



Introduction générale :

Le développement économique, les ressources énergétiques et l'environnement sont des termes fortement liés. En effet, le développement économique entraîne des exigences grandissantes de la société dans sa course vers l'amélioration de son bien-être. En parallèle, une sensibilisation sur l'épuisement des ressources énergétiques se développe dans cette même société, mais une utilisation intensive et souvent mal gérée des énergies, met en péril notre écosystème.

La conférence de Kyoto, a tiré la sonnette d'alarme sur les gaz à effet de serre (GES) et un protocole a été signé pour la réduction des GES. L'implication sur l'utilisation rationnelle de l'énergie est directe. Elle ne fait que renforcer la démarche de maîtrise énergétique entamée suite aux crises pétrolières mais cette fois-ci avec une forte composante environnementale.

Le choc pétrolier des années 70, était l'événement majeur qui a mis en lumière la dépendance énergétique mondiale vis-à-vis les énergies fossiles et la nécessité d'entreprendre des recherches sur les méthodes alternatives de génération d'énergie, le but était de développer des sources énergétiques propres, abondantes et bon marché. De façon évidente, une de ces sources relève de la transformation de l'énergie solaire en énergie thermique.

On se retourne donc vers les consommateurs d'énergie. Un des gros consommateurs, identifié depuis les années 70 est le secteur bâtiment. Ce constat a engendré un développement considérable de la recherche en énergétique afin de tendre vers une conception optimale du bâtiment. Les axes de recherche s'étendent de l'enveloppe (isolation, matériaux, vitrages...) jusqu'aux différents types d'installations techniques en incluant des systèmes de régulation et gestion technique.

L'un des obstacles majeurs qui entrave actuellement le développement de la conversion thermo-solaire est l'insuffisante connaissance du fonctionnement des divers types de stockage de celle-ci et en particulier les stockages souterrains. Ce travail couvre un large domaine de ce sujet, l'analyse des articles et des études traitant les différents systèmes du stockage saisonnier de l'énergie solaire par puits géothermique (SSPG) permet, par exemple, de constater la progression des connaissances fondamentales acquises depuis ces deux dernières décennies relatives à la structure et au fonctionnement de ce type de stockage, conduisant à une



compréhension beaucoup plus complète des performances thermiques et dynamiques d'un tel système.

Le stockage se fait par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur en tube en U enterré à une certaine profondeur sous terre en position horizontale ou verticale. Notre étude est donc focalisée sur ce type d'échangeur, en particulier celui en position verticale.

Ce type d'échangeur vertical est généralement inséré dans un forage d'une profondeur donnée, il est appelé capteur ou échangeur vertical géothermique, celui-ci suscite notre intérêt vu ses avantages par rapport à l'échangeur horizontal.

Une grande marge des consommations énergétiques est localisé dans le secteur du bâtiment faisant appel au chauffage et à la climatisation, ce qui induit, d'une part, de lourds investissements et des coûts de fonctionnement importants et risque, d'autre part, de poser des problèmes au niveau de la distribution électrique.

Pourtant, en complément à des mesures adéquates au niveau de l'enveloppe du bâtiment (bonnes protections solaires, inertie, ventilation naturelle), il existe des méthodes simples pour couvrir ces besoins, qui consistent à utiliser le potentiel du sous-sol, grâce aux échangeurs géothermiques verticaux ou grâce à des systèmes horizontaux proches du sol (puits canadiens et apparentés).

Pour mieux comprendre et prédire les phénomènes intervenant dans le bâtiment, la communauté scientifique fait appel aux techniques de modélisation et de simulation numérique. Il en découle que les outils de simulation sont devenus quasiment incontournables pour toute étude en énergétique du bâtiment liées aux exigences de confort et de santé ainsi qu'aux questions économiques et aux impacts environnementaux.

La simulation est un outil important pour l'optimisation des systèmes aussi bien que pour vérifier leurs comportements à long terme.

Evidement le but de notre travail est d'étudier les systèmes du stockage saisonnier de l'énergie solaire par puits géothermique SSPG de plus près pour cela une simulation du comportement dynamique et thermique d'un échangeur de chaleur bi-tubulaire vertical enterré destiné au stockage de l'énergie solaire en utilisant un code CFD est réalisée.

Ce mémoire est composé de 5 chapitres, où les généralités sur le stockage solaire thermique sont abordées dans un premier chapitre. Une revue des travaux analytiques, numériques et expérimentaux des systèmes de stockage de l'énergie solaire sont



exposés au deuxième chapitre. Dans le troisième chapitre, la géométrie étudiée, les équations gouvernantes du problème abordé, et le modèle physique, sont exposées. La résolution numérique et les étapes suivies dans la programmation et la simulation élaborée sont exposés au chapitre 4.

Le cinquième chapitre de ce travail est réservé aux résultats numériques et à leurs interprétations. On présente la qualité du maillage utilisé, les résultats et leurs validations avec les solutions analytiques et numériques existantes dans le domaine, ainsi que les effets des paramètres clés du problème sur le comportement dynamique et thermique du système sont largement développés.

Enfin, une synthèse des principaux résultats obtenus est présentée dans la conclusion générale ainsi que des perspectives futures qui seront dégagés logiquement de ce travail.