



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA 1

FACULTE DE TECHNOLOGIE

MEMOIRE

Présenté au Département des ENERGIES RENOUVELABLES

Par : lamrous abedennour

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER EN ENERGIES RENOUVELABLES

OPTION : Energie Renouvelable et habitat Bioclimatique

THEME

Etude expérimentale d'un échangeur air/sol puits canadien pour le chauffage et rafraichissement des habitats

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Mr. Pr

Président

Mr MAA

Examineur

Mme. MAB

Examinatrice

Mr. Pr

Promoteur

2017– 2018

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation d'un mémoire de master en énergie renouvelables, option

ENERGIES RENOUVELABLES ET HABITAT

BIOCLIMATIQUE au Département des énergies

renouvelables de l'université Saad Dahlab de Blida

En premier lieu, je tiens à remercier mon Dieu, mon créateur

pour M'avoir donné la force pour accomplir ce travail.

J'exprime toutes MES profondes reconnaissances à mon

encadreur lafri DJ non seulement pour l'honneur qu'il

me fait d'avoir accepté de diriger ce travail, mais aussi pour

sa patience, ses conseils judicieux et sa compréhension.

Je remercie également tous les professeurs du département

des énergies renouvelables.

Aux membres du jury. Pour leur entière disposition, qui nous

ont fait l'honneur d'examiner ce travail et de le juger.

En fin j'exprime mes vifs remerciements à mes parents, mes deux frères et ma grand

mère qui mourir depuis 7 mois et l'autre ma grand mère

et j'ai n'oubli pas M DOYEN et votre équipe et surtout mes amis et mon frère talbi

ainsi que toute ma famille et mes proches. ami Salah ; hamza et ismail D.

MECANIQUE et Azzedine ; sadak et Gobi , Bilel et amine, ayoub et la promo 2018

et groupe PV et thermique et morsli et bechou , hamid ch; mouhamed et bien sur mon équipe habitat

bioclimatique; l'équipe de hélios ; le département d'architecture Car ils

n'ont cessé de me soutenir et de m'encourager pendant toute

la période de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

- à mes parents qui m'ont soutenu durant toutes ces années

d'études et qui

ont été toujours présent pour me pousser vers toujours plus

d'efforts ;

-, mes frères ;

- à tous les membres de ma grande famille Lamrous

- à mes amis (frères et sœurs) du groupe énergies

renouvelables pour les deux spécialité et surtout habitat

bioclimatique :Mohamed, Zaki, Hamid,

Brahim, Dhiaa, Souhil et MORSLI; bechou , bilell , amine

;ayoub, nouar mais sœur de l'habitat et de

département physique.

- A tous ceux qui m'ont assisté et soutenu

dans mes études.

Introduction générale

Un échangeur air-sol également connu sous les noms de puits canadien ou puits provençal, ou encore plus récemment, puits climatique, est un échangeur géothermie à très basse énergie utilisé pour rafraîchir ou réchauffer l'air ventilé dans un bâtiment .L'échangeur air-sol consiste à alimenter un bâtiment en air en le faisant circuler auparavant dans un conduit enterré, qui selon les conditions climatiques le refroidit ou le préchauffe en utilisant l'inertie thermique du sol. L'air sert de fluide caloporteur tandis que le tube sert d'échangeur thermique tout en canalisant l'air jusqu'au bâtiment .Le puits provençal, bien que principalement utilisé comme système de rafraîchissement naturel, peut être également utilisé l'hiver pour préchauffer l'air entrant ou pour maintenir hors gel une habitation. Il en est de même du puits canadien.

dans ce travail on a intéressait a l'étude expérimentale d'un échangeur air/sol <puits canadien > pour le préchauffage et rafraichissement des habitats.

- Ce mémoire est structuré en quatre chapitres suivants:
- Le premier chapitre introduire quelques notions indispensables pour la compréhension d'un système échangeur air-sol comme : généralité sur l'échangeur air-sol, principes et modes, énergie géothermique ; Ce chapitre se termine par revue bibliographique sur l'échangeur air-sol.
- Le deuxième chapitre on explique la réalisation de système <échangeur air/sol>; définir le site; différent profondeur <montage> .
- Dans le troisième chapitre, nous nous intéressons a l'étude expérimentale .
- dans le quatrième chapitre on donne les résultat et discussion

Introduction générale

résume:

المبادل الحراري الأرضي هو نظام لتبريد أو تسخين الغرف التي تستهلك القليل من الطاقة وتستخدم القصور الحراري على الأرض. في هذه الدراسة ، قمنا بتقييم إمكانات استخدام ما يسمى الطاقة الحرارية الأرضية السطحية والتكنولوجيا المناسبة لاستغلالها من خلال تحديد التغيرات في درجة حرارة التربة في أعماق مختلفة ، كما أظهرنا تباين درجة الحرارة يدخل الهواء منتصف مخرج المبادل كدالة للوقت ، مع الأخذ بعين الاعتبار التدفق الدائم لسائل نيوتروني وغير قابل للضغط في أنبوب من القسم الأسطواني.

الكلمات المفتاحية: الطاقة - الطاقة الحرارية الأرضية - درجة الحرارة - مبادل الجو - سول

L'échangeur air-sol est un système de rafraîchissement ou préchauffage des locaux très peu consommateur d'énergie qui exploite d'inertie thermique du sol. Dans cette étude, nous avons évalué le potentiel de l'utilisation de la géothermie dite de surface et la technologie appropriée pour son exploitation par la détermination des variations de la température du sol à différentes profondeurs, ainsi que nous avons montré la variation de la température de l'air l'entre au milieu la sortie de l'échangeur en fonction de temps en considérant l'écoulement permanent d'un fluide newtonien et incompressible dans un tube de section cylindrique .

Mots clés: Energie – Géothermie – Température - Echangeur Air- Sol.

The air-ground heat exchanger is a system for cooling or preheating rooms that consumes very little energy and uses thermal inertia on the ground. In this study, we evaluated the potential of using so-called surface geothermal energy and the appropriate technology for its exploitation by determining changes in soil temperature at different depths, as we have shown the variation of temperature the air enters the middle of the outlet of the exchanger as a function of time considering the permanent flow of a Newtonian and incompressible fluid in a tube of cylindrical section.

Key words: Energy - Geothermal energy - Temperature - Air-Sol exchanger.

TABLE DES MATIÈRES

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	ii
Table des matières.....	iii
Introduction générale.....	1
Chapitre I: Généralités et revue bibliographique sur l'échangeur air-sol	
I.1.1. Définition	2
I.1.2. Les composants du puits canadien.....	3
I.1.3. Principaux paramètres de dimensionnement.....	3
I.1.3.1. Le débit d'air total.....	3
I.1.3.2. Le nombre et le diamètre des tubes.....	4
I.1.3.3. La vitesse de l'air dans les tubes.....	4
I.1.3.4. La longueur des tubes.....	5
I.1.3.5. La distance entre tubes.....	5
I.1.3.6. La profondeur d'enfouissement des tubes	6
I.1.3.7. La nature du sol et son taux d'humidité.....	6
I.1.4. Modes de fonctionnement d'un échangeur air-sol.....	7
a. Fonctionnement en hiver.....	7
b. Fonctionnement en été.....	7
c. Fonctionnement au printemps / automne.....	8
I.1.5. Disposition des tubes.....	8
I.1.6. Emplacement du puits canadien.....	10
I.1.7. L'inertie du sol.....	10
I.1.8. Avantages d'échangeur air- sol.....	11

I.1.9. Inconvénients d'échangeur air- sol.....	11
I.2. Energie géothermique.....	12
I.2.1. Notions générales.....	12
I.2.2. Les ressources géothermiques en Algérie.....	12
I.3. Classification des zones climatiques en Algérie.....	13
I.4. Les caractéristiques climatiques de la région Blida	14
I.5. Revue Bibliographique	14

chapitre II : réalisation de système <échangeur air/sol>

II.1 introduction	22
II.2. l'enfouissement.....	22
II.3.réalisation et l'assemblage des conduites.....	23
II.4.les différent profondeur de fosses.....	24
II.5. le montage.....	25
II.6. qualité de sol	25
II.7 différent mois de l'implantation.....	26

chapitre III: étude expérimentale

III.1.INTRODUCTION.....	27
III.2.description du dispositif expérimental.....	27
III.3. centrale d'acquisition.....	28
III.4.la vitesse d'écoulement.....	28
III.5.la température de sol.....	29

chapitre IIII : résultat et discussion

on explique l'évolution de température de l'air en fonction de temps.....	33
---	----

liste des tableaux

chapitre 01

TABLEAUX.1.I NATURE DES SOL ET PROPRIETE PHYSIQUE

CHAPITRE 04

tableaux. IV.1 efficacité de l'échangeur entrée en fonction de temps a 0.75m

tableaux. IV.2 efficacité de l'échangeur entrée en fonction de temps a 1.75m

tableaux. IV.3 efficacité de l'échangeur entrée en fonction de temps a 2.75m

les figures

chapitre 01

figure I.1 configuration d'un échangeur de chaleur.....	2
Figure I.2 : Tube en méandre.....	8
Figure I.3:Tube en boucle.....	9
Figure I.4 : faisceau de tubes.....	9
Figure I.5 : Emplacement du puits.....	10
Figure I.6 : Disposition de l'échangeur air/sol.....	17
Figure I.7: Variation de la température de l'air en fonction de la longueur de l'échangeur.....	18
Figure I.8: Schéma du circuit de distribution.....	21
figl.9La conductibilité thermique de différents types de sol selon leur teneur en eau.....	7
fig.I.10 Diagramme climatique de température et pluviomètre de région de Blida.....	14

CHAPITRE 02

fig .II. 1 le début de creusement	22
fig .II.2 cote nord	22
fig.II.3 cote nord est.....	22
fig .II.4 cote nord sud	22
fig.II.5 schéma représentatif de projet	23
fig II.6 L'emplacement de thermocouple.....	23
Fig .II.7 TROIS TRANCHEE.....	24
figII.8 1 tranche a 0.75m	24.
fig II.9 tranche a 1.75	24
fig II.10 3 tranche a 2.70	24
fig .II.11 le montage parallèl.....	25
fig .II.11 tou venant	25
fig.II.12 en moi octobre 2017	26

fig.II.13 en moi mars 2018.....	26
fig.II.14 MOI MAI 2018.....	26

CHAPITRE 03

fig.III.1 schéma explicatif de l'implantation des thermocouples pour différent profondeur de l'échangeur air/sol.....	27
fig.III.2 la centrale d'acquisition.....	28
fig.III.3. anémomètre a hélice	28
fig .III.4 ventilateur.....	29
fig.III.5.emplacement des thermocouples suivant la profondeur sol a 2.75m.....	29

CHAPITRE 04

FigIV.1 L'évolution de température de l'entrée (T01) au milieu (T04) a la sortie (T08) en fonction de temps située à 0,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018	30
Fig.IV.2 L'évolution de température de l'entrée (T01) au milieu (T04) a la sortie (T08) en fonction de temps située à 1,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018.....	30
Fig.IV.3 L'évolution de température de l'entrée (T01) au milieu (T04) a la sortie (T08) en fonction de temps située à 2,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018.....	31
Fig.IV.4Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position.....	31
fig.IV.5comparasion de la variation de temperature de l'air pour les trois conduites pour la meme position.....	32
Fig.IV.6 Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position.....	32
FigIV.7. Evolution de la température ambiante de la journée 12 - 2 -2018.....	33
Fig.IV.8 La variation de la température du sol en fonction du temps pour différentes profondeur du sol de la journée 12 2 2018	

fig.IV.9 comparaison de temperature de sortie; sol et l'ambian de la conduite I en fonction temps le 12.2.18.....	33
fig.IV.10variation de temperature de sortie; l'ambient et sol pour la conduite II fonction de temps le 12.2.18	34
fig.IV.11variation de temperature de sortie; sol et l'ambient pour la conduite III en fonction de temps pour le12.2.18.....	34
Fig.IV.12 les profils de sol des températures pour différents temps de la journée du 12 2 2018.....	35
Fig.IV.13 Evolution de la température de l'air à l'entrée, au milieu et à la sortie de la conduite horizontale de la profondeur 0,75m de la journée 06-03-2018.....	40
Fig.IV.14 Evolution de la température de l'air à l'entrée, au milieu et à la sortie de la conduite horizontale de la profondeur 1,75m de la journée 06-03-2018.....	41
fig. IV. 15 L'évolution de l'efficacité de l'échangeur entrée en fonction de temps a différent profondeur le jour 12.2.18.....	41

I.1.généralité :

I.1.1. Définition :

L'échangeur air-sol est un système géothermique consiste à rafraîchir l'air pour ventilation des bâtiment. Il suffit d'enterrer un ou plusieurs tuyaux sur un trajet suffisamment long et de faire circuler l'air. L'air extérieur transite dans ce réseau de gaines par convection forcée, se réchauffe en hiver ou se refroidit en été, avant d'être soufflé dans le bâtiment. Le principe de l'échangeur air-sol est de faire circuler l'air neuf dans un conduit enterré grâce à un ventilateur, avant de l'insuffler dans le bâtiment. En hiver, l'air se réchauffe au cours de son parcours souterrain, les besoins de chauffage liés au renouvellement d'air des locaux sont alors réduits et le maintien hors gel du bâtiment peut être assuré, le puits est alors dit puits canadien. En été, l'air extérieur profite de la fraîcheur du sol pour se refroidir et arriver dans le bâtiment durant la journée à une température inférieure à celle d'extérieure, le puits est alors dit puits provençal [1],[2].

