

RAFRAÎCHISSEMENT PASSIF DU BÂTIMENT PAR LA GÉOTHERMIE

Saida Baâli, Rafik Bensalem, Aicha Boussoulim et Nakhla Bencheriet

I. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

- Cette recherche aborde du point de vue expérimental – Analytique – simulation :
 - la performance thermique d'un dispositif existant de refroidissement passif par géothermie peu profonde.
 - L'évaluation de degré du confort thermique
- Tout en essayant :
 - d'identifier les paramètres influents l'efficacité de ce système
 - de déterminer les limites et les pertinences de son utilisation

II. DISPOSITIF ÉTUDIÉ

- Dérivé et inspiré du système d'irrigation « la foggara ».
- Formé d'une série de trois puits reliés entre eux par une galerie souterraine.
- Similaire au « puits canadiens »

III. FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF

- fonctionnement du système suivant un circuit ouvert :
 - Air chaud et sec rentre par le puits (A) refroidi et humidifié le long de la galerie souterraine
 - soufflé à l'intérieur du bâtiment au niveau du sous-sol à travers le puits (C) et au RDC à travers le puits (B)
 - Air chaud est évacué vers l'extérieur à travers des orifices qui s'inscrivent au niveau mur N-E

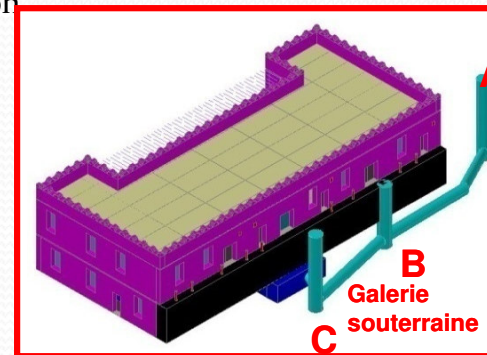


Figure 1 : dispositif du refroidissement de centre des recherches sahariennes beni Abbès, Bêchar.

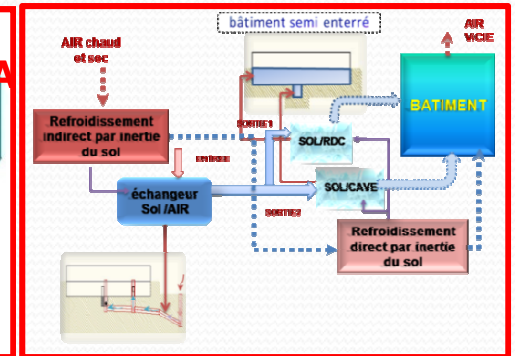


Figure 2 : fonctionnement actuel du système

IV. MÉTHODOLOGIE

- étude la performance de ce système passif de rafraîchissement est structuré notre travail en trois étapes :

1. Méthode expérimentale basée sur des mesures in situ des paramètres climatiques

- Dans cette optique deux campagnes de mesure ont été effectuées :
 - La 1^{ère} allant du 12 au 19 juillet :
 - La 2^{ème} entre 04 et 10 octobre: consistant à mesurer les paramètres climatiques du confort selon des scénarios définis.

	protocole		Paramètres mesurés	Type de mesures	objectif
	jour	nuit			
Campagne I	Bâtiment fermé & utilisation de l'extracteur	Bâtiment non ventilé	<ul style="list-style-type: none"> température moyenne de l'air Température de surface 	Discontinues chaque 3 heures/ durée de 3 jours	<ul style="list-style-type: none"> Evaluer le rondement du système en mode continu Evaluer le confort thermique
Campagne II	Scénario 1	Bâtiment ventilé	<ul style="list-style-type: none"> température de l'air Température de surface Humidité relative de l'air Vitesse de l'air 	Continues/ durée de 24h	<ul style="list-style-type: none"> Evaluer l'effet de l'utilisation contenue (jour et nuit) de l'extracteur d'air Evaluer l'effet de la ventilation nocturne
	Scénario 2	Bâtiment ventilé		Continues/ durée de 24h	

2. Méthode analytique

- Calcul de la température de l'air à la sortie du système en fonction de la longueur, en utilisant un modèle analytique développé par le laboratoire du génie mécanique de l'université Mohamed khidar, Biskra.
- Les résultats obtenus seront comparés avec ceux obtenus expérimentalement.

3. Simulation

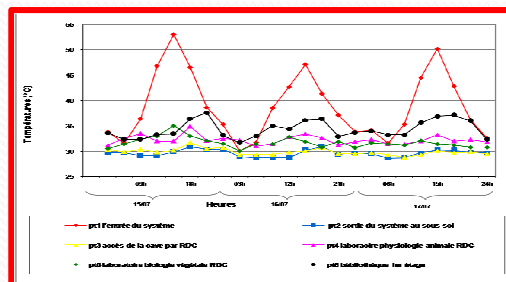
- à l'aide du logiciel GAEA dans le but d'optimiser sa performance et de déterminer la conception adéquate qui permet d'établir un degré du confort.

