



**HAL**  
open science

## Mise en œuvre d'un Système de Management de l'Energie selon la norme ISO 50001 dans les collectivités

Ebagninin Séraphin Kouaho, Yao N'Guessan, Christophe Marvillet

### ► To cite this version:

Ebagninin Séraphin Kouaho, Yao N'Guessan, Christophe Marvillet. Mise en œuvre d'un Système de Management de l'Energie selon la norme ISO 50001 dans les collectivités. Transition énergétique en situation d'urgence, quelle contribution de la recherche pour une résilience réussie, RESER-JSA03-2022, Dec 2022, Ouagadougou, Burkina Faso. pp.38. hal-03911508v2

**HAL Id: hal-03911508**

**<https://hal.science/hal-03911508v2>**

Submitted on 10 Jul 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



**RESEAU SOUS REGIONAL DE RECHERCHE  
EN ENERGIES RENOUVELABLES**

*Promouvoir les énergies vertes pour un développement durable !*

*Section Burkina Faso*

Espace  
UEMOA

**3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER  
(RESER-JSA03-2022)**

**20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso**

---

**THEME :**

**Transition énergétique et défi sécuritaire en Afrique de  
l'Ouest, quelle contribution de la recherche pour une  
résilience réussie**

---

**Document de travail :  
Résumés des communications orales et des affiches**



**université  
virtuelle**  
Burkina ★ Faso

3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER  
(RESER-JSA03-2022)

20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso

**Comité d'organisation**

<b>Superviseur :</b> Alfa Oumar DISSA		
<b>Président :</b> Eloi S. TIENDREBEOGO		
<b>Rapporteur :</b> Boukare OUEDRAOGO		
<b>Membres :</b>		
Oriane KOUADIO Tizane DAHO, Gaelle Kafira KO, Sié Zakary KAM Yssouf OURMA, Jacques NEBIE, Téré DABILGOU, Luc BATIANA	Abdoulaye COMPAORE, Leila SANOU, Bernard NANA Sidiki ZONGO, Omar BAILOU, Amsétou KANAZOE, Safiatou CISSE	Hassime GUENGANE, Giles christ OUEDRAOGO, Thierry Roger BAYALA Guy Christian TUBREOUMYA, Stanislas SANFO, Ali DIANE, Jean KAFANDO

3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER  
(RESER-JSA03-2022)

20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso

**Comité scientifique international**

<b>Superviseur :</b> Pr Basile KOUNOUHEWA (Bénin)	
<b>Président :</b> Pr N'GUESSAN Kotchi Remi (Côte d'Ivoire)	
<b>Rapporteur :</b> Dr Eloi S. TIENDREBEOGO (Burkina-Faso)	
<b>Vice-Rapporteur :</b> Dr Tchamye T-E. BOROZE (Togo)	
<b>Membres :</b>	
Pr Hassane Amadou SEIDOU MAIGA (Sénégal), Pr Bassirou BA (Sénégal), Pr Sié KAM Dr Lat Grand NDIAYE (Sénégal), Dr Kouami KOKOU (Togo), Dr Gado TCHANGBEDJI (Togo), Dr Messanh MOHOU (Togo), Dr Maglomééna BANNA (Togo), Pr Alfa Oumar DISSA (Burkina Faso), Pr Tizane DAHO (Burkina Faso), Pr Saidou MADOUGOU (Niger), Dr Niéssan KOHIO (Burkina Faso), Dr TUBREOUMYA Guy Christian (Burkina Faso)	Pr Antoine BERE Dr Ali Boubakar (Niger), Dr Yaovi Ouézou AZOUMA(Togo), Dr Soli-N'gobou S. OURO-DJOBO (Togo), Pr Yao AZOUMAH (Togo), Dr Edith KOUASSI Epse KWA-KOFFI (Côte d'Ivoire), Dr Abdoulaye COMPAORE (Burkina-Faso), Dr Aboubakar COMPOARE (Burkina-Faso), Dr Boukare QUEDRAOGO (Burkina-Faso), Dr Hassime GUENGANE (Burkina-Faso), Dr Mohamed SAKO (Côte d'Ivoire), Dr Alphonse Kouadio DIANGO (Côte d'Ivoire), Dr Luc T. BAMBARA (Burkina Faso)

3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER  
(RESER-JSA03-2022)

**20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso**

**SOMMAIRE**

**Conférences inaugurales**

N°	Titre des conférences
P1	<p><b>Thème :</b> « <i>Quel apport des énergies renouvelables dans la poursuite de l'industrialisation de l'espace UEMOA dans un contexte d'atrophie de l'offre des sources d'énergie fossile induit par le conflit Russo-Ukrainien</i> »</p> <p><b>Pr Alfa Oumar DISSA</b></p>