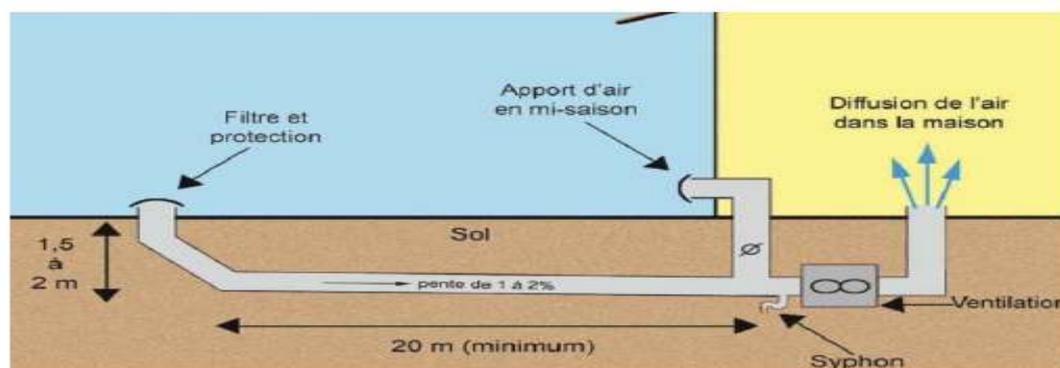


Figure I.1 : configuration d'un échangeur de chaleur

I.1.2. Les composants du puits canadien

Le système se compose d'une entrée d'air, munie de filtres pour empêcher les rongeurs de pénétrer dans le puits, d'une canalisation enterrée sur 30-50m, lisse et pentue pour l'écoulement des eaux de condensation, enterrée à une profondeur moyenne de 1.50m, d'un siphon ou d'un regard pour leur récupération, et d'un ventilateur pour l'insufflation dans une ou plusieurs pièces. Donc, les quatre principaux éléments sont :

- entrée d'air neuf
- conduit
- systèmes d'évacuation des condensats
- ventilateur et systèmes de régulation du puits

schéma de principe d'un puits canadien

I.1.3. Principaux paramètres de dimensionnement :

L'analyse de la littérature consultée a permis d'identifier les paramètres influant sur le comportement thermique de l'échangeur air-sol et de distinguer les plus prépondérants. Ces paramètres sont considérés pour le dimensionnement d'un échangeur air-sol [3], [4], [6], [7].

I.1.3.1. Le débit d'air total :

Le débit total de l'air circulant dans l'échangeur doit assurer l'ensemble des besoins de renouvellement d'air des pièces à ventiler. Le régime de ventilation peut varier selon le mode de fonctionnement (réduit en préchauffage, plus élevé en rafraîchissement). La détermination du débit d'air total maximal constitue le premier paramètre de dimensionnement de l'échangeur.

I.1.3.2. Le nombre et le diamètre des tubes :

Le nombre et le diamètre des tubes définissent la section totale de tubes par laquelle va circuler l'air. Ils influent à la fois sur la vitesse d'écoulement de l'air et sur la surface de contact entre l'air et le sol. Ces paramètres sont ajustés en fonction du débit nominal de ventilation. En pratique, pour les installations domestiques, le diamètre utilisé se situe entre 16 cm et 20 cm, mais il peut être bien supérieur sur des installations de grande taille. Le nombre de tubes est conditionné par l'espace disponible pour l'installation de l'échangeur [3].

I.1.3.3. La vitesse de l'air dans les tubes :

La vitesse de l'air ne constitue pas un paramètre indépendant, puisqu'elle découle directement du choix des trois paramètres précédents. Néanmoins, elle impose le type d'écoulement (laminaire, turbulent) et influe donc non seulement sur la valeur du coefficient d'échange convectif entre l'air et les tubes, mais aussi sur les pertes de charges mécaniques qui doivent être compensées par le ventilateur. Afin de limiter les pertes de charge, cette vitesse est le plus souvent maintenue en deçà de 3 à 4 m/s

I.1.3.4. La longueur des tubes :

La longueur des tubes détermine la surface d'échange et le temps de séjour de l'air dans les tubes. Il existe donc une longueur optimale de l'échangeur, liée à la longueur caractéristique de l'échange thermique L , qui peut être obtenue en confrontant le surcoût économique de l'échangeur (constant avec la longueur) à l'économie d'énergie apportée par l'allongement des tubes. Par conséquent, il est préférable d'employer plusieurs tubes de longueur raisonnable (20 m à 40 m) plutôt qu'un ou deux tubes beaucoup plus longs [3], [4].

I.1.3.5. La distance entre les tubes :

Les fonctions de stockage et d'amortisseur thermique du sol sont assurées par le volume de sol situé tout autour de chaque canalisation. L'épaisseur de sol concernée est proportionnelle à la profondeur de pénétration du signal thermique, qui dépend de la période de variation des phénomènes mis en jeu. Ainsi, si la distance entre deux tubes est du même ordre de grandeur ou inférieure à la profondeur de pénétration, la température de la portion de sol située entre ces tubes est influencée simultanément

par ces deux tubes, ce qui réduit localement la capacité de stockage du sol.

L'influence de la distance entre les tubes sur les performances de l'échangeur est peu abordée dans la littérature. Pourtant, il semble important d'assurer une distance minimale afin de limiter l'interaction entre deux tubes adjacents et d'optimiser ainsi l'exploitation de l'inertie du sol. Donc, une distance de 40 cm sera suffisante pour maintenir l'effet de stockage thermique pour des variations journalières. Par contre, un stockage thermique saisonnier nécessiterait un espacement de l'ordre de 3 m, qui n'est généralement pas envisageable en pratique.

I.1.3.6. La profondeur d'enfouissement des tubes :

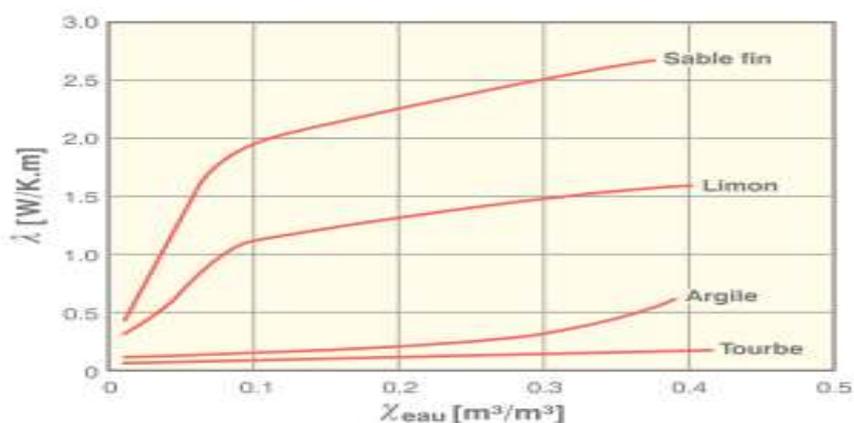
Pour un échangeur air-sol, le sol joue le rôle d'isolant et de tampon thermique entre l'atmosphère et les canalisations enterrées. La profondeur d'enfouissement influe sur la qualité de cette isolation. Les variations de température de l'air extérieur sont d'autant plus amorties et déphasées par le sol que la profondeur est grande. Au-delà d'une dizaine de mètres sous la surface du sol, la température du sol ne dépend quasiment plus des conditions atmosphériques.

I.1.3.7. La nature du sol et son taux d'humidité :

La capacité calorifique et la conductivité du sol ont une influence importante sur l'efficacité du système. Elles dépendent de la composition du sol mais aussi de son taux d'humidité et des migrations d'eau en son sein. La capacité thermique du sol correspond à la moyenne des capacités calorifiques de ses différents constituants :

minéraux, matières organiques, air et eau. L'eau possède une capacité et une

conductivité thermiques supérieures à celles des autres constituants du sol. Ainsi, un sol humide emmagasine mieux la chaleur qu'un sol sec et la transmet plus facilement à l'air dans les canalisations de l'échangeur. Cet effet est mis à profit pour augmenter temporairement la performance des échangeurs thermiques air-sol en humidifiant le sol par arrosage.



source : thèse de P.Hollmuller.

figl.9 La conductivité thermique de différents types de sol selon leur teneur en eau

I.1.4. Modes de fonctionnement d'un échangeur air-sol :

Trois modes de fonctionnement de l'échangeur air-sol, qui sont appropriés à chaque saison :

a. Fonctionnement en hiver :

En hiver, la température extérieure est inférieure à la température de sol, l'air est réchauffé en traversant l'échangeur géothermique. Grâce à la chaleur du sous-sol cet air chaud permet de réaliser des économies d'énergie

b. Fonctionnement en été :

En été, la température du sous-sol est basse. L'air extérieur est rafraîchi en traversant l'échangeur géothermique puis diffusé dans l'habitation, entraînant une réduction de la température ambiante pour un meilleur confort.

c. Fonctionnement au printemps / automne :

Pendant les intersaisons, la température extérieure subit des variations importantes (journées ensoleillées – nuits froides), mais la température du sous-sol reste stable (fraîche au printemps – encore chaude en automne). Par une chaude journée de printemps, il n'est pas souhaitable d'amener de l'air neuf par l'intermédiaire de l'échangeur géothermique, cet air serait plus frais que l'air extérieur. Par contre, le préchauffage de l'air par l'échangeur géothermique pendant les nuits fraîches du printemps est souhaitable. L'exemple inverse (journées fraîches, nuits chaudes) est valable pour les journées d'automne.

1.1.5. Disposition des tubes :

Afin de minimiser les pertes de charge au sein du conduit et de faciliter son entretien, il est conseillé de limiter le nombre de coudes. Deux dispositions sont majoritairement utilisées lorsque le puits ne comporte qu'un seul tube [3.1]

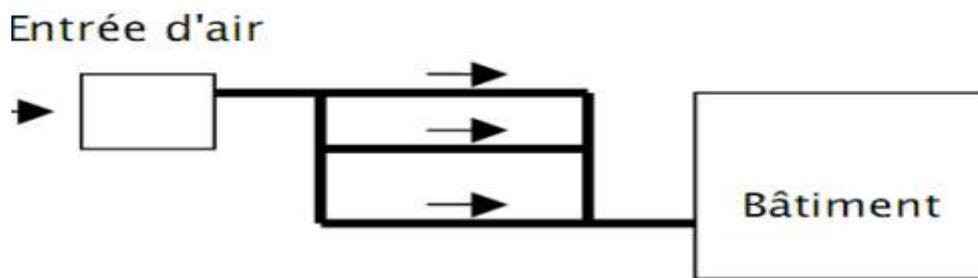


Figure I.4 : faisceau de tubes

I.1.6. Emplacement du puits canadien :

Trois manières d'installation de l'échangeur air-sol sont possibles :

- 1- Sous le bâtiment
- 2- Dans les fouilles du bâtiment
- 3- Dans le terrain

Techniquement, ces variantes sont équivalentes, la différence se situe au niveau des coûts de terrassement, la deuxième variante étant la plus intéressante financièrement, aucun terrassement supplémentaire n'étant à réaliser. Lors de la mise en place des tuyaux, il faut éviter au maximum les coudes et angles créant des pertes de charge. De plus un écart entre les tuyaux parallèles d'au moins 0,8m doit être conservé.

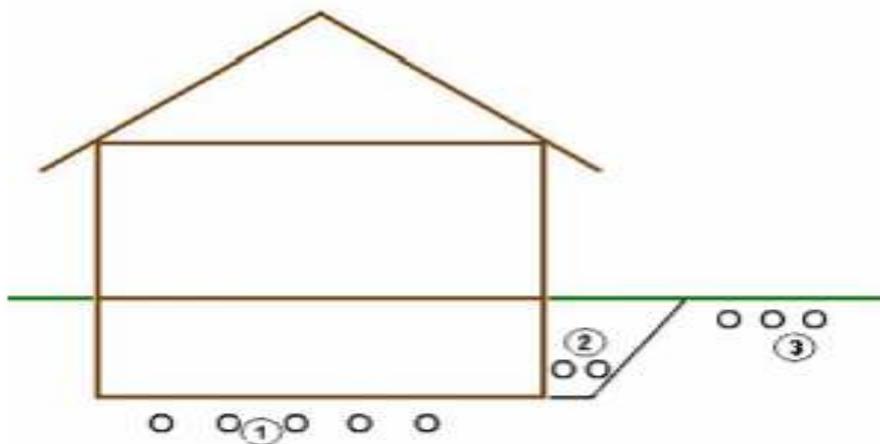


Figure I.5 : Emplacement du puits

I.1.7. L'inertie du sol :

L'inertie est une qualité précieuse lorsqu'il s'agit de chauffage ou de rafraîchissement d'un bâtiment. En effet la fraîcheur estivale d'un bâtiment « ancien » s'explique principalement par son inertie thermique élevée, qui résulte à la fois de l'épaisseur et des propriétés du matériau "pierre". La ventilation pour le confort d'été est donc d'autant plus efficace que la masse du bâtiment est importante car l'inertie thermique est complémentaire de la ventilation, et indispensable pour que celle-ci soit efficace.

Dans ce sens le puits canadien, associé au système de ventilation, est intéressant

lorsque le bâtiment est léger c'est à dire avec peu d'inertie.

I.1.8. Avantages d'échangeur air- sol :

- apporte de l'air frais en été
- apporte de l'air tempéré en hiver
- consomme peu l'énergie
- cout de matériel très faible
- apporte de l'air pur
- évite la climatisation

I.1.9. Inconvénients d'échangeur air- sol :

- inutile a la mi - saison
- peut apporter des micro- organismes ou du radon dans la maison
- technique de pose relativement délicate
- cout de terrassement important
- entretien délicat

2. Energie géothermique :

2.1. Notions générales :

Les scientifiques sont en train de développer des manières de produire de l'énergie en utilisant la chaleur contenue à l'intérieur de la terre, qu'on appelle l'énergie géothermique .L'énergie géothermique est une des sources d'énergies renouvelables les plus riches du monde.

Les régions qui ont une température sous le sol élevée, utilisent souvent l'énergie géothermique pour climatiser les maisons et produit de l'électricité.

L'énergie géothermique chauffe, rafraîchit des maisons et produit de l'électricité sans faire du mal à l'environnement. Grâce à l'énergie géothermique, nous pouvons réduire notre consommation de dangereux combustibles fossiles.

