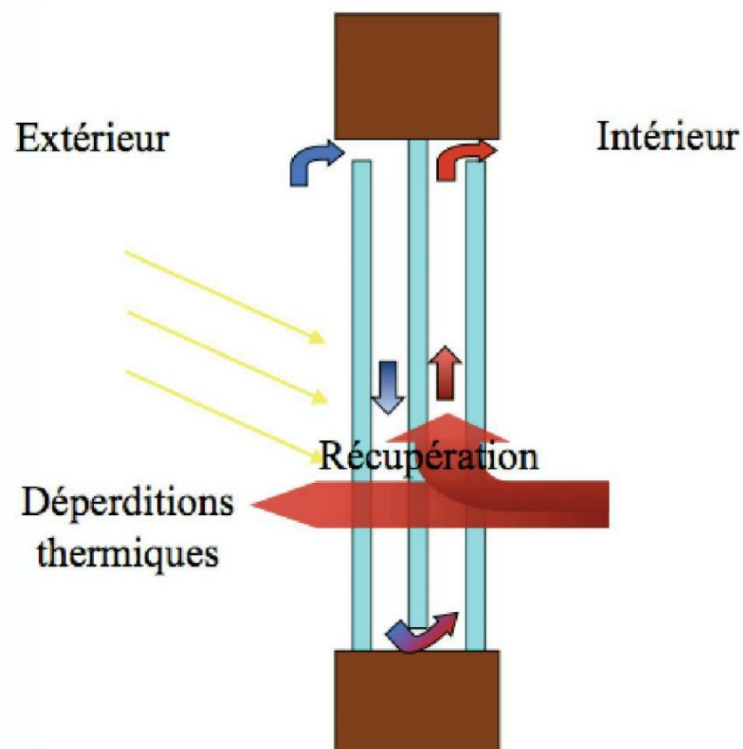


13/06/2017

# FENETRE PARIETO-DYNAMIQUE



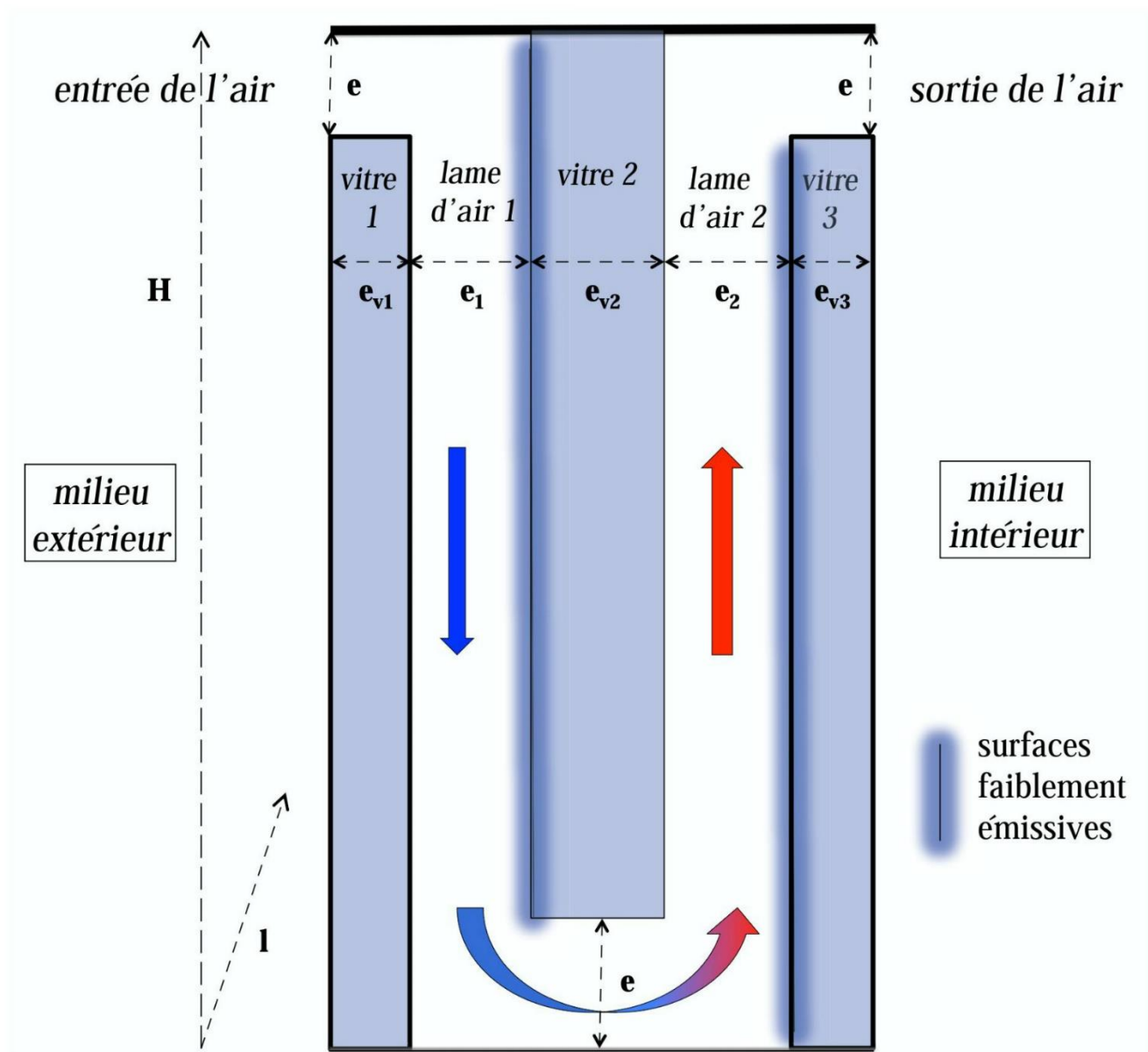
Réalisé par : HAMITI MEROUANI Khalil

# PROBLEMATIQUES

- Quels sont les paramètres conditionnant les performances de la fenêtre?
- Quelles sont les caractéristiques de l'écoulement ?

## ➤ Hypothèses :

- les entrées et sorties d'air ont la même largeur  $e$  que les vitrages.
- les surfaces horizontales sont considérées adiabatiques.



