T_{fs} = \alpha + \beta \exp\left(-\gamma \frac{F'}{\dot{m}}\right)$  où  $F' = f(h_{c,p-f}(e_f))$

et  $\dot{m}$  contient le terme  $e_f$ , donc la diminution de  $h_{c,p-f}(e_f)$  implique une diminution de  $F'$  et par conséquent  $\frac{F'}{\dot{m}}$  suit la diminution de la température  $T_{fs}$ .

Les courbes de la puissance *Figure.(III-11)*, montrent que la puissance perdue diminue graduellement jusqu'à une valeur critique de  $210 \text{ W/m}^2$ , à la valeur de la hauteur du canal  $e_f = 40 \text{ mm}$  puis elle reprenne l'augmentation progressive, tant que la puissance utile présente un comportement contraire à ce que déjà mentionné, et voit une valeur maximale à  $e_f = 40 \text{ mm}$  de  $593 \text{ W/m}^2$ , on conclue qu'une meilleure valeur de la hauteur du canal dans le cas de ce capteur étudié ne doit pas dépasser  $40 \text{ mm}$ .

Sur la *Figure.(III-10)*, on remarque que le rendement thermique  $\eta$  et  $F_R$  présente une allure similaire aux courbes déjà commentées avec des valeurs maxima à  $40 \text{ mm}$ , mais  $F'$  diminue à cause de sa dépendance ( variation en fonction de  $h_{c,p}$  et  $U_L$  ) aux coefficients dont la baisse de sa valeur et clairement évidente sur les *Figures.(III-10 et 12)* en fonction des valeurs de la hauteur du canal.

Si on augmente l'épaisseur de la lame d'air on n'aperçoit pas de grand changement sur la température du fluide dans le capteur à la sortie et la température de l'absorbeur et la température de la plaque d'aluminium, après le seuil de  $7 \text{ mm}$ , malgré qu'avant ce seuil la variation soit modeste *Figure.(III-13)*, alors la température de la vitre est sensiblement touchée par l'augmentation de l'épaisseur de la lame d'air, et elle montre une valeur extrême (maximale) à  $7 \text{ mm}$  puis elle diminue avant qu'elle reprenne sa progression lente . Ceci est une conséquence de la dépendance entre la température de la vitre et l'épaisseur de la lame d'air ( $e_v$  est un paramètre principale pour  $T_v$ )

La courbe de la puissance perdue *Figure.(III-15)* présente aussi une baisse suivant la variation de  $e_v$  jusqu'à atteindre la valeur critique de  $e_v = 7 \text{ mm}$ , puis elle restitue son augmentation, ainsi elle diminue juste après qu'elle dépasse le seuil de  $10 \text{ mm}$ , à savoir qu'une bonne valeur de l'épaisseur de la vitre pourra situer dans l'intervalle de  $7 \text{ mm}$  dans ce cas d'étude, il en résulte aussi que la puissance utile comporte d'une façon similaire mais en sens inverse et voit sa valeur maximale à  $7 \text{ mm}$ .

Les courbes des performances thermiques en général présentent des comportements identiques avec des valeurs maximales à  $e_v = 7 \text{ mm}$  *Figure.( III-14)* alors les courbes du coefficient de perte globale donnent une explication de l'existence des valeurs extrêmes des variations des :



températures motionnées, des coefficients de performances et des puissances à l'épaisseur critique ( $e_{vcr}=7$  mm), sachant que les calculs ont été effectués avec la corrélation de (Holands) [7], dans la *Figure. (III-16)*, ou on a tracé aussi la courbe du coefficient de perte global calculé avec la corrélation de (J. Bernard) [8] pour mettre en évidence la différence entre les deux relations, cette différence est nulle dans la zone situant avant l'épaisseur critique ( $e_{vcr}=7$  mm) puis elles se différencient après cette zone. Ce qui nous conduit à conclure que l'épaisseur optimale qu'on peut adopter entre l'absorbeur et la vitre soit de 7 mm, ceci est en accord avec la littérature [5].

En inspectant les équations de (II-32 et 39) on remarque que  $e_v$  a un impact direct sur le nombre de Grashoff  $G_r$  et le nombre de Rayleigh  $R_a$ , puis sur le coefficient d'échange convectif entre l'absorbeur et la vitre  $h_{c,p-v}$  et en conséquence sur  $U_L$ , le coefficient global des pertes thermiques, ce dernier a un effet sur  $Q_p$  flux perdu par la paroi absorbante .

D'autre part, lorsqu'on augmente l'épaisseur de l'isolant, les paramètres de performances thermiques sont améliorées, jusqu'à une certaine valeur entre 10 et 15 cm, qui contribuent à une diminution des pertes thermiques, qui se stabilisent et deviennent presque monotones *Figure.(III-17)*, *Figure.(III -18)*, *Figure. (III -19)* et *Figure. (III -20)*.

A partir des équations (II,45) et (II,30) on constate qu'une augmentation la valeur de  $e_{is}$  mène à une augmentation de la résistance thermique de la face inférieure (arrière) du capteur .

Il en résulte que pour avoir de bonnes performances on doit réduire les échanges thermiques par au niveau de face inférieure (côté arrière)

À travers le *Tableau III-1*) qui montre clairement que les traitements chimiques et électriques des surfaces de certains métaux qui composent l'absorbeur ont un grand impact sur le phénomène d'absorption vis-à-vis du rayonnement solaire, la chaleur perdue se trouve également réduite davantage en présence des métaux purs et qui sont peintes en noir.

L'augmentation du rendement *Figure.(III -27)* est dû au réchauffement du fluide caloporteur, ceci est due à l'emprisonnement thermique (effet de serre entre la couverture transparente et l'absorbeur), d'autre part l'augmentation du nombre de couvertures transparentes *Figure.(III -28)* en double vitrage et triple vitrage permet de diminuer les pertes thermiques et en occurrence d'augmenter l'énergie utile récupérée par le fluide caloporteur.

L'épaisseur de la vitre engendre une diminution du rendement thermique et optique du capteur telle qu'il est montré sur la *figure (III-29)* avec des variations linéaires apparentes dans l'intervalle étudié de l'épaisseur de la vitre .