Aujourd'hui, la géothermie est la troisième énergie renouvelable effectivement exploitée dans le monde après la biomasse et l'hydraulique. L'utilisation de l'énergie géothermique est en pleine expansion, elle est développée dans une soixantaine de pays, comme par exemple les Etats-Unis, le Japon, l'Islande, la Nouvelle-Zélande, les

Antilles françaises et la Suisse.

I.2.2. Les ressources géothermiques en Algérie :

L'Algérie dispose de nappes et de sources d'eau chaude dont les températures s'échelonnent entre 20°C et 98°C hammam chellala a guelma . Au Nord il existe environ 200 sources thermales, dont la température varie de 22°C à 90 °C, et au bassin sédimentaire du bas Sahara compte d'énormes réserves d'eau chaudes varie de 50°C à 56°C. Il convient de signaler l'existence de source à hautes températures pouvant atteindre 118 °C à Ain Ouelmen et 119 °C à Biskra.

On voit donc que le potentiel géothermique existant dans notre pays est très fort, on se propose donc de l'exploiter et de le valoriser. Au sud algérien, il existe plusieurs sources à des profondeurs variant de 80 mètres dans la région d'El Meni'a à 1500 mètres à Touggourt, présentant une température de 40 à 60°C, ce qui donne de grandes possibilités pour le chauffage des serres.

I.3. Classification des zones climatiques en Algérie :

L'Algérie est un vaste pays elle est comprise entre 18°et 38° de latitude nord, et entre 9° de longitude ouest et 12° de longitude est, (le méridien international 0°Greenwich passant près de la ville de Mostaganem). [5]

En Algérie la première classification en zones climatiques à été faite par le CSTB en 1962 qui sert de base de calcul pour le dimensionnement de chauffage ou de climatisation. Une deuxième classification prenant en compte les données climatiques plus représentative de la période (1974 –1984) permet de définir avec plus de précision

les zones climatiques de l'Algérie. Cette vaste étendue territoriale correspond à une diversité de zones climatiques qui peuvent se classer en trois catégories. [5]

- Le tell : climat tempéré humide de type méditerranéen ;
- Les hautes plaines : climat de type continental ;
- Le Sahara : climat aride et sec.

I.4. Les caractéristiques climatiques de la région Blida:

Blida possède un climat méditerranéen chaud avec été sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, la température moyenne à Blida est de 15.9°C et les précipitations sont en moyenne de 676.3 mm.

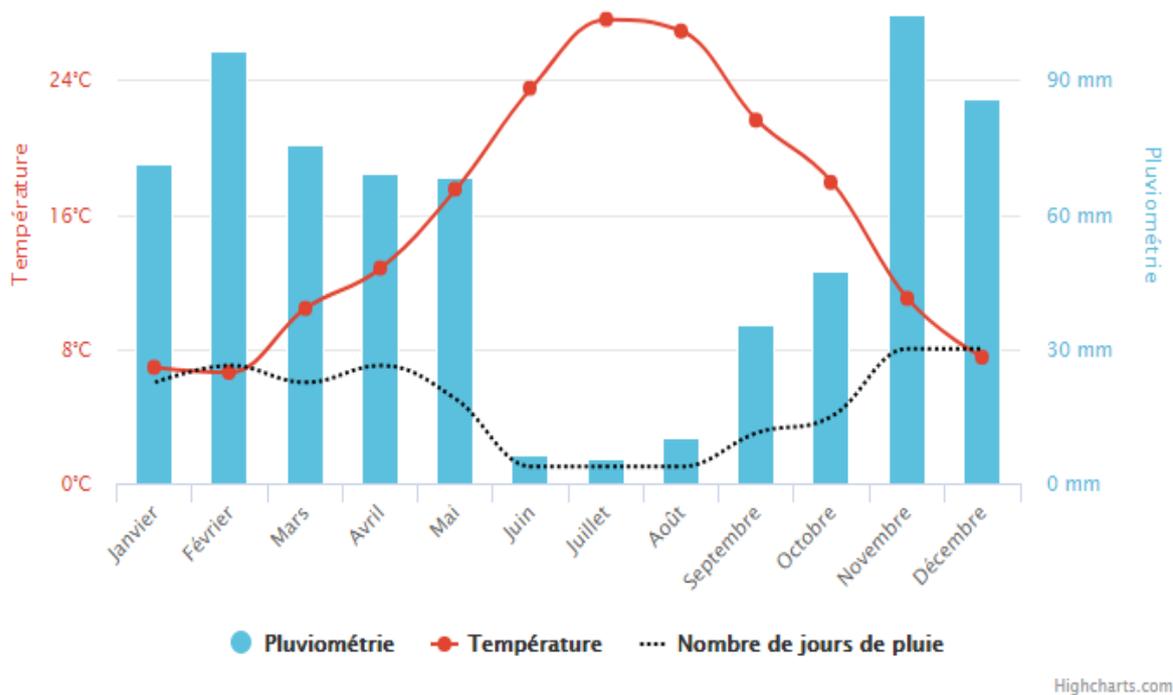


fig.I.10 Diagramme climatique de température et pluviosité de région de Blida

I.5. Revue Bibliographique :

on va exposer quelques travaux de recherche effectués sur ce type d'échangeur de chaleur air/sol .

Le travail de recherche présenté par Thiers et Peuportier, au Centre Energétique et Procédés à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, en 2007 [8] avait pour but de :

Calculer la température du sol 'non perturbé' à partir du bilan énergétique à la surface du sol, de l'influence d'un bâtiment proche et de la puissance géothermique à partir d'un modèle thermique de sol.

Utiliser la température du sol calculée pour déterminer la température de l'air en sortie d'échangeur. Ce modèle a été intégré à un outil de simulation thermique du bâtiment à partir d'un modèle d'échangeur

Le travail de recherche présenté par D. Amitrano, Université de Grenoble, en 2006 [9] a pour but de proposer des critères objectifs pour le choix de différentes caractéristiques basées sur des simulations numériques d'échange thermique par convection forcée dans un tube enterré. Ceci permet de mettre en évidence l'effet du diamètre, de la longueur, du débit volumétrique de la différence de température entre le sol et l'air entrant sur le flux thermique fourni par le puits canadien.

Le travail de recherche présenté par D. Bartolomeu en 2005 [10] est consacré à la performance d'un échangeur thermique de type air-sol. Cet échangeur thermique, de type tuyaux enterrés dans le sol a été conçu à la station expérimentale à Romillé. Son principe est basé sur les échanges de températures entre le sol et l'air circulant dans le réseau de tubes enterrés. Un bon dimensionnement de ce système est nécessaire pour optimiser ses performances qui sont analysées tout au long de l'année en distinguant les saisons hivernale et estivale.

Le travail de recherche présenté par P. Hollmuller en 2002 [4] est consacré à l'utilisation des échangeurs air/sol pour le chauffage et le rafraîchissement des bâtiments. C'est une étude théorique et expérimentale. L'analyse a été basée sur des mesures récoltées et des simulations effectuées avec un modèle numérique développé à cet effet. La modélisation analytique a permis de mettre en lumière les phénomènes physiques de base et de dégager quelques règles de dimensionnement simplifiées.

Le travail de recherche présenté par Salomo, et Mikolasek à IZUBA-Energies, Peuportier et Thiers au Centre Energétique et Procédés à l'Ecole des Mines de Paris et Solarte Jautard, Trombe à l'INSA de Toulouse en 2003 [11], est consacré à l'analyse, la modélisation et la validation d'un modèle de simulation dynamique pour les puits 'canadiens' ou 'provençaux'. L'objectif principal est l'étude du potentiel de l'inertie du sol par le système de 'puits canadien' ou de 'puits provençal' pour l'été, que l'on se de nommer ici 'puits climatique'.

L'écoulement d'air et le transfert de chaleur convectif à travers un échangeur air/sol,

pour le rafraîchissement ont été étudiés par N. Moumni et al [12], au laboratoire de génie mécanique de l'Université de Biskra. Ils ont étudié analytiquement et expérimentalement un échangeur air/sol pour déterminer les caractères principaux qui influent sur la performance de ce système présenté dans la figure.

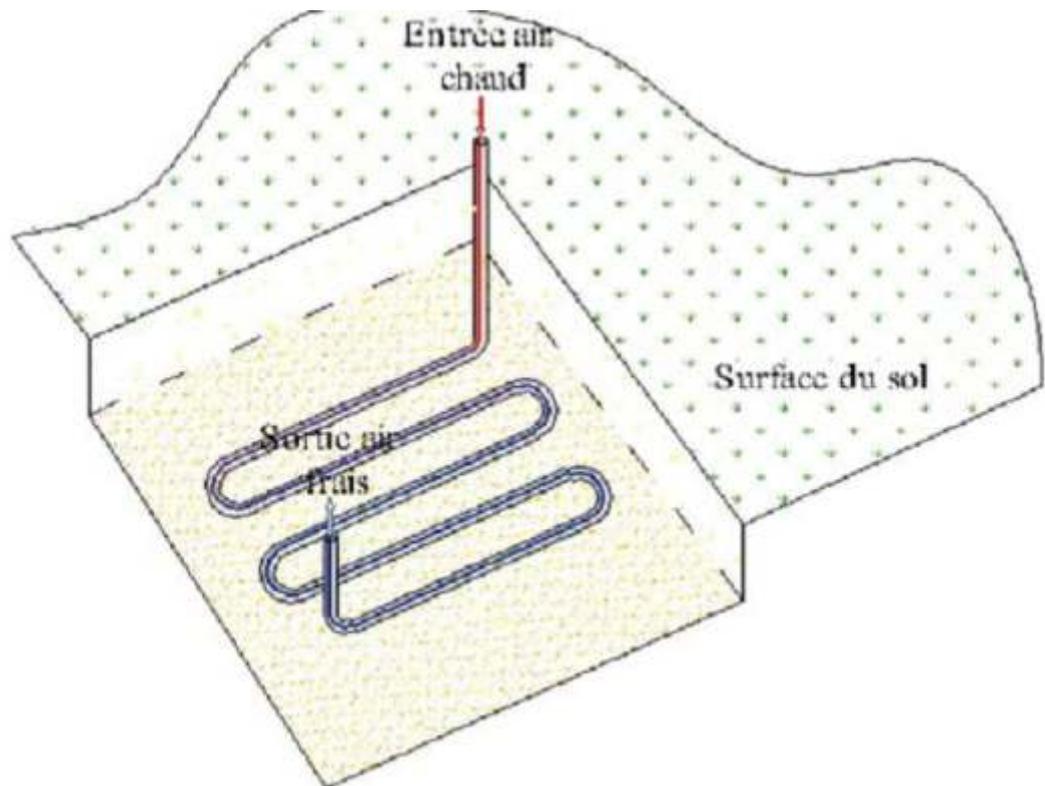


Figure I.6 : Disposition de l'échangeur air/sol [12]

Dans cette étude, ils ont considéré que:

- L'échange thermique se fait en régime stationnaire.
- Le sol est considéré homogène.
- Les caractéristiques de l'air et du sol sont considérées constantes.
- Dans une section du conduit perpendiculaire à l'écoulement, l'air est considéré homogène, l'échange convectif est régi par un coefficient convectif moyen.

- La température extérieure du tube est constante.
- La vitesse de l'air est considérée constante le long du conduit.

Ils ont trouvé à partir des équations du bilan énergétique, l'expression analytique qui traduit l'évolution de la température de l'air dans l'échangeur :

$$T_a = T_{ae} \times \exp\left(\frac{-2L}{\rho \times c \times r \times v \times R}\right) + T_{sol} \times \left(1 - \exp\left(\frac{-2L}{\rho \times c \times r \times v \times R}\right)\right)$$

Ils ont fait une comparaison avec des résultats théoriques et expérimentaux pour un débit 121,52 m³/h (figure 2) , ils ont constaté que la température du fluide continue à chuter avec la longueur de l'échangeur et le régime thermique est loin d'être établi et l'écart significatif entre le modèle théorique et les résultats expérimentaux. Ceci est dû aux hypothèses considérées et principalement aux valeurs approximatives des propriétés du matériau du conduit et celles du sol.

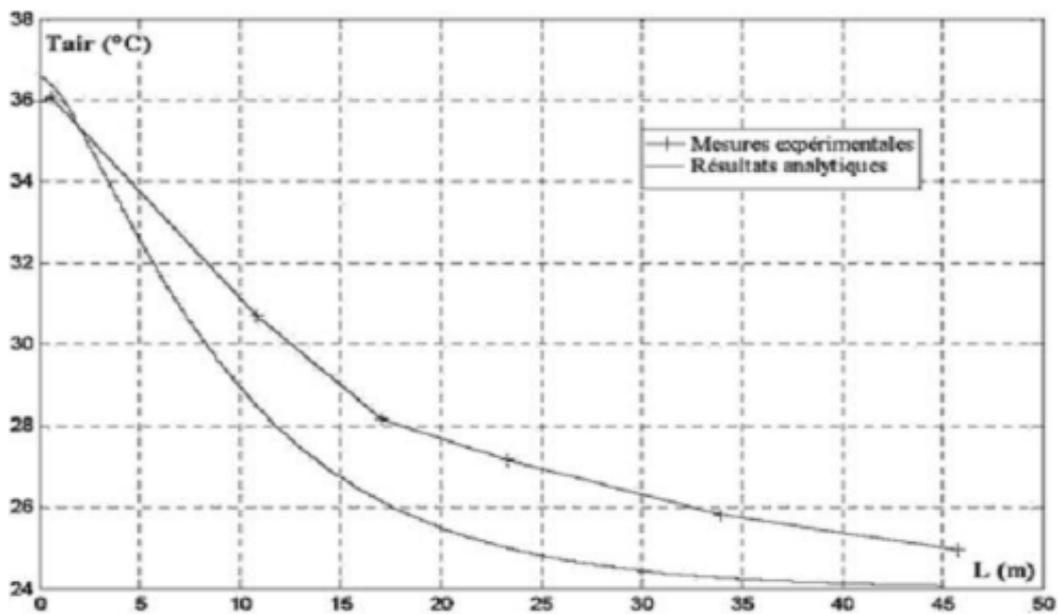


Figure I.7: Variation de la température de l'air en fonction de la longueur de l'échangeur [12]

M. Benhammou et al [13], ont étudié l'influence de la nature du sol sur la température en profondeur du sol pour la ville d'Adrar. Afin d'étudier l'influence de la nature du sol et de la période du signal de température et de rayonnement sur la profondeur de pénétration, ils ont pris comme période de signal: un jour, une semaine, un mois et une année. Ils ont choisi trois natures de sol, comme il est indiqué sur le Tableau:

Nature du sol	Masse volumique (kg/m^3)	Diffusivité thermique (m^2/s)	Capacité calorifique ($\text{J.kg}/^\circ\text{C}$)
Argile	1500	9.69×10^{-7}	880
Limon argilo – sableux	1800	6.22×10^{-7}	1340
Sable	1780	3.76×10^{-7}	1390

Tableau I.1: Nature des sols et propriétés physiques [13]

Les résultats ont montré que ce paramètre qui est souvent pris par défaut influe beaucoup sur la profondeur de pénétration annuelle et sur le déphasage.