# Performances de la fenêtre

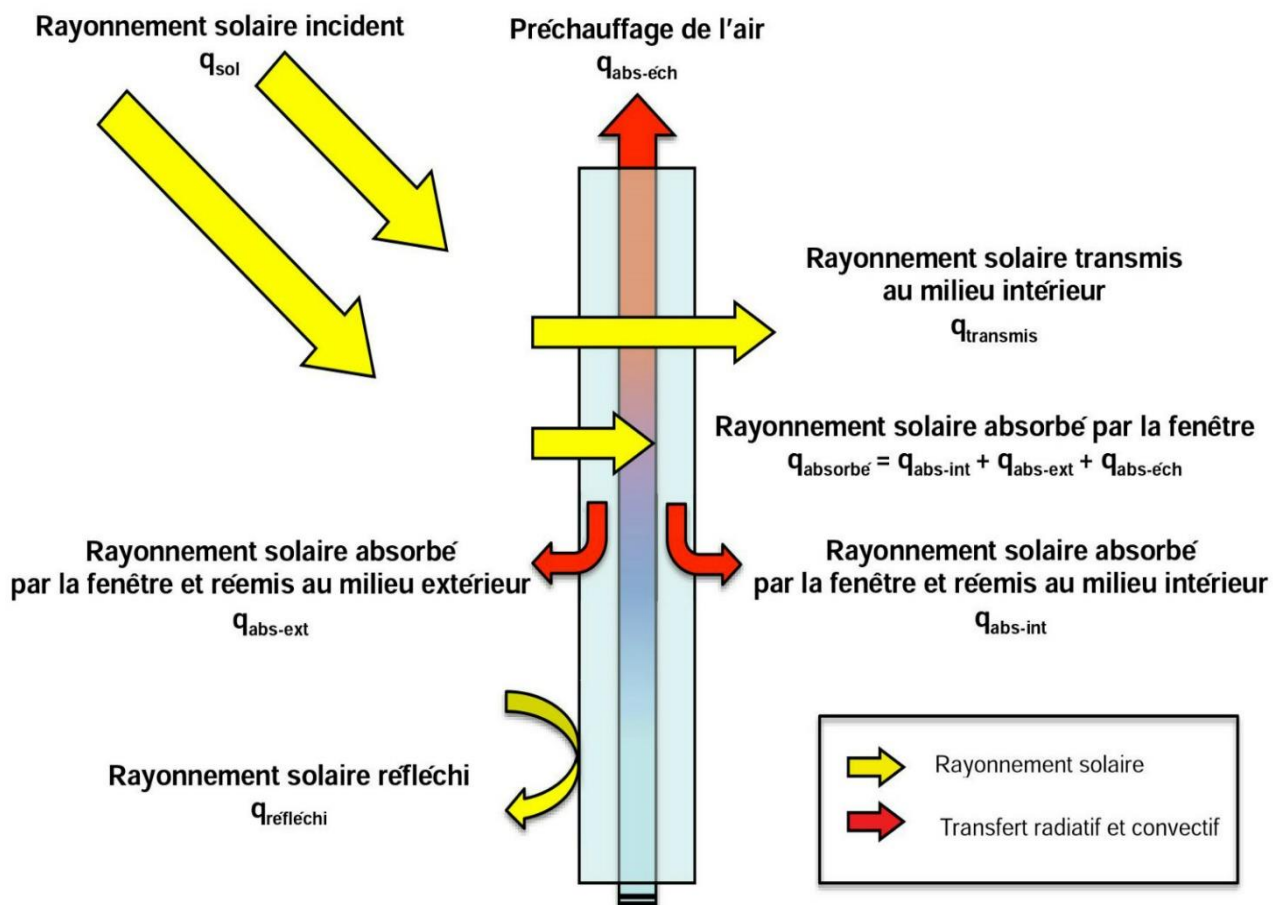
- Les coefficients de transmission de chaleur U :

Le coefficient U caractérise la transmission de chaleur à travers une paroi et s'exprime en Watt par mètre carré Kelvin. C'est le rapport entre la densité de flux traversant la fenêtre et la différence de température entre les environnements intérieur et extérieur.

$$U_g = \frac{1}{\frac{1}{h_{ext}} + \sum_{i=1}^N \frac{e_{Vi}}{\lambda_{Vi}} + \sum_{i=1}^{N-1} \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_{int}}}$$

- Les coefficients de gain solaire :

Ces coefficients mesurent la capacité d'une fenêtre à laisser passer le rayonnement solaire.



$$g = \frac{q_{transmis} + q_{abs-int} + q_{abs-éch}}{q_{sol}}$$

## ● Influence de débit d'air :

Le débit d'air est identifié comme l'un des principaux paramètres conditionnant les performances d'une fenêtre ventilée. Pour un dispositif donné, l'augmentation de la vitesse d'air aboutit à une diminution de la température moyenne de la fenêtre. On observe alors les phénomènes suivants :

- Les déperditions thermiques entre la fenêtre et l'environnement extérieur diminuent.
- Le flux de chaleur entre la fenêtre et l'environnement intérieur augmente.
- Le flux de chaleur récupéré par l'air augmente tandis que la température de l'air en sortie de fenêtre diminue.

