



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE ABOU-BEKR BELKAID - TLEMCCEN**

# THÈSE

Présentée à :

FACULTE DES SCIENCES – DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

Pour l'obtention du diplôme de :

**DOCTORAT EN SCIENCES**

Spécialité : Physique Energétique

Par :

**M. SEMAI Hakim**

Sur le thème

---

## **Recherche d'une configuration optimale d'une centrale solaire à cheminée**

---

Soutenue publiquement le 09/07/2017 à Tlemcen devant le jury composé de :

M. BENYOUCEF Boumediene	Professeur	Univ. de Tlemcen	Président
M. BOUHDJAR Amor	Directeur de Recherche	CDER	Directeur de thèse
M. LARBI Salah	Professeur	ENP Alger	Co-Directeur de thèse
M. CHABANE SARI Nacereddine	Professeur	Univ. de Tlemcen	Examinateur
Mme CHAKER Abla	Professeur	Univ. de Constantine I	Examinatrice
M. DRAOUI Belkacem	Professeur	Univ. de Bechar	Examinateur
M. BIBI Triki Nacereddine	Professeur	Univ. de Tlemcen	Invité



Centre de Développement des Energies Renouvelables  
Division Solaire Thermique & Géothermie

**ملخص:** يخصص هذا العمل لدراسة تدفق السائل المضطرب تحت تأثير الحمل الحراري الطبيعي في المدخنة الشمسية لتوليد الطاقة. يتم تنفيذ هذه الدراسة عن طريق المحاكاة العددية باستخدام برمجيات صاتورن (Code\_Saturne) عندما يقترن مع رمز المحاكاة (Code\_Syrthes). وقد أجريت الدراسة على نوعين من محطات الطاقة الشمسية للمدخنة. في أول نموذج، نأخذ الجزء الأرضي، والذي يقع تحت المشعب، كنظام التخزين للحرارة. في نموذج الثاني، أين يتألف نظام تخزين بسطح الأرض وحوض مملوء بالماء، ذوي 10 سم عمق، يغطي كامل سطح الأرضية السفلية. كما تم إجراء تعديلات هندسية على اللاقط وذلك، في حالة الميل للسطح الخارجي للمشعب بالمقارنة مع المستوى الأفقي، وموقع الناشر عند مخرج المشعب وأخيرا انقباض في قسم مرور السائل عند مدخل المدخنة. كما تم دراسة مفهوم الانتروبي لهدف تحسين الاستفادة من التغييرات الهندسية وتأثير هذه الأخيرة على فعالية المدخنة. تم تحديد شروط الحدود اعتمادا على بيانات الطقس، والتي هي متاحة على منطقة أدرار، سمحت النتائج التي تم التوصل إليها، التركيز على تأثير نظام التخزين على أداء المداخل الشمسية لتوليد الطاقة على مدة عملها بعد غروب الشمس وتحديد الموقع المناسب للآلات تحويل الطاقة (التوربينات). كذلك تأثير التعديلات الهندسية التي أجريت على المدخنة الشمسية في كفاءة استخدام الطاقة في محطات الطاقة الشمسية للمداخل.

**كلمات مفتاحية:** محطة توليد الطاقة بمدخنة شمسية، ملقط شمسي، تخزين حراري، جريان مضطرب، جريان غير منتظم.

**Résumé :** Le travail présenté est consacré à l'étude de l'écoulement turbulent de l'air, sous l'effet de la convection naturelle, dans une centrale solaire à cheminée (CSC). Cette étude est effectuée par simulation numérique à l'aide du code Saturne en couplage avec le code Syrthes. L'étude est réalisée pour deux types de centrale solaire à cheminée. Dans la première configuration, on considère seulement le sol qui se trouve en dessous du collecteur comme dispositif de stockage. Dans la deuxième configuration, le dispositif de stockage est composé du sol et d'un bac rempli d'eau, d'épaisseur 10 cm, couvrant toute la surface du collecteur. Des modifications géométriques ont été réalisées sur la dite centrale, en occurrence, l'inclinaison de la surface externe du collecteur par rapport au plan horizontal, l'emplacement d'un diffuseur à la sortie du collecteur et enfin un étranglement de la section de passage effectué à l'entrée de la cheminée. Le concept de génération d'entropie a également été étudié avec l'objectif d'optimiser les configurations géométriques ainsi que l'effet de ces dernières sur l'efficacité de la CSC. Les conditions aux limites seront définies selon les données météorologiques, disponibles sur le site d'Adrar. Les Résultats obtenus nous ont permis de mettre l'accent sur l'influence du système de stockage sur les performances des centrales solaires à cheminée et sur la durée de leur fonctionnement après le coucher de soleil et de déterminer l'emplacement adéquat des machines de conversion énergétique (turbines). Ainsi que, l'effet des modifications géométriques réalisées sur la centrale à cheminée solaire sur le rendement énergétique de ladite centrale.

**Mots clés :** centrale solaire à cheminée, capteur solaire, stockage thermique, écoulement turbulent, écoulement instationnaire.

**Abstract:** This work is dedicated to the study of a turbulent fluid flow under the effect of natural convection in a solar chimney power plant (SCPP). The study is performed by numerical simulation using the Saturne Code coupled with the Syrthes code. The study was conducted for two types of solar chimneys power plants. In the first plant, only the ground portion, which is located below the collector, is taken as the storage system. In the second plant, the storage system is made of the soil and a waterbed, 10 cm thick, covering the entire surface of the collector. Geometric modifications have been made in the plant, i.e. the inclination of the outer surface of the collector with respect to the horizontal plane, the junction of pipe diffuser form at the outlet of the collector and finally a constricted flow section at the chimney entrance. The concept of minimizing the entropy production was also studied with the objective of finding the optimum geometric configurations as well as their effect on the efficiency of SCPP. The boundary conditions will be defined according to the meteorological data, available on the site of Adrar. The obtained results allowed us to emphasize on the influence of the storage system on the performances of SCPP and on the duration of their operating after the sunset and to determine the adequate location for the machines of energy conversion (turbines). As well as, the effect of the adopted geometries on the efficiency of SCPP.

**Key words:** Solar chimney power plant, solar collector, thermal storage, turbulent flow, unsteady flow.