Pour l'argile, ils ont trouvé que la profondeur de pénétration annuelle dépasse les trois mètres (3 m), tandis qu'elle est égale à peine deux mètres (2 m) pour le sable.

De plus, pour une profondeur de 3 m, le déphasage est de trois mois pour le sable, alors qu'il est moins de deux mois pour l'argile. Ils ont constaté également qu'une température du sol comprise entre 17 °C et 24 °C est obtenue pour une profondeur $z = (3/2) \times \delta$. Une telle profondeur correspond à une distance de 4,60 m dans le sol sableux et à 2,90 m dans le sol argileux, soit une différence de 1.7 m.

En Algérie, les études en géothermie ont été menées principalement sur le Nord algérien. Kedaid et al [14] ; Ces études montrent que le Nord de l'Algérie compte un nombre important de sources thermales. Près de 200 sources ont été inventoriées, elles sont réparties à travers tout le territoire Nord algérien, majoritaires au Nord-Est. Ils ont trouvé trois zones à fort gradient géothermique qui sont mises en évidence, au Nord-Ouest, Nord-Est et au Centre Nord de l'Algérie.

S. Ouali et al [15], ont étudié des ressources géothermiques du Sud algérien pour déterminer la cartographie du gradient de température du Sud de l'Algérie afin d'y identifier les régions d'intérêt. Les résultats sont présentés sous forme de cartes et de graphes de gradient. Ces résultats montrent que le Sud algérien est caractérisé dans son ensemble par un gradient géothermique moyen 3°C/100m. La partie Est montre une anomalie thermique qui est de 3 à 4°C/100m. Le bassin de Béchar est anormalement chaud avec un gradient dépassant les 7°C/100m. A travers la carte réalisée, il convient de conclure que les conditions thermiques sont réunies dans le sud algérien pour avoir un important potentiel géothermique.

M. Hellel et al [16], ont fait la simulation du comportement thermique des bungalows d'un complexe touristique et ensuite concevoir un système de chauffage géothermique pour ces derniers (figure8), ils ont dans le but de dimensionner les corps de chauffe, établi un modèle de fonctionnement. Pour le ils ont dans le but de dimensionner les corps de chauffe, établi un modèle de fonctionnement. Pour le système de chauffage, ils ont dimensionné et choisi l'échangeur de chaleur qui répond aux besoins thermiques. La réalisation de ce projet ouvre des voies prometteuses pour l'avenir dans l'utilisation de l'énergie géothermique et la valorisation du gisement géothermique en Algérie dans le domaine du chauffage de l'habitat.

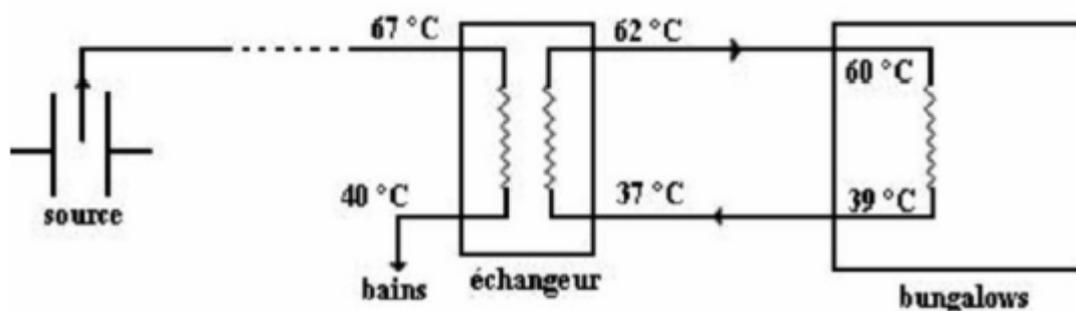


Figure I.8: Schéma du circuit de distribution [16]

. Comportement général des températures du sol

Les principales caractéristiques des variations entre la température de l'air et celle de la surface du sol peuvent généralement s'exprimer par l'équation suivante:

où T_s est la température à un moment précis, T la température moyenne pour la période donnée, qui comprend un ou plusieurs cycles complets de variations, A est la différence entre les températures maximale et minimale pour la période donnée, t est la durée et t_0 , la durée d'un cycle complet.

Si les propriétés thermiques du sol sont constantes, la température produite dans le sol par la variation cyclique peut être obtenue par l'équation suivante:

où x représente la profondeur sous la surface et c_i , la diffusivité thermique K/C_v .

L'amplitude d'une variation de température à la surface du sol correspond généralement à l'amplitude d'une variation correspondante de la température de l'air. L'équation (2) indique que l'amplitude diminue de façon exponentielle en fonction de l'éloignement de la surface, à un taux prescrit par le temps nécessaire à un cycle complet. Ceci est représenté à la figure 1, dans le cas des variations annuelles. Les températures du sol sont généralement constantes au cours de l'année pour des profondeurs supérieures à 5 et 6 m. La température moyenne annuelle du sol est presque constante avec la profondeur; elle augmente toutefois d'environ 1°C par 50 m à cause de la chaleur géothermique provenant du centre de la terre

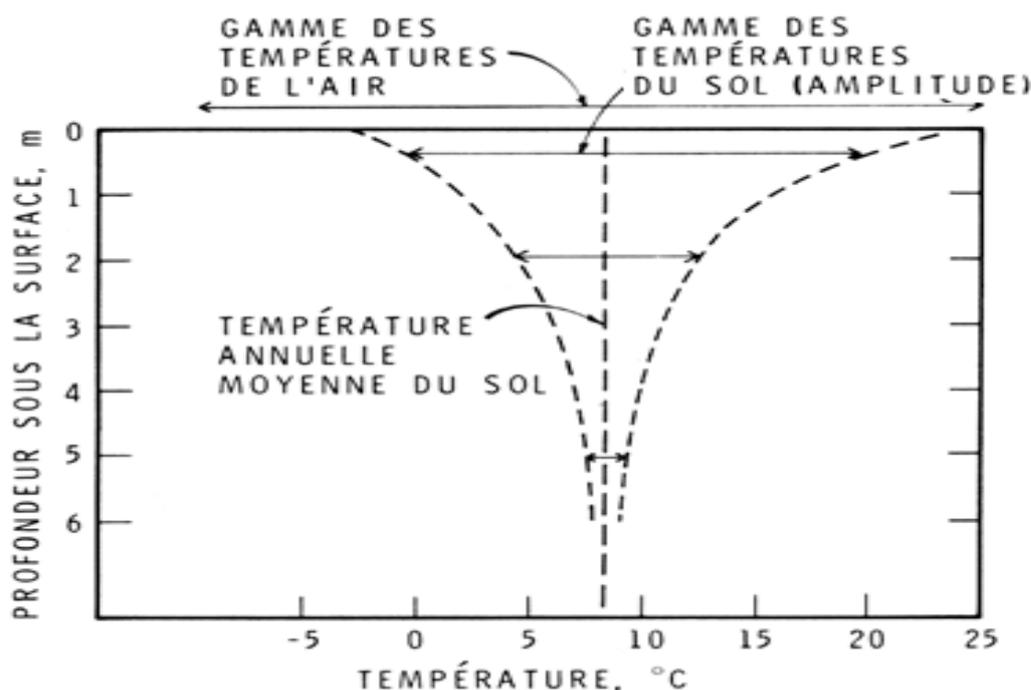


Figure 11. Exemple de la relation entre la profondeur et les températures annuelles du sol - (exemple)

La température de la surface du sol demeure presque en phase avec celle de l'air. Toutefois, les valeurs maximale ou minimale des couches sous la surface sont atteintes plus tard qu'en surface, le retard augmentant linéairement selon la profondeur, comme l'indique le cosinus de l'équation (2). La figure 2 représente ce comportement. A une profondeur de 5 à 6 m, la température maximale du sol est atteinte environ 6 mois après la température maximale moyenne de la surface qui a lieu en été.

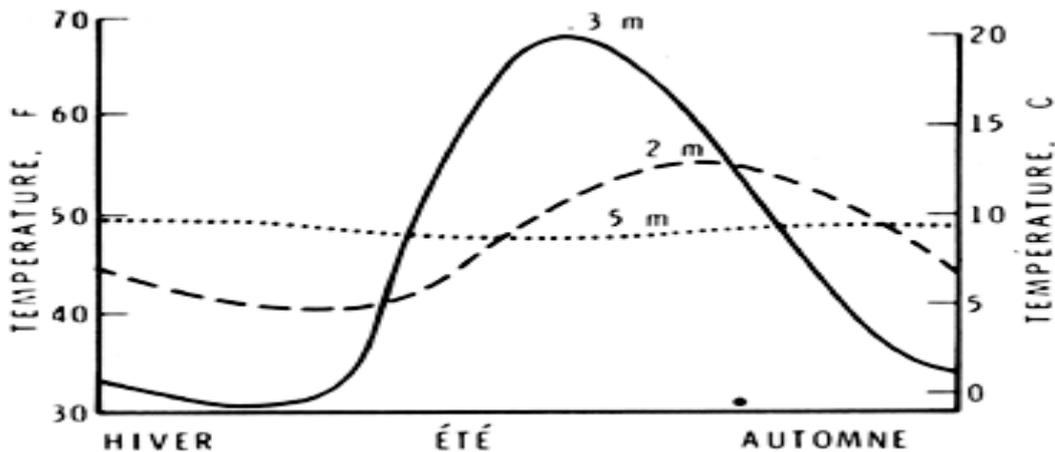


Figure 12 Variation annuelle des températures du sol - (exemple)

La température du sol subit un cycle quotidien et un cycle associé aux variations météorologiques en plus d'un cycle annuel. Ces variations se limitent aux couches près de la surface, les cycles quotidiens se faisant sentir à une profondeur de pénétration d'environ 0.5 m sous la surface et les cycles météorologiques, d'environ 1 m. Les variations quotidiennes constituent un aspect intéressant en ce qui a trait aux problèmes de construction, mais elles sont encore plus utiles pour les agriculteurs. Elles ont d'ailleurs fait l'objet d'études très poussées (4).

Comme la «profondeur de pénétration» désigne la profondeur à laquelle l'amplitude d'une variation de température est réduite à 0.01 de son amplitude en surface, la profondeur de pénétration du cycle quotidien peut être calculée comme étant $7.64 K C_v m$, celle du cycle annuel correspondant à 19.1 fois cette valeur. Le tableau I indique les valeurs approximatives de la profondeur de pénétration pour divers types de sol ainsi que l'effet des variations de la teneur en humidité.

l'objectif:

ce mémoire on s'intéresse a une étude sur l'échangeur air /sol a différent profondeur située de région de Blida ; on utilisée pour le préchauffage et rafraichissement des habitats.

REALISATION DE PROJET

II.1. INTRODUCTION :

dans ce chapitre on introduire différent point en commence par le creusement ;différent profondeur <le montage> ; qualité de sol ; et la fin on parle a différent mois de l'implantation

II.2.l'enfouissement :

on présente notre projet a quarte direction suivant:



fig .II.2 cote nord



fig .II. 1 le début de creusement



fig .II.4 cote nord sud



fig.II.3 cote nord est

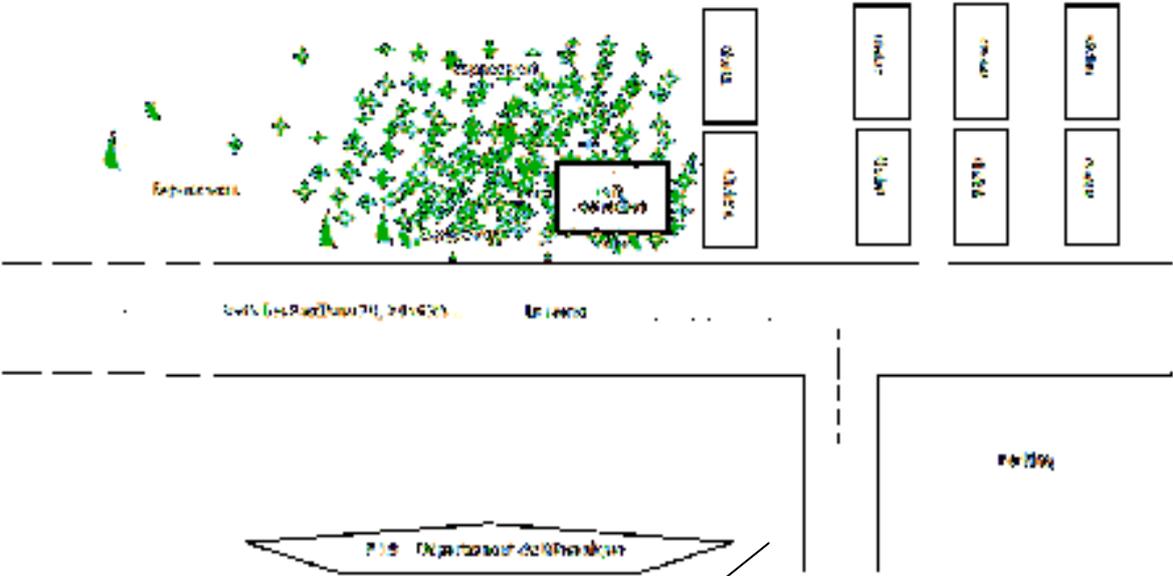


fig.II.5 schéma représentatif de projet

II.2.réalisation et l'assemblage des conduites:

l'installation expérimentale présente sur la figure II.6 est composée de trois tubes cylindrique en PVC de 6m de longueur et de 16cm de diamètre chaqu'unes.



fig II.6 photo sur l'assemblage des conduites

II.3.les différent profondeur de fosses:

on 3 fosses qui a été réalisée par différent profondeur représente par les figures (II.8.9.10).