## ● Influence-du-rayonnement-solaire :

Une des particularités de la fenêtre est qu'elle permet de valoriser les apports solaires. On peut désormais se poser la question de l'impact d'un écoulement d'air sur ces apports. Les différentes recherches s'accordent sur ces différents points :

- L'écoulement d'air ne dégrade pas les apports solaires directement transmis à l'environnement intérieur.
- Par rapport à une fenêtre conventionnelle, l'écoulement d'air permet de récupérer une partie plus importante des apports solaires absorbés par les vitrages.
- Plus le rayonnement solaire est intense, plus la température de l'air en sortie de fenêtre est élevée

# Etude de l'écoulement

- Régime dynamique :

Rappelons que pour un conduit de section rectangulaire, on considère que l'écoulement est laminaire si le nombre de Reynolds reste inférieur à 2300. Le nombre de Reynolds est défini de la façon suivante :

$$Re = \frac{\rho U D_h}{\mu}$$

Où  $D_h$  est le diamètre hydraulique et  $U$ , la vitesse moyenne du fluide. Dans notre étude, le diamètre hydraulique vaut 2 fois la distance entre les parois.

- Profil de vitesse en régime dynamique développé – écoulement de HagenPoiseuille :

Plaçons-nous dans un repère cartésien bidimensionnel et considérons les équations de Navier-Stokes :



$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

$$\rho \left( u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} \right) = -\frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

$$\rho \left( u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right)$$

En première approximation, on peut supposer que la vitesse radiale  $v$  est nulle. L'équation de continuité donne alors :

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 0$$

Pour les deux autres équations, on obtient :

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$$

$$\frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

Ceci nous amène au système suivant :

$$u = u(y)$$

$$p = p(x)$$

$$\frac{dp}{dx} = \alpha \frac{d^2 u}{dy^2}$$

Après intégration, on obtient le profil parabolique de la vitesse  $u$  :

$$u(y) = \frac{e^2}{8\alpha} \left( -\frac{dp}{dx} \right) \left( 1 - \left( \frac{y}{e/2} \right)^2 \right)$$

Etablissons la relation entre la vitesse maximale  $u_{max}$  et la vitesse moyenne  $U$  (ou vitesse débitante):

$$u_{max} = u(0) = \frac{e^2}{8\alpha} \left( -\frac{dp}{dx} \right)$$

$$U = \frac{1}{e} \int_{-e/2}^{e/2} u(y) dy = \frac{e^2}{12\alpha} \left( -\frac{dp}{dx} \right)$$

On a ainsi :

