

Liste des figures

Chapitre I :

Fig. I.1. Schéma simplifié d'un puits canadien monotube (exemple de fonctionnement en préchauffage).....	3
Fig. I.2. Température en sortie de l'échangeur air-sol en fonction de l'absorptivité de la surface du sol.....	5
Fig. I.3. Température en sortie de l'échangeur air-sol en fonction de l'humidité de la surface du sol.....	5
Fig. I.4. Température en sortie de l'échangeur air-sol en fonction de la conductivité du sol...	6
Fig. I.5. Structure du modèle d'échangeur air-sol.....	6
Fig. I.6. Schéma de la géométrie de l'échangeur air-sol.....	7
Fig. I.7. Le maillage proposé.....	8
Fig. I.8. Aspect du maillage (coupe transversale)	9
Fig. I.9. Aspect du maillage (coupe longitudinale)	9
Fig. I.10. Confrontation des températures simulées et mesurées de l'air en sortie d'échangeur	9
Fig. I.11. La température du sol à la profondeur du puits.....	10
Fig. I.12. Evolution annuelle de la température en surface et en profondeur	11
Fig. I.13. Evolution annuelle de la différence de température entre la surface et la profondeur pour un cycle annuel.....	11
Fig. I.14. Evolution annuelle du gain de chaleur apportée par l'échangeur air/sol.....	12
Fig. I.15. Échangeur thermique de Romillé.....	13
Fig. I.16. Évolution des températures au cours des campagnes d'enregistrement.....	13
Fig. I.17. Évolution des températures les plus chaudes d'été et les plus froides hivernales...	14
Fig. I.18. Schéma de principe pour la formulation analytique de l'échange diffusif cylindrique air/sol : Coupes perpendiculaire et longitudinale	15
Fig. I.19. Modélisation analytique par transformée de Fourier d'un échangeur air/sol à condition au bord adiabatique, étude paramétrique.....	15
Fig. I.20. Rendement thermique en fonction de la longueur (L) et du diamètre (D) des tuyaux.....	16

Fig. I.21. Relation entre le débit d'air et diamètre de conduite	17
Fig. I.22. Effet de l'entraxe des tuyaux sur le volume du manteau de sol active pour différents diamètres (D)	17
Fig. I.23. Influence du type de sol sur la puissance de l'échangeur de chaleur souterrain....	18

Chapitre II :

Fig. II.1. La nature du régime d'écoulement (laminaire et turbulent)	21
Fig. II .2. Bilan thermique sur un système élémentaire.....	23

Chapitre III :

Fig.III.1. Schéma présentant les principales sources d'échange de chaleur en sol	25
Fig.III.2. Schéma de principe de fonctionnement du puits canadien	26
Fig.III.3. La température du sol moyen en fonction de profondeur.....	27
Fig.III.4. Tube en méandre.....	28
Fig.III.5. Tube en boucle.....	28
Fig.III.6. Faisceaux de tubes.....	28
Fig.III.7. Système puits canadien avec siphon pour récupération des condensats.....	31
Fig.III.8. Système puits canadien avec regard pour récupération des condensats.....	31
Fig.III.9. La ventilateur mécanique contrôlée(VMC) simple flux.....	33
Fig.III.10. Ventilation à double-flux+ récupérateur de chaleur+ puits canadien.....	33
Fig.III.11. Schéma d'un ventilateur récupérateurs de chaleur (VRC).....	34
Fig.III.12. Schéma d'un ventilateur récupérateurs de chaleur (VRC) à conduits.....	35
Fig.III.13. Type H –raccordement par pénétration par le mur.....	36
Fig.III.14. Type H - raccordement par pénétration par la dalle de fondation.....	36
Fig.III.15. Type V - les 3 tuyaux Terra-Air-flex sont décalés en V vertical.....	37

Chapitre IV

Fig. IV.1. Schéma du Modèle de la température à la sortie de l'échangeur air/sol	39
Fig. IV.2. Le transfert de chaleur dans le sol.	40
Fig. IV.3. Schématisation du problème physique.....	44
Fig. IV.4. Transfert de chaleur entre le tube enterré horizontal et le sol.....	47

Chapitre V

Fig. V.1. Planning de résolution d'un problème...	51
Fig. V.2. La discrétisation de l'équation...	52
Fig. V.3. Schéma à trois points explicite...	52
Fig. V.4. La variation de la température ambiante annuelle pour ville Biskra à 25juillet	54
Fig. V.5. La variation de la température ambiante journalière pour ville Biskra à 25juillet ..	54
Fig. V.6. L'évolution de la température de sol en fonction de temps pour ville Biskra à 25juillet ...	55
Fig. V.7. L'évolution de la température de sol à minuit en fonction de la profondeur pour ville Biskra à 25juillet ...	55
Fig. V.8. L'évolution de la température de sol à midi jour en fonction de la profondeur pour ville Biskra à 25juillet ...	56
Fig. V.9. La variation de la température de sol suivant la profondeur pour ville Biskra à 25juillet ...	56
Fig. V.10. La variation de la température de l'air en centre du tube enterré verticalement. .	57
Fig. V.11. La variation de la température du sol et l'air en fonction de la profondeur...	57
Fig. V.12. La variation de la température de l'air en fonction de la profondeur pour quelques valeurs du rayon de canal...	58
Fig. V.13. La variation de la température de l'air en fonction du rayon pour quelques valeurs de profondeur...	58
Fig. V.14. La variation de la température de l'air à sortie de canal enterrée horizontalement en fonction la longueur...	59
Fig. V.15. La variation de la température de l'air à la sortie de canal enterrée horizontalement en fonction de la vitesse de l'air...	59
Fig. V.16. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction du rapport (R/r) ...	60
Fig. V.17. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction du rapport (R/r) ...	60
Fig. V.18. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction de la conductivité thermique du tube et de la vitesse de l'air...	61
Fig. V.19. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction de la conductivité thermique du tube...	61

Fig. V.20. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction de la conductivité thermique du sol... ..62

Fig. V.21. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction de la conductivité de l'air... ..62

Fig. V.22. La variation de la température de l'air à la sortie du tube enterré horizontalement en fonction de l'efficacité du tube... .. 63

Fig. V.23. La variation de la différence de la pression en fonction de la longueur du tube. 63

Fig. V.24. La variation des pertes de charge en fonction de la longueur du tube... .. 64

Fig. V.25. La variation de la différence de la pression en fonction de la vitesse de l'air....64

Fig. V.26. La variation des pertes de charge en fonction de la vitesse de l'air... .. 65