Fig .II.7 TROIS fosses



figII.8 1 fosse a 0.75m



fig II.9 fosse a 1.75



fig II.10 3 fosse a 2.70

II.4. le montage:

cette étude basse sur un montage parallèle pour les trois conduites a même ventilateur pour un vitesse constante (voir figure II.11)



fig .II.11 le montage parallèle

II.5. qualité de sol:

on un sol est qui consiste un mélange de(pierre ; trouble ; argile) s'appelons un sol tou venant



fig .II.12 tou venant

II.2.4 différent mois de l'implantation:



fig.II.12 en mois octobre 2017



fig.II.13 en mois mars 2018



fig.II.14 en mois mai 2018

note : justement pour le pluviométrie pour les jour suivant :

19 octobre ; 5/6/9/13/27/30 novembre ; 2/3/13 / 17/ 20/21/27/28 décembre 2017

,7.10/11/13/15/20/26 JANVIER 2/3/6/8/9/11/12/18/21/22/27 fevrier 4/5/6/7/8/

15/16/17/18/19/20/21/22/24/26/30/31 MARS 3/8/9/11/12/13/14/15/25/26/27/28/29/30 AVRIL

6/7/13/17/18/19/20 mai 2018

Résultat et discussion

IV. 1 Introduction:

Le banc d'essai est un échangeur air/sol réalisé à l'université de Blida. Il s'agit de trois conduites en PVC de longueur horizontale de 6 m chacune, placés à trois profondeurs différentes $Z1=0.75m$, $Z2=1.75m$ et $Z3=2.75m$. Nous avons fait les tests durant le mois décembre 2017 et les mois janvier, février et mars 2018, on a choisi la journée de 12-02-2018.

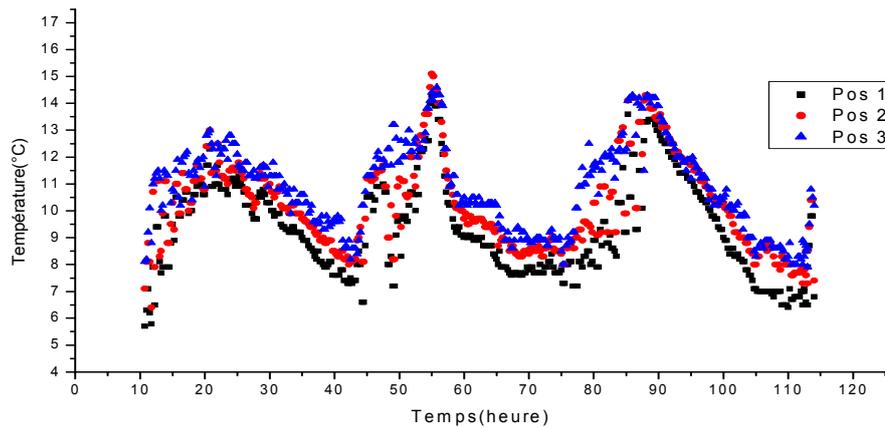


fig. IV.1 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T08) de l'échangeur en fonction du temps a situee a 0.75m de la profondeur du sol de la journée 12.02.18

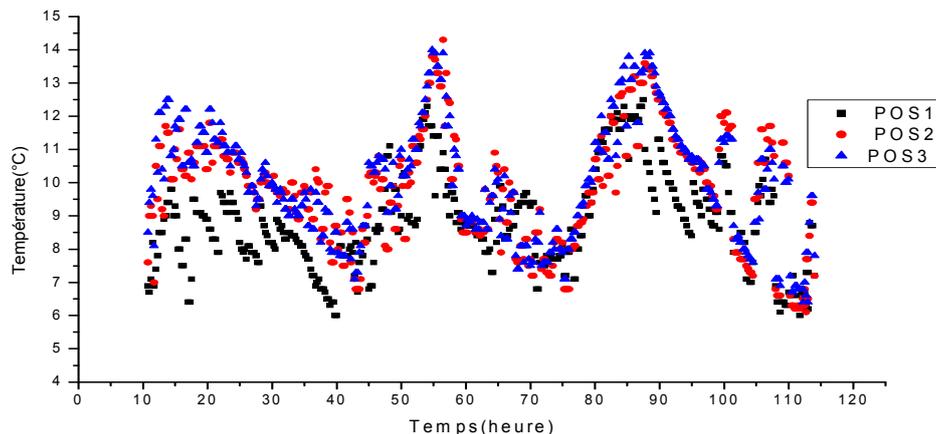


Fig.IV.2 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T08) de l'échangeur en fonction du temps située à 1,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018

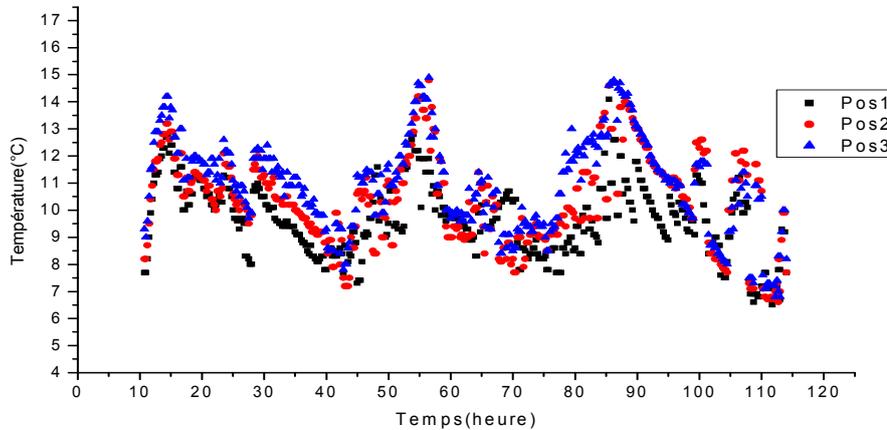


Fig.IV.3 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T08) de l'échangeur en fonction du temps située à 2,75 m de la profondeur du sol de la journée 12-2-2018

Les résultats expérimentaux issus des mesures effectués sur la journée 12-02-2018 sont montrés sur les figures, figIV.1 jusqu'à figIV.3.

On constate que :

- Toute les courbes ont la même allure sous la forme sinusoïdale
- La température de l'air augmente rapidement aux premiers mètres de la longueur de la conduite enterrée pour les différentes profondeurs sous l'effet d'échange de chaleur par conduction avec le sol.
- Les températures de l'air sont instables au cours du temps à cause de la variation de la température de l'air à l'entrée du tube.

On peut conclure que le fonctionnement contenu jour et nuit de l'échangeur n'affecte pas la performance thermique de la conduite durant les 100 heures de fonctionnement.

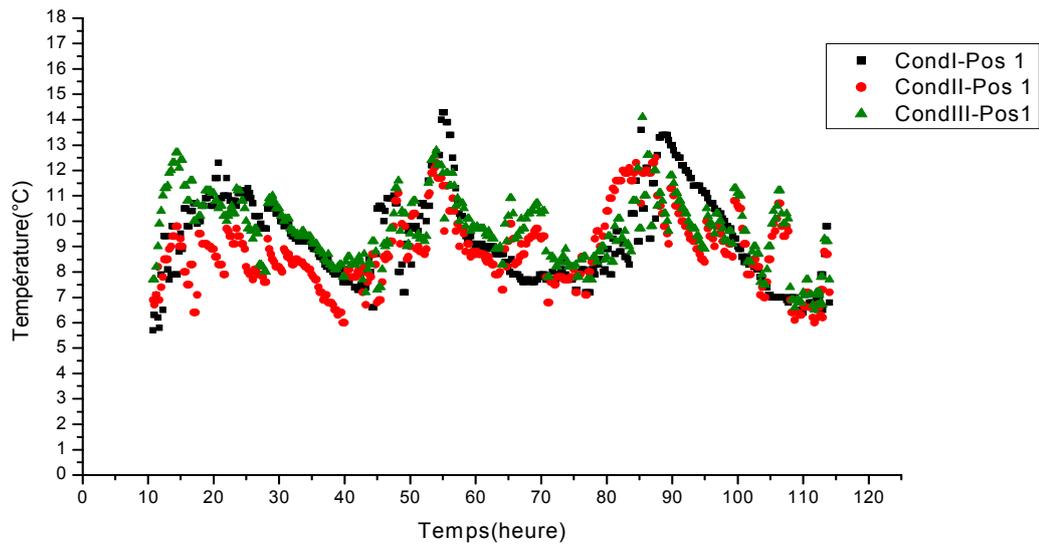


Fig.IV.4 Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position

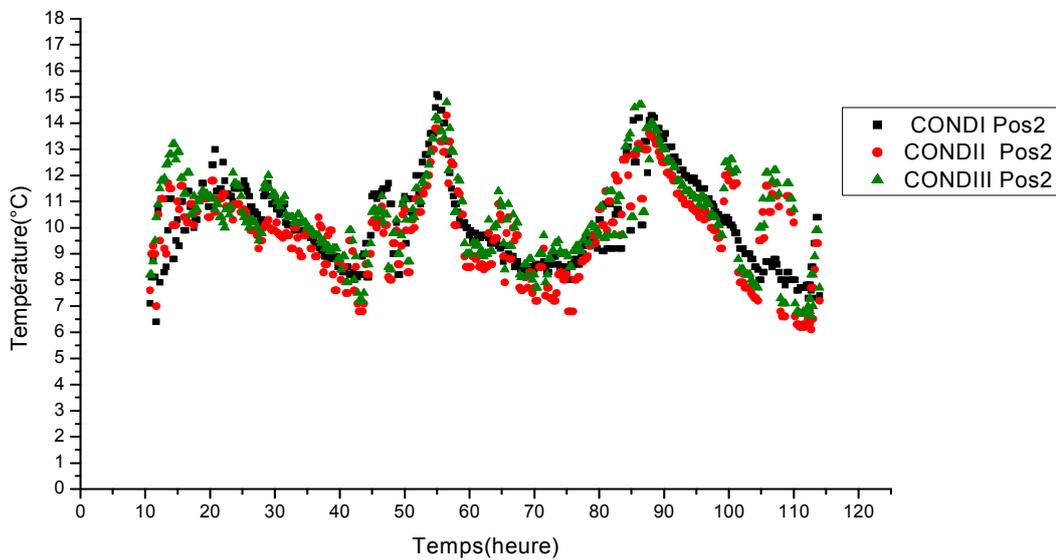


Fig.IV.5 comparasion de la variation de temperature de l'air pour les trois conduites pour la meme position

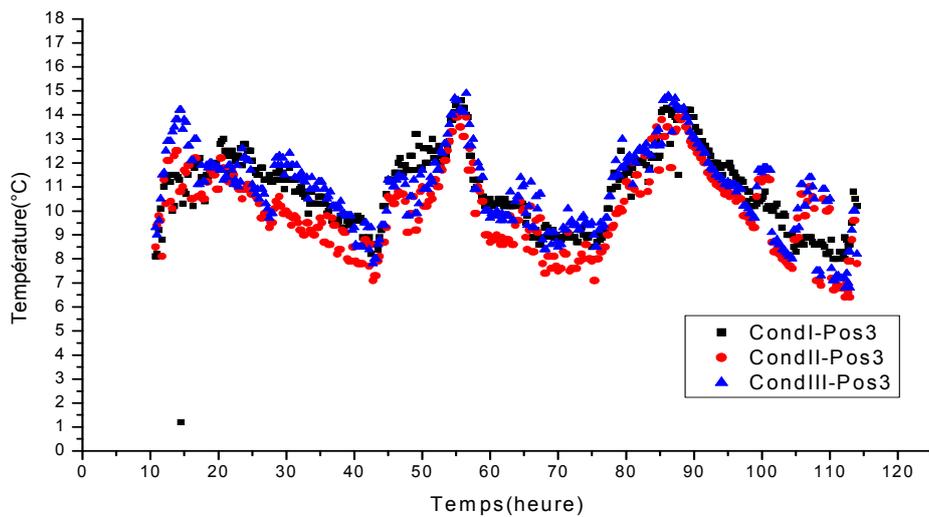


Fig.IV.6 Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position

Les figures .IV.4, IV.5, IV.6 représentent la comparaison de la température de l'air en fonction de temps à la même position des thermocouples à différente profondeur de la journée 12.2.18.

On remarque que:

- ✓ Les courbes ont la même allure
- ✓ l'écart entre les points d'entrer des températures air et au milieu de la conduite sont presque confondues de l'ordre 0,5°C.
- ✓ en comparant les températures de l'air acheminée à la sortie de la conduite horizontale, les écarts de température est de 2.5 °C. Ceci est due que l'inertie thermique du sol est important.