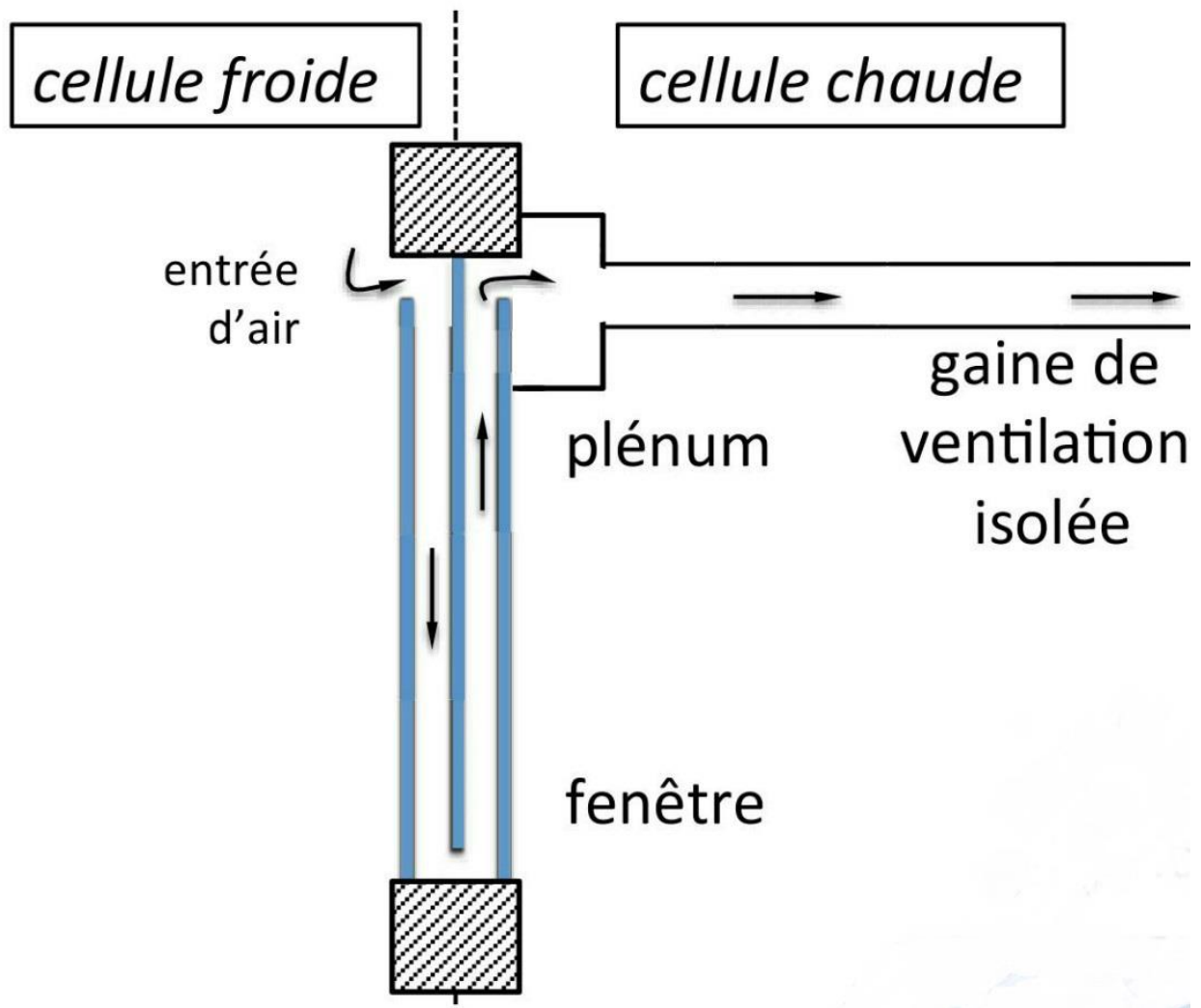
$$u_{max} = \frac{3}{2} U$$

## ● Régime thermique :

On considère que le régime dynamique est établi lorsque le profil de vitesse n'évolue plus. Pour le régime thermique, on ne peut pas utiliser les mêmes considérations car tant que l'on injecte de l'énergie dans le fluide en mouvement, le profil de température continuera d'évoluer. On utilise donc une température adimensionnée définie de la façon suivante :

$$\theta = \frac{T_s(x) - T(x, y)}{T_s(x) - T_m(x)}$$

# ETUDE EXPERIMENTALE



- Résultats expérimentaux :

Les essais expérimentaux présentés ici sont réalisés pour trois valeurs différentes de débit d'air. Le climatiseur de la cellule froide n'est pas utilisé car il génère au sein de la cellule, des mouvements d'air indésirables. La température de la cellule froide qui n'est donc finalement pas contrôlée est d'environ 20°C. Quant à la température de la cellule chaude, elle est fixée à environ 40°C de façon à obtenir une différence de température de 20°C entre les deux cellules. Durant les essais, la température de l'environnement extérieur aux cellules est d'environ 16°C.