V. RÉSULTATS ET CONCLUSIONS

mesures in situ

1- 1^{ÈRE} CAMPAGNE

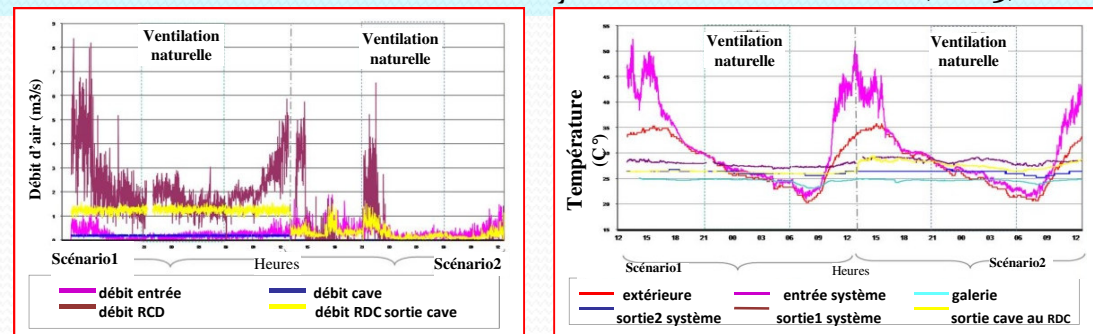
- ✓ Echange effectif calculé est de **79,3% en juillet**
- ✓ Puissance de refroidissement du système est élevée **17 à 23°C en juillet**



Graphes des Températures de l'air prises entre 15 et 17 Juillet

2- 2^{ÈME} CAMPAGNE

- ✓ Échange effectif calculé est de **87,3%**
- ✓ Puissance de refroidissement du système est élevée est de **18,1 à 25,6°C**



Graphes des températures de l'air et graphes des débits de l'air prises entre 04 et 06 octobre

- ✓ Utilisation de ce système couplé à un extracteur d'air permet d'augmenter la capacité de refroidissement et de stabiliser plus les fluctuations des températures intérieures
- ✓ Addition de refroidissement par convection « la ventilation nocturne » permet d'optimiser le rendement du système mais cela dépend de la direction et la vitesse du vent.

Calcul analytique

- $L=30,80\text{ m}$ l'écart maximum (T° entrée - T° sortie) est important environ $22,3\text{ }^\circ\text{C}$ (la 1^{ère} sortie du système).
- $L > 30,80\text{ m}$, la température continue à chute dont on a calculé un écart de $25,96\text{ }^\circ\text{C}$ à $L=44,89\text{ m}$ (2^{ème} sortie du système).

En comparant les courbes de températures mesurées et les températures calculées :

➤ Pour $L=44,89\text{ m}$:

- $36,8^\circ\text{C} \leq T_{ae} \leq 48,7^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C} < \Delta T \leq 2\text{ }^\circ\text{C}$.
- $T_{ae} \geq 48,7^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T \leq 0\text{ }^\circ\text{C}$

➤ Pour $L=30,80\text{ m}$:

- $35,6^\circ\text{C} \leq T_{ae} \leq 44,3^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C} < \Delta T \leq 2\text{ }^\circ\text{C}$.
- $T_{ae} \geq 44,3^\circ\text{C} \rightarrow \Delta T \leq 0\text{ }^\circ\text{C}$

Cet écart est dû au modèle analytique qui considère l'échange thermique se fait en régime stationnaire et le sol est homogène.

Simulation

➤ 15 Juillet à 15H :

$L=33,80\text{ m}$ l'air est refroidi jusqu'au $33,0\text{ }^\circ\text{C}$ et sa température continue à baisser jusqu'au $31,7^\circ\text{C}$ pour $L=44,89\text{ m}$.

➤ 04 Octobre à 15H :

$L=33,80\text{ m}$ l'air est refroidi jusqu'au $29,4\text{ }^\circ\text{C}$ et sa température continue à baisser jusqu'au $28,5^\circ\text{C}$ pour $L=44,89\text{ m}$.

VI. CONCLUSION

Les résultats expérimentaux, analytiques et simulés montrent que ce système permet :

- ✓ des écarts significatifs entre la température de l'air à l'entrée du système et de ses deux sorties
- ✓ la température de l'air continue à chuter avec la longueur de l'échangeur et le régime thermique est loin d'être établi.
- ✓ le dispositif présenté pourra être amélioré par ajustement de composants de dispositif lui-même, telle que sa longueur et le nombre des conduits, afin d'augmenter sa capacité de refroidissement et de stabiliser plus les fluctuations des températures intérieures.

- ❖ **le modèle optimisé** : un réseau de 3 tronçons, formé de 3 tubes $L=150\text{ m}$ et 5 m d'espacement. Le diamètre interne du tube est de $0,75\text{ m}$; l'ensemble est placé à une profondeur de 5 m et à 4 m de distance du bâtiment.
- ❖ Ce dispositif permet d'obtenir une température d'air de $22,6\text{ }^\circ\text{C}$ à la sortie, le 15 Juillet à 15h.