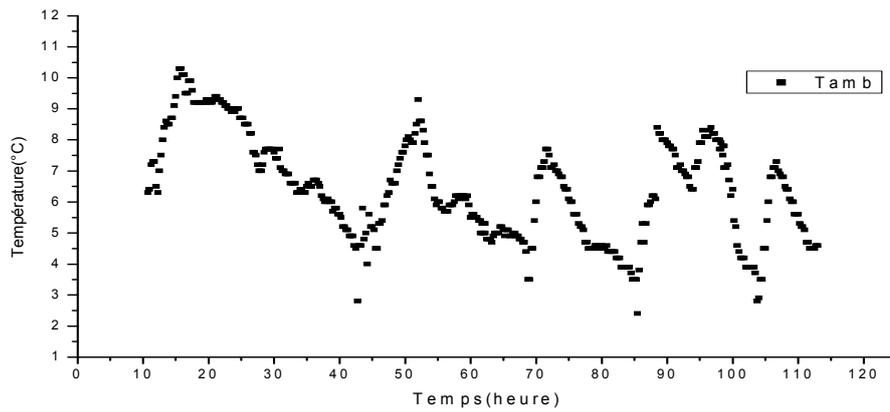


Fig IV .7. Evolution de la température ambiante de la journée 12 - 2 -2018

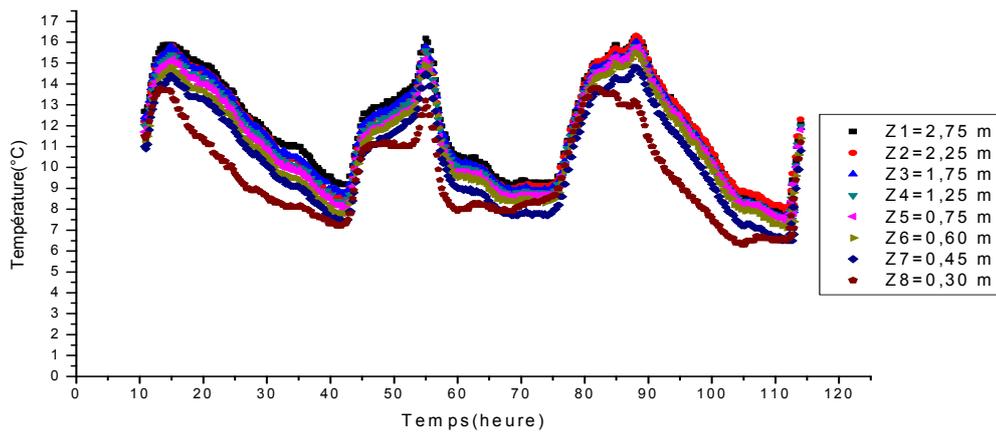


Fig.IV .8 La variation de la température du sol en fonction du temps pour différentes profondeurs du sol de la journée 12 2 2018

La figure IV.8 illustre la variation de la température du sol en fonction du temps pour différentes profondeurs, il est clair que la température du sol suit une variation sinusoïdale. On constate qu'en pénétrant au sol la température augmente.

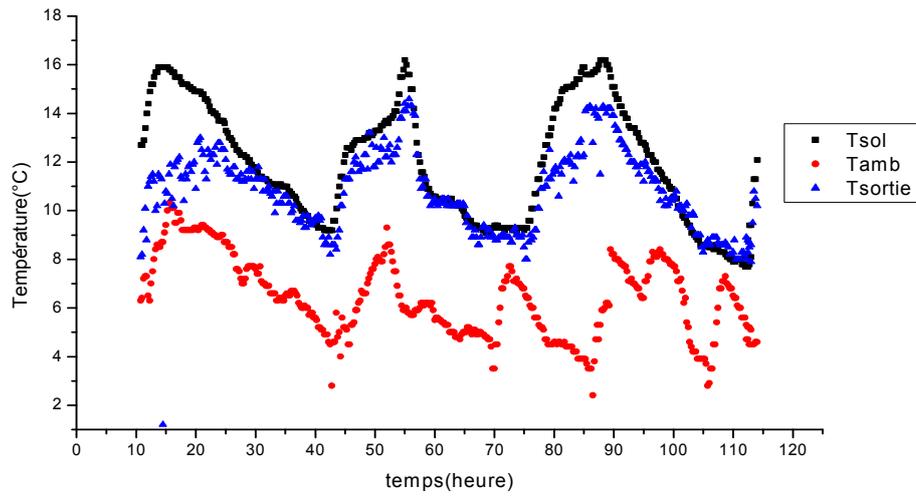


fig.IV.9 comparaison de temperature de sortie; sol et l'ambian de la conduite I en fonction temps le 12.2.18

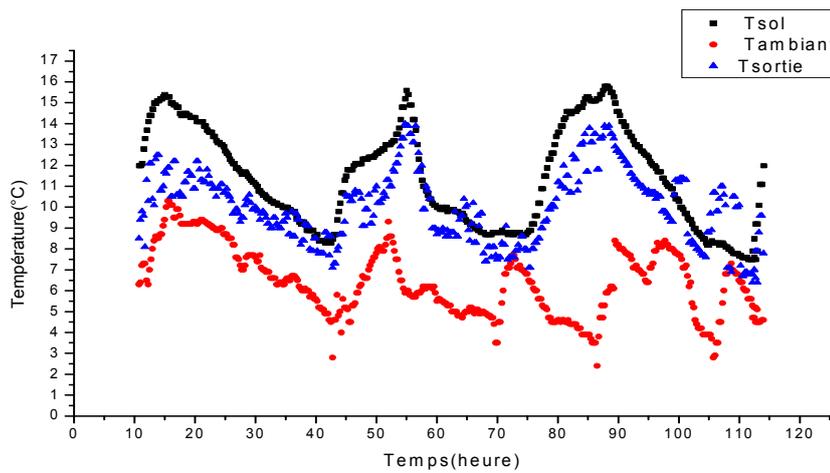


fig.IV.10 variation de temperature de sortie; l'ambiant et sol pour la conduite II fonction de temps le 12.2.18

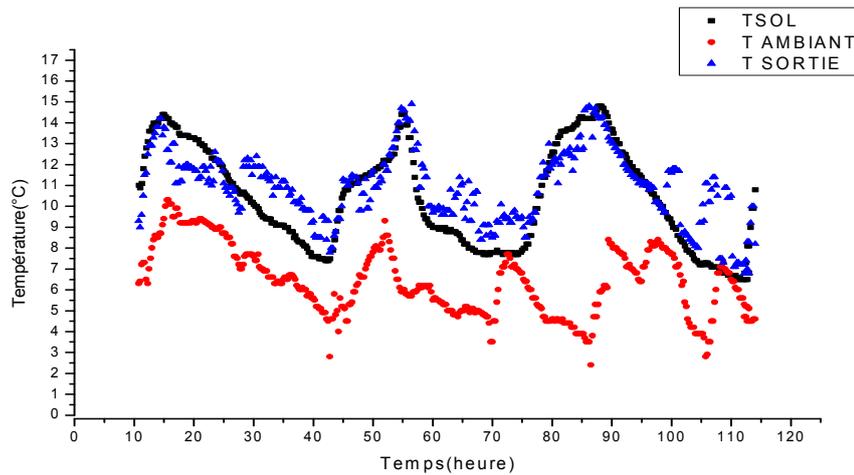


fig.IV.11 variation de temperature de sortie; sol et l'ambient pour la conduite III en fonction de temps pour le12.2.18

Les relevés expérimentaux effectués de la journée 12-2-2018 sous différentes conditions de fonctionnement, nous ont permis de suivre l'évolution en fonction du temps les courbes de températures en plusieurs points. Depuis l'entrée de l'échangeur, la sortie de l'air acheminé et également la température du sol pour les trois (03) niveaux de profondeur.

On a constaté que :

- L'écart de température entre T_{sol} et T_{sortie} varie de 1 à 2 °C pour les deux profondeurs Z₁=0,75 m et Z₂=1.75 m
- L'écart de température entre T_{sol} et T_{sortie} est presque confondu à la profondeur Z₃=2.75 m.
- L'écart de température entre T_{sortie} et T_{Ambiante} varie généralement de 2 à 4 °C pour les trois profondeurs

L'amplitude de la variation de la température du sol correspond généralement à l'amplitude de la variation correspondante de la température de la sortie de l'air acheminé

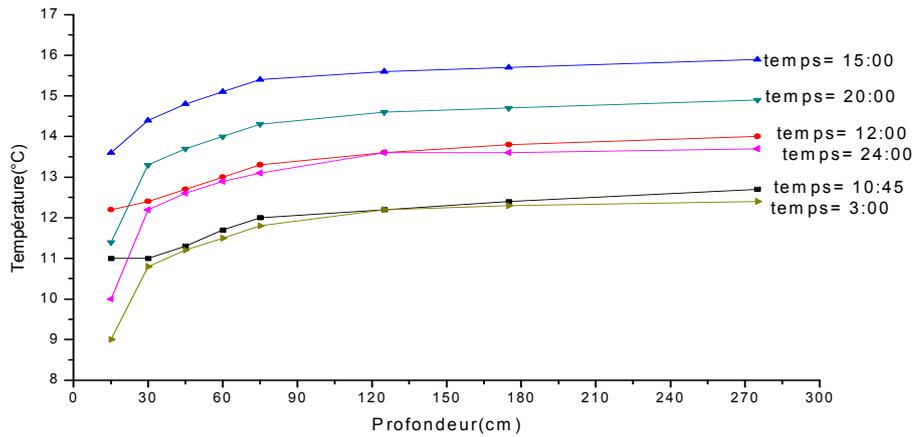


Fig.IV.12 les profils de température de sol pour différents temps de la journée du 12 2 2018

La figure. IV.12 représente les profils de température de sol en fonction de profondeur à des différents temps de la journée 12.2.18. Les courbes ont la même forme. On constate près de la surface du sol le gradient de température est importante (couche près du sol représente une faible inertie thermique). Plus on s'éloigne de la surface du sol (profondeur augmente) l'inertie thermique augmente et la température s'atténue (amortissement).

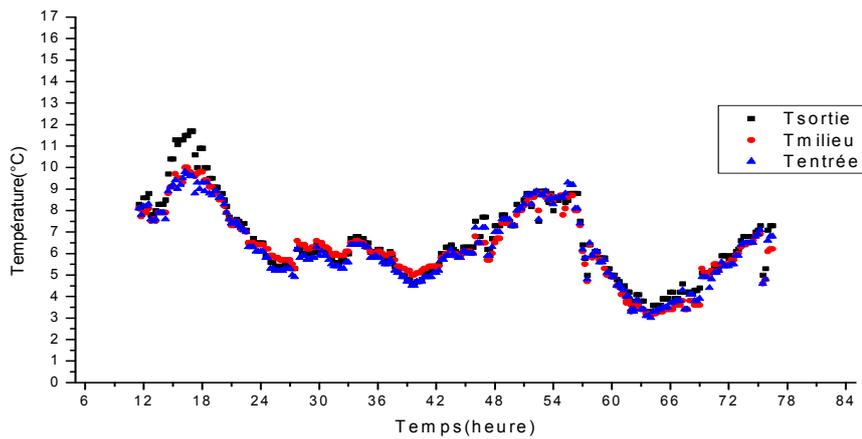


Fig.IV.13 Evolution de la température de l'air à l'entrée, au milieu et à la sortie de la conduite horizontale de la profondeur 0,75m de la journée 06-03-2018

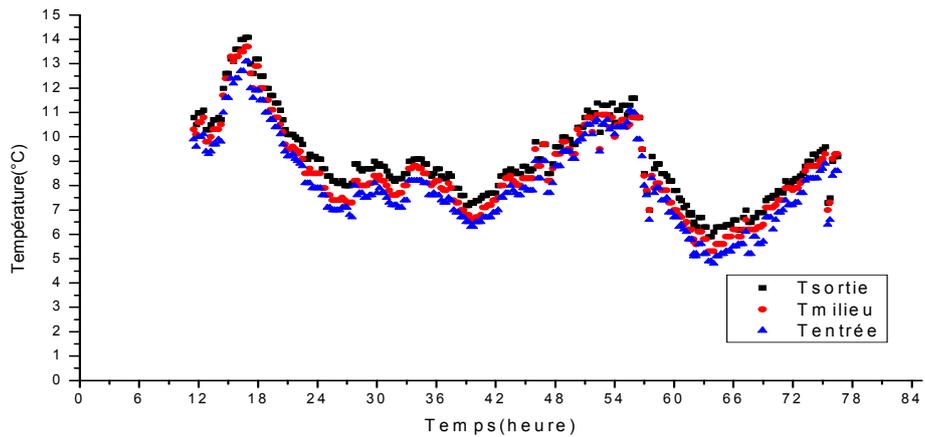


Fig.IV.14 Evolution de la température de l'air à l'entrée, au milieu et à la sortie de la conduite horizontale de la profondeur 1,75m de la journée 06-03-2018

IV.2 efficacité d'un échangeur entrée:

L'efficacité décrit le rendement de l'échangeur enterré d'une longueur défini, dépend de la température de l'air à l'entrée de l'échangeur à une certaine distance parcourue depuis son introduction et de la température du sol, est désigné

$$\varepsilon = \frac{T_{air-sortie} - T_{air-entrée}}{T_{sol} - T_{air-entrée}}$$

par le rapport suivant :

temps	Profondeur	T air entrée	T air sortie	T sol	ε
13:00	0.75m	8.0	10.4	13.8	0.41
21:30		9.3	11.2	12.6	0.57
23:30		8.9	10.5	12	0.51
04:14		7.2	10.1	10.9	0.78
10:15		6.6	9.5	9.7	0.93
14:15		6	9.4	9.9	0.87

Tableau. IV.1 efficacité de l'échangeur air/sol en fonction de temps à 0.75

temps	profondeur	T de entree	T de sortie	T de sol	ϵ
13:00	1.75m	8.0	11.2	14.7	0.47
21:30		9.3	11.6	13.9	0.50
23:30		8.9	11.9	13.2	0.69
04:14		7.2	11.3	11.7	0.91
10:15		6.6	9.9	10.2	0.91
14:15		6.2	9.6	10.1	0.87