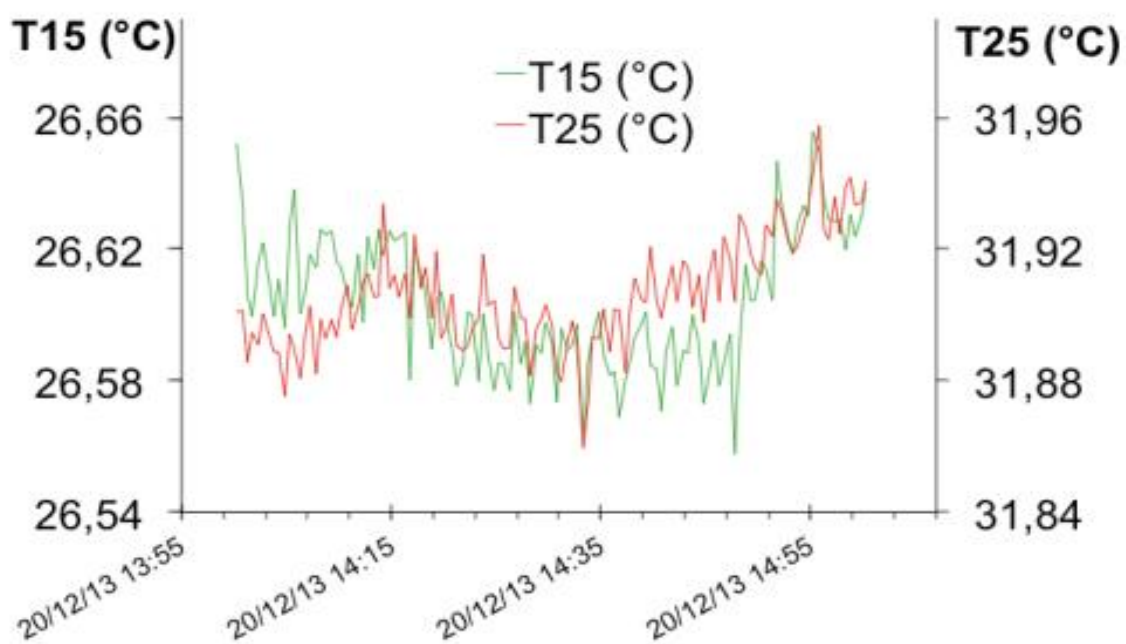


Figure V. 3 : Variations des mesures de température au cours de l'acquisition

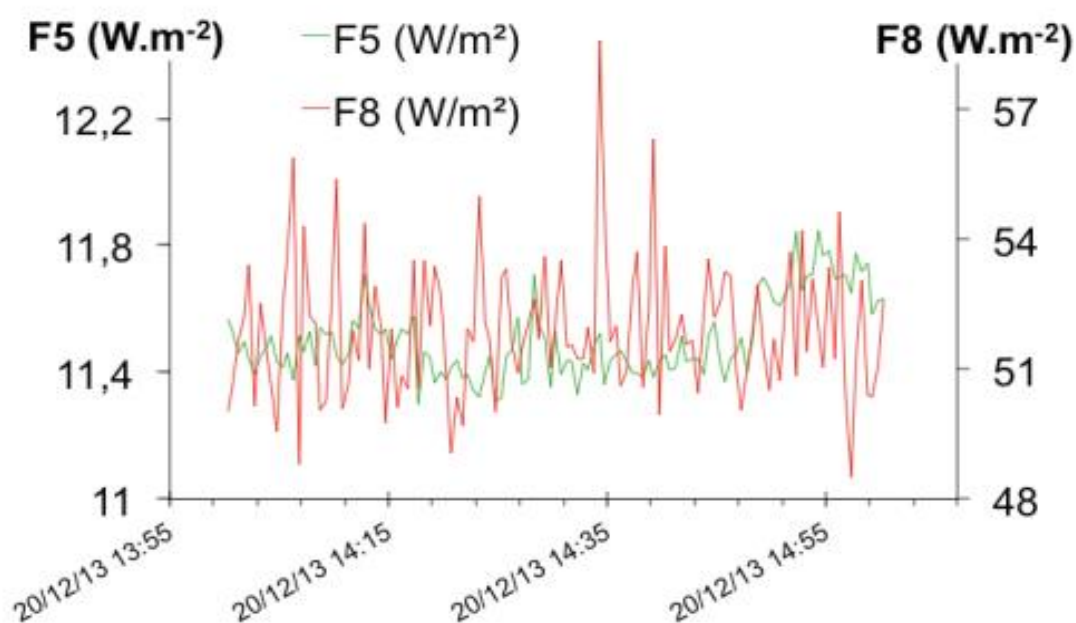


Figure V. 4 : Variations des mesures de flux au cours de l'acquisition