Tableau. IV.2 efficacité de l'échangeur air/sol en fonction de temps à 1.75m

Temps	profondeur	T de entree	T de sortie	T de sol	ϵ
13:00	2.75m	8.0	12.9	15.5	0.65
21:30		9.3	11.9	14.6	0.49
23:30		8.9	12.6	13.9	0.74
04:14		7.2	11.9	12.2	0.94
10:15		6.6	10.5	11.1	0.86
14:15		6.4	10	11.2	0.75

tableau. IV.3 efficacité de l'échangeur air/sol en fonction de temps à 2.75m

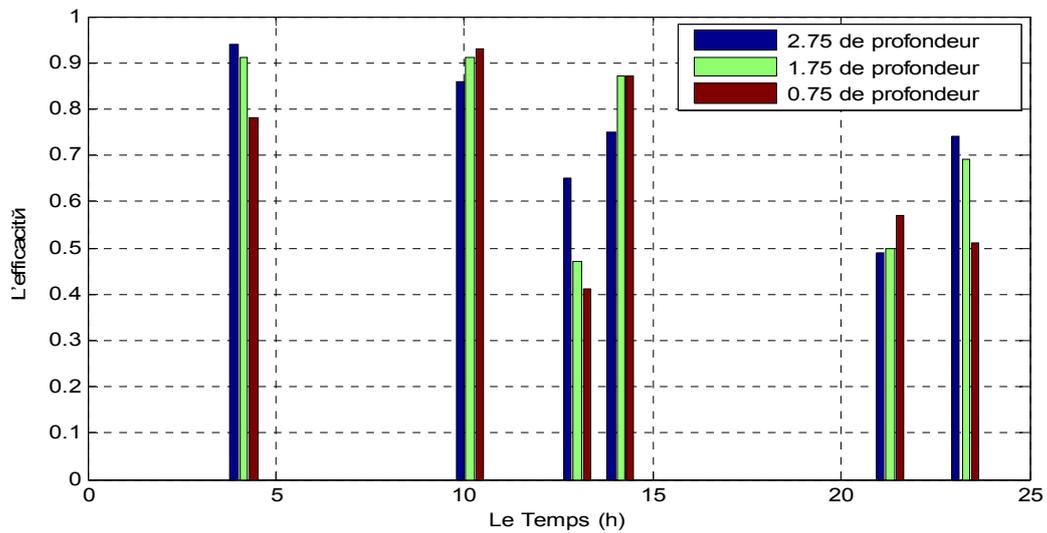


fig. IV. 15 L'évolution de l'efficacité de l'échangeur entrée en fonction de temps a différent profondeur le jour

12.2.18

La figure (IV.15) montre que l'efficacité de l'échangeur de différent point mesure pendant une journée dépend de la variation du profondeur de sol d'une part, entre l'air à la sortie et l'entrée, et entre le sol et l'air à l'entrée.

CHAPITRE 04

CHAPITRE 02

CHAPITRE 03

CHAPITRE 04

Conclusion générale

L'intérêt de l'échangeur thermique air-sol consiste à améliorer tout au long de l'année, les conditions du confort thermiques recherchées. Qu'il soit utilisé en mode réchauffement en hiver ou refroidissement en été, il intervient de manière efficace sur l'amortissement des amplitudes thermiques.

Ce système favorise un confort d'ambiance pour les individus en limitant les contraintes thermiques. La rentabilité de l'échangeur peut être atteinte, s'il permet d'avoir une ambiance plus homogène en termes de température avec une consommation énergétique modérée comparativement aux systèmes conventionnels classiques.

Les résultats obtenus permettent de bien comprendre le fonctionnement de l'échangeur air-sol au cours de la saison hivernale. À l'issue de cette étude expérimentale, on a obtenu l'évolution de la température de l'air le long de l'échangeur en fonction du temps à différentes profondeurs ; Cependant, les écarts de température varient entre 1 et 3°C ; celui de la température du sol, nous ont permis l'analyse des profils de température de l'air véhiculé à travers l'échangeur enterré à une profondeur de 2.75m.

Selon les résultats obtenus en hiver, on a remarqué un écart important de température entre l'entrée et la sortie de l'échangeur qui peut aller jusqu'à 4°C.

Les expériences ont montré que la performance de l'échangeur enterré augmente avec la profondeur.

Les résultats donnent une preuve que l'échangeur de chaleur enterré peut contribuer fondamentalement à l'économie de l'énergie dans les périodes hivernales recommandation

pour la perspective ; la mise en place d'un système de régulation de température permet de commander la température d'entrée d'air dans la conduite et un régulateur du débit d'air en amont de la conduite également.

On conclure les résultats obtenus peuvent améliorer que un bon dimensionnement suivant les caractéristiques (longueur; la vitesse d'écoulement) pour améliorer le confort thermique (hivernale).

résultat et discussion

IV. 1 introduction:

dans ce chapitre on explique notre résultat ; on a tracé notre courbe par un logiciel qui s'appelle l'origine 8.0

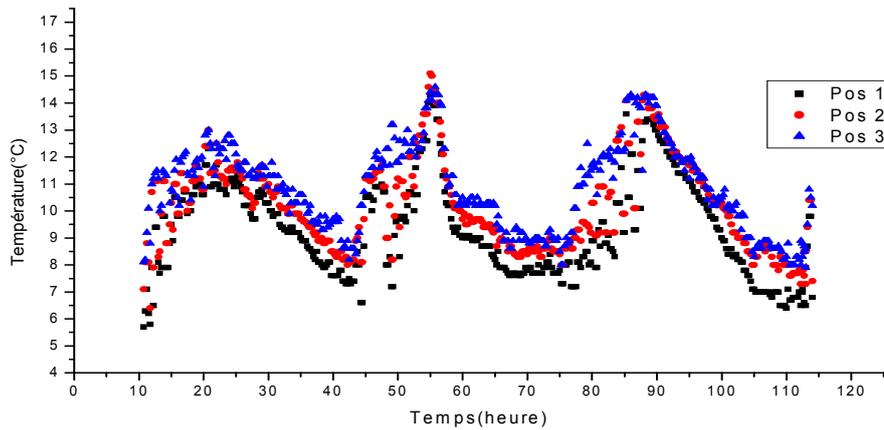


fig. IV.1 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T8) de l'échangeur en fonction du temps a situee a 0.75m le 12.02.18

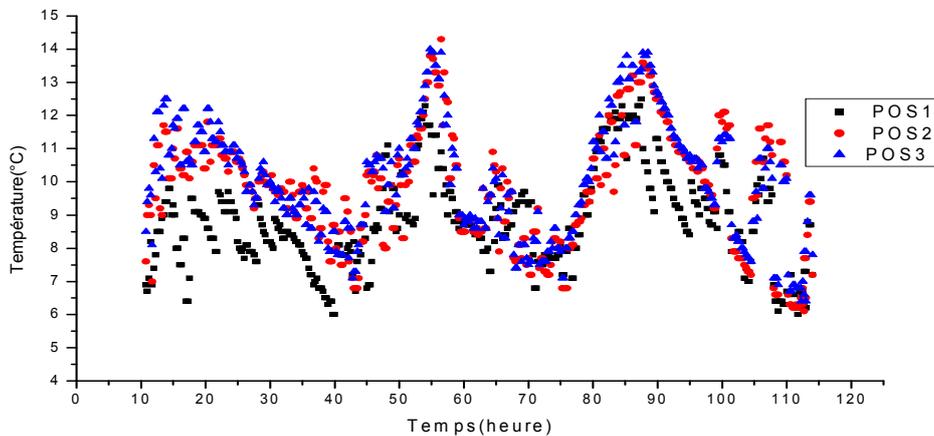


Fig.IV.2 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T08) de l'échangeur en fonction du temps située à 1,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018

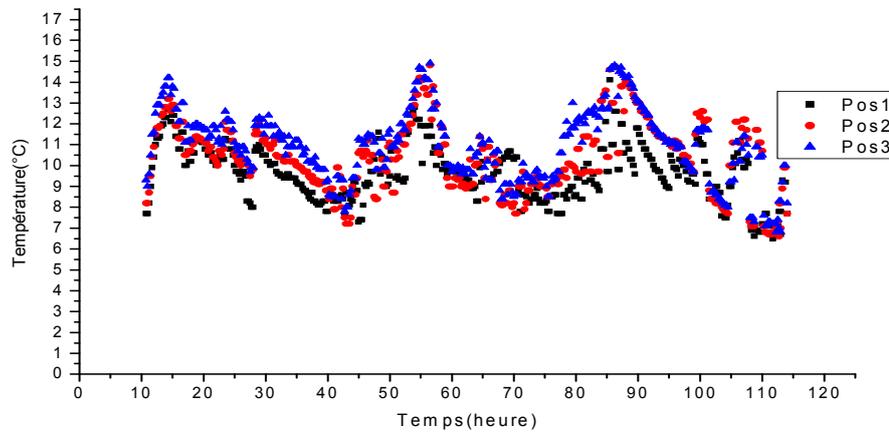


Fig.IV.3 Evolution de la température de l'air à l'entrée (T01), au milieu (T04) et à la sortie (T08) de l'échangeur en fonction du temps située à 2,75 m de profondeur, la journée 12-2-2018

les figures .IV.1, IV.2, IV.3 représente l' évolution de température en fonction de temps de la journée 12.2.18 , a une forme sinusoïdale .

on constate que:

- ✓ on la même allure
- ✓ l'écart entre les thermocouples de température et de l'ordre 1° jusqu'à 2°
- ✓ la température presque constante durant une journée

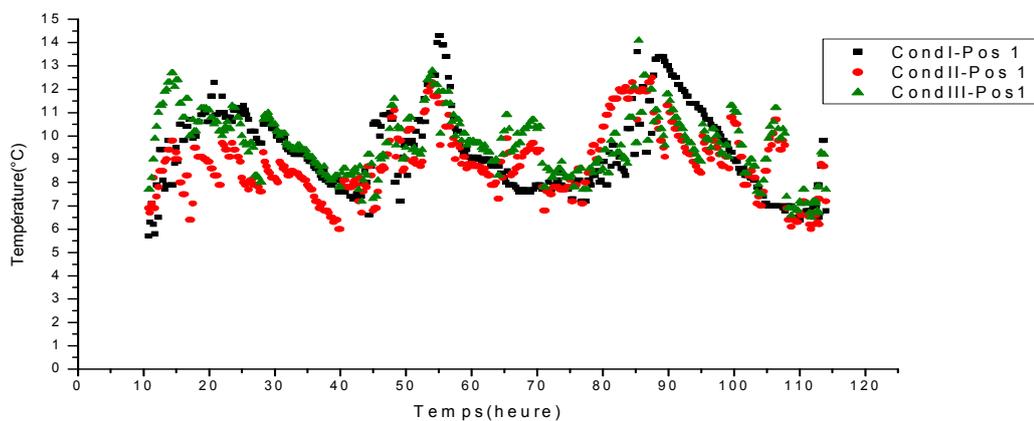


Fig.IV.4 Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position

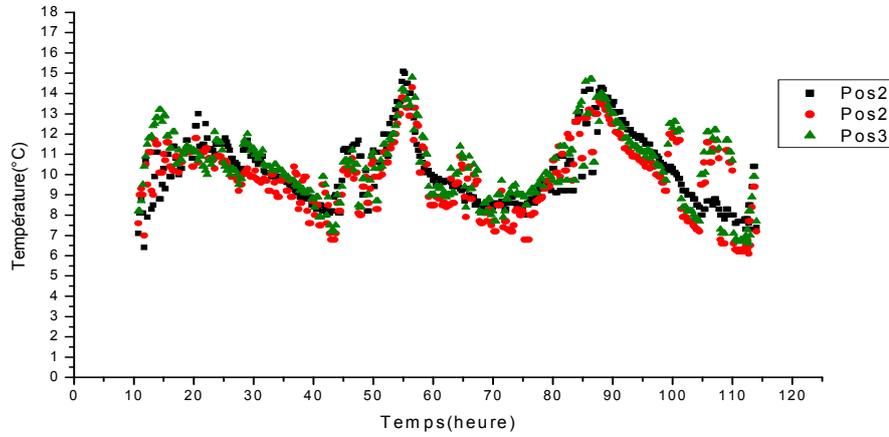


Fig.IV.5comparasion de la variation de temperature de l'air pour les trois conduites pour la meme position

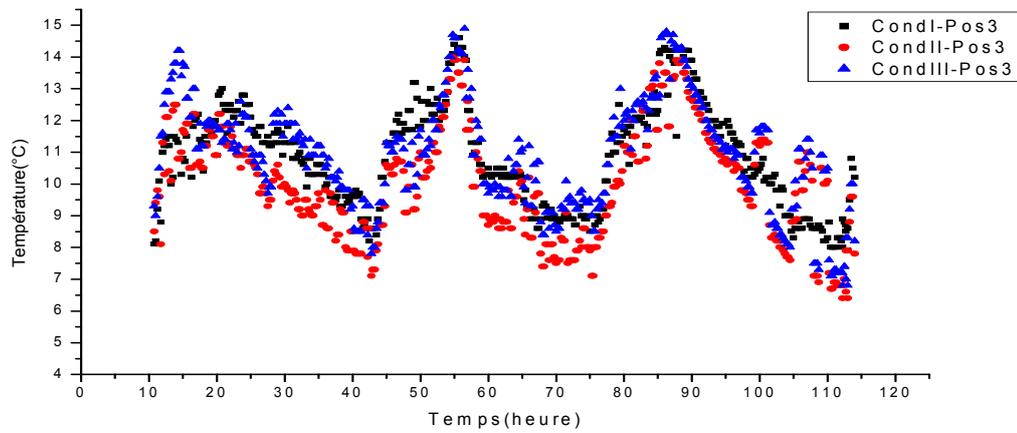
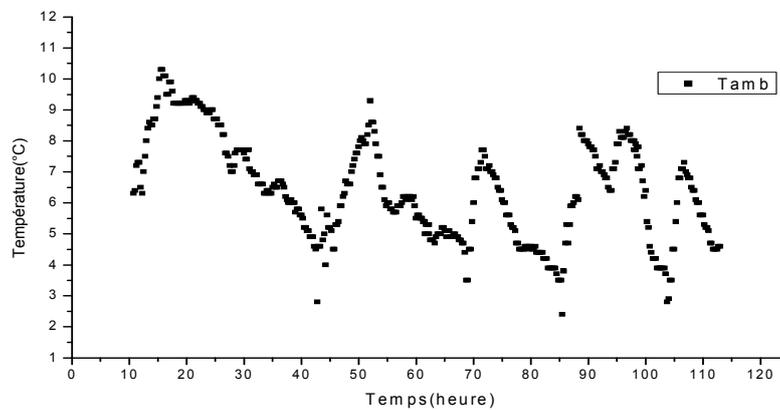


Fig.IV.6 Comparaison de la variation de la température de l'air pour les trois conduites pour la même position

les figures .IV.4, IV.5, IV.6 représente la comparaison de température en fonction de temps a la même position a différent profondeur de la journée 12.2.18 , a une forme sinusoïdale

en montent que:

- ✓ on la même allure
- ✓ l'écart entre les thermocouples de température et de l'ordre 1° jusqu'a 2°
- ✓ la température presque constante durant une journée
- ✓ la 1 et 3 position de thermocouple plus chaud que 2 position



FIGIV.7. Evolution de la température ambiante de la journée 12 - 2 -2018

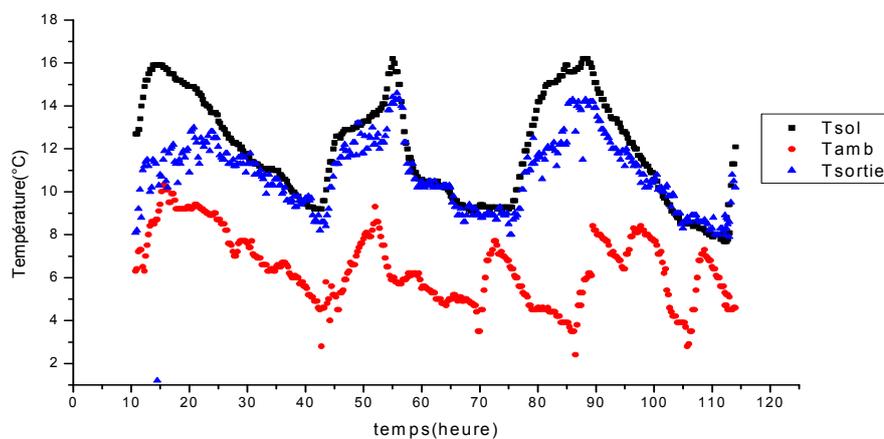


fig.IV.8 comparaison de temperature de sortie; sol et l'ambian de la conduite I en fonction temps le 12.2.18

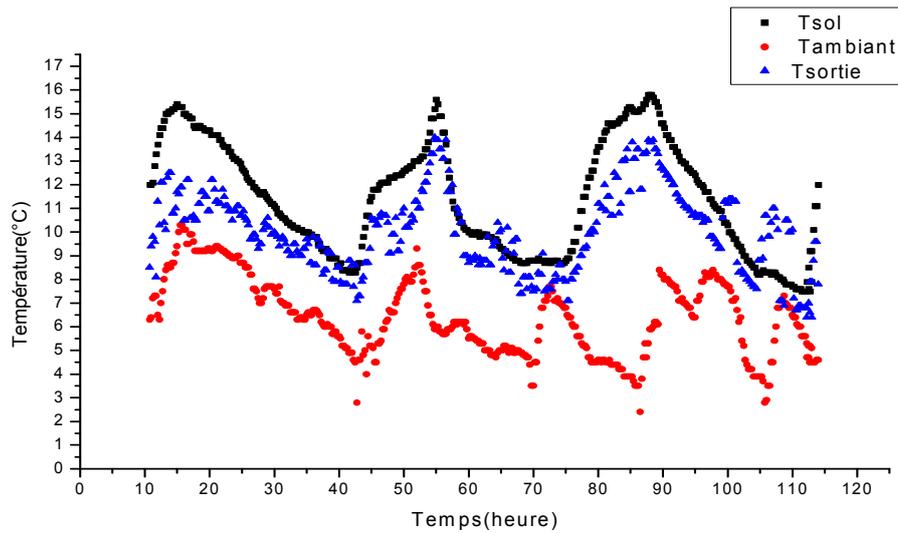


fig.IV.9 variation de temperature de sortie; l'ambient et sol pour la conduite II fonction de temps le 12.2.18

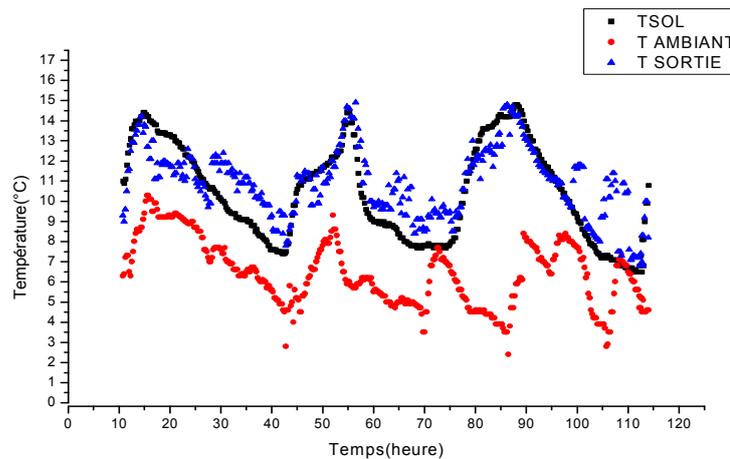


fig.IV.10 variation de temperature de sortie; sol et l'ambient pour la conduite III en fonction de temps pour le 12.2.18

les figures .IV.8, IV.9, IV.10 représente la variation de température de sortie, l'ambient et de sol en fonction de temps de la journée 12.2.18 , a une forme sinusoïdale

on observe que :

- ✓ la même allure
- ✓ les écart de températures varie entre 2 jusqu' 3 degrés
- ✓ la température de l'ambient inferieure que les deux température sortie et de sol .

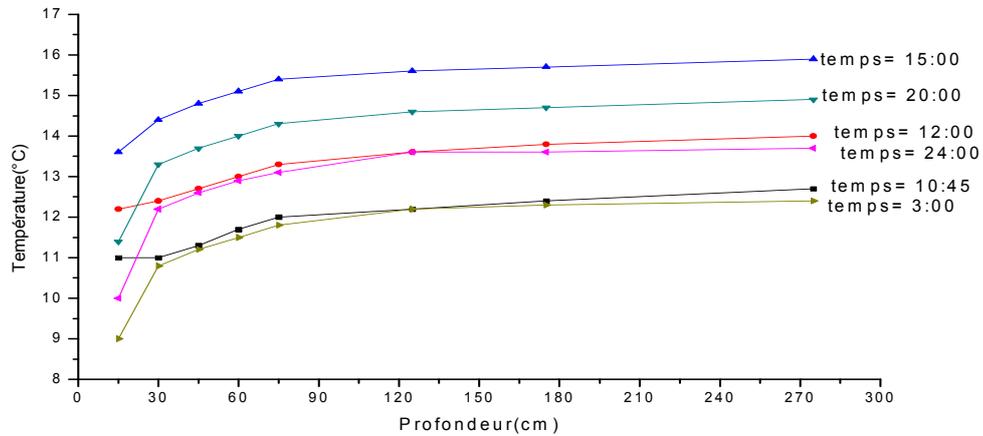


Fig.IV.11 les profils de sol des températures pour différents temps de la journée du 12 2 2018

les figures .IV.11 représente les profils de température de sol en fonction de profondeur a différent temps de la journée 12.2.18 , a une forme sinusoïdale

on constant que :

- ✓ les profils des températures de sol est même allure pour différent temps de la journée
- ✓ la variation de profil de température du sol a été constate de 0 a 75 cm au de la les profils restent constante

Conclusion

Générale

discussion

concernant les 3 figures qui a on les 3 position différent a 3 trois conduite pour différent profondeur.

pour la fig: 1 et la même que fig 2 la 1 et 3 conduite on voir l'évolution de T <L'air> est moins élevées par rapport la 2 conduite durant la journée .

le jour 12.2.18 est un jour pluviométrique ce permet une pénétration de l'eau dans le sol qui donne un dégagement de chaleur .

on voit discontinuité de T a grâce pluviométrie et donne une écart très faibles .

la 1 et 3 conduite est utilisée pour le préchauffage ; la 2 conduite pour le rafraichissement.

fig 3 : pour la 2 et 3 conduite on voit les T <L'air> est élevée par rapport la 1 conduite . une écart très faible ; qui donne une discontinuité de T au bien paramètre très intéressant <dégagement de chaleur>.

la 2 et 3 conduite pour le préchauffage ; 1 conduite pour le rafraichissement.

concernant pour les 3 positions différentes pour la même conduite <0.75m>

on voit la 3 position et 2 position plus chaud que la 1 position . une écart très faible avec une discontinuité de T <L'air> est un jour pluviométrique une faible inertie de la conduite <PVC> a <1.75m> et <2.75m> et la même analyse que <0.75m>

note: un paramètre très sensible si que le débit est constante avec une marche parallèle.

III.1.INTRODUCTION:

dans ce chapitre ; nous allons présenter une description générale de dispositif expérimentale implante dans le site de l'université de Blida ; ainsi que les différents instrument de mesure utilisés dans cette étude .

III.2.description du dispositif expérimental :

ce travail a été réalisée dans l'atelier de gène mécanique LGM a l'université de Blida l'échangeur air/sol montre dans la figure 1 composé d'un tube en PVC divisé en trois fosses a différent profondeur (0.75 ; 1.75; 2.75m) ; le diamètre de la conduite 16cm avec une pente de 1% pour la conduite premier et deuxième (0.75;1.75m) ; la troisième une pente de 2% ; il occupe une superficie de 37.2m² .

une centrale d'acquisition illustrée dans la figure 2 reliée par vingt prélèvement de thermocouples de type T. les thermocouples sont réparties suivant les longueur des conduites pour mesurer les températures de l'air le long des conduites a distance de 0m (entrée de l'échangeur); 1m ; 2m ; 3m ; 4m ; 5m ; 6m ;7m (sortie du l'échangeur).

la vitesse de l'écoulement de l'air est mesurée par un anémomètre a hélice a la sortie du tube et gère anémomètre a hélic de vitesse constante (fig 4) .

les températures de l'air a l'intérieur du tube entrée on été prise toute les 15 minute durant la période de préchauffage .

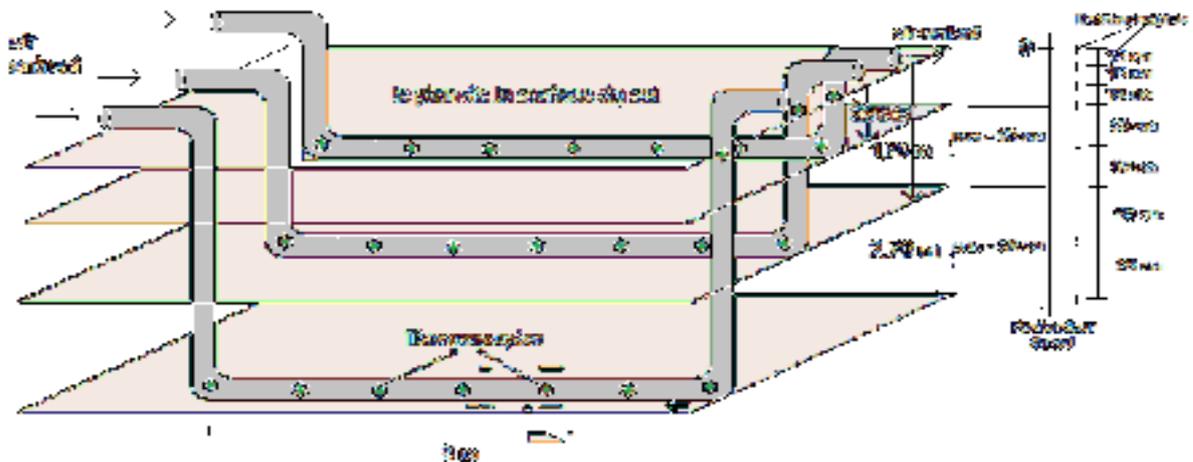


fig.III.1 schéma explicatif de l'implantation des thermocouples pour différent profondeur de l'échangeur air/sol

III.3. centrale d'acquisition:



ordinateur

la carte d'acquisition

les fils de compensations

fig.III.2 la centrale d'acquisition

III.4. la vitesse de vent :

la mesure de la vitesse du vent est effectuée à l'aide d'un anémomètre à hélice à 1.5m/s voir la figure



fig.III.3. anémomètre à hélice



fig .III.4 VENTILATEUR

III.5.la température de sol:

cette figure (III.5) qui présentée le positionnement des thermocouples suivant les profondeur .

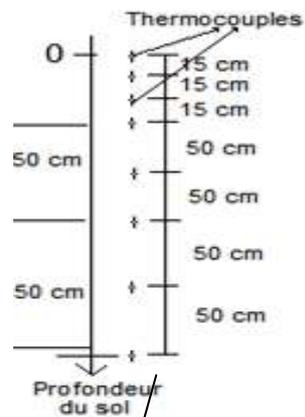


fig.III.5.emplacement des thermocouples
suivant la profondeur sol a 2.75m

fig.III.6 schéma représentatif les position des thermocouples