<b>Jour 1 Mardi 20 décembre 2022</b>			
Code	auteurs	tire	salle
<b><u>Sous thème 1</u></b>			
<b>Transition énergétique et Changements climatiques</b>			
A1	Issaka OUEDRAOGO, Windé Nongué Daniel KOUMBEM, Wend Dolean Arsène ILBOUDO	Etude des matériaux hygrochromes d'origine naturelles : cas <i>Necrobia Rufipes</i>	1
A2	Saïdou BAMOGO, Etienne MALBILA, Fati ZOMA, David Y.K. TOGUYENI	Analyse énergétique des conceptions des bâtiments à usage de bureaux	1
A4	<i>HARO Kayaba; TONTOROGBO Abdoul Aziz; NOUROU Abdel Anziph. S. Khalid ; SANOGO Oumar</i>	Valorization of <i>Mangifera indica</i> 's waste by methanization in a digester made from recovered waste	1
A6	Karim TOUSSAKOE, Emmanuel OUEDRAOGO, Kossi B IMBGA, Gilbert Nana, Florent Peléga KIENO, Sié Kam	Prédiction du confort thermique à partir de la température opérative et des indices PMV/PPD dans une voûte nubienne	1

A7	Lucmane KOALA, Tizane DAHO, Oumar SANOGO, Ousmane COULIBALY, Bernard NANA, Haro KAYABA	Impact de l'utilisation de foyers de cuisson sur les niveaux de pollution de l'air intérieur des ménages utilisant les combustibles solides dans les villes subsahariennes : Cas de la ville de Ouagadougou	1
A8	Zoma Vincent, Kaboré Boureima, Kam Sié	Etude numérique du comportement thermique d'un mur contenant du matériau à changement de phase (MCP) dans un climat chaud et sec	1
A11	David NAMOANO, Serge Wendsida IGO, Abdoulaye COMPAORE, Sié KAM	Optimisation énergétique des équipements de rôtisserie au Burkina Faso	1
A14	GNANOU Inza, ZOUNDI Christian, SAWADOGO W. Emmanuel, ZERBO Jean-Louis, et OUATTARA Frédéric	Energetic Dynamics of the Terrestrial Magnetosphere under the Influence of Energetic Particles from High-speed Solar Winds	1
A15	MAIGA Alidou, KAM Sié, TOUSSAKOE Karim, KORGO Bruno, Dieudonné Jospheh BATHIEBO	contribution à la conception de bâtiments bioclimatiques dans le contexte sahélien : études des paramètres hygrothermiques d'une cellule habitable construite en BTC	1
<b>Sous thème 2</b>			
<b>Energies renouvelables et Applications</b>			
B1	Bouwèreou BIGNAN-KAGOMNA, Issaka Ouedraogo, Daniel Windé Nongué Koumbem, Gado Tchabode	Modélisation numérique d'un concentrateur cylindro-parabolique pour la conception d'une centrale solaire Thermodynamique dans la région du sahel au Burkina Faso	2
B2	Guy Christian Tubreoumya, Téré Dabilgou, Eloi Salmwendé Tiendrebeogo, Oumar Bailou, Kayaba Haro, Belkacem Zeghmati, Alfa Oumar Dissa, Jean Koulidiaty, Antoine Bere	Titre de la communication : Fonctionnement optimal d'un réfrigérateur solaire écologique	2
B3	Boubacar SORO, Mahamadi SAVADOGO, Bernard ZOUMA, Martial ZOUNGRANA, Issa ZERBO	Influence du photocourant et de la phototension sur le profile de température d'une cellule PV au silicium polycristallin sous concentration de 50 soleils	2
B21	ZERBO Desire, TIENDREBEOGO S. Eloi, DISSA Alpha Oumar	étude de l'influence de la température de cuisson d'une brique de terre cuite sur les propriétés	2
B8	André Luc BATIANA	Caractérisation et modélisation du séchage indirect des feuilles de Moringa Oleifera	2

B9	Jacques Nébié, Alfred Bayala, Drissa Ouédraogo, Issoufou Ouarma, Boubou Bagré, Sidiki Zongo ; Guy.C. Tubreoumya ; Illyassé Konkobo;Tizane Daho; Antoine Béré	Performance assessment of a solar cooker integrating a sensible heat storage system	2
B10			2
B12	Souleymane Ouedraogo, G. Gilbert Nana, Karim Toussakoé, Thierry S. Maurice Ky, Dieudonné Joseph Bathiébo ; Sié Kam	Présentation d'un capteur solaire en convection naturelle annexé à une chambre de séchage	2
B15	Abdoulaye Kabore, Samuel Ouoba, Kayaba Haro, Leonard T. Ouedraogo, Ousmane Guiro, Antoine BERE	Evaluation de la dégradation des performances énergétique d'une centrale solaire photovoltaïque raccordée au réseau électrique en zone type soudano-sahélien	2
B16	Roland LANKOUAND, G. Gilbert NANA, Souleymane OUEDRAOGO, Kalifa PALM, Sié KAM, Frédéric OUATTARA	Simulation numérique de l'écoulement de l'air dans un séchoir solaire indirect à convection naturelle	2
<b>Jour 1 Mardi 20 décembre 2022</b>			
<b>Sous thème 1</b>			
<b>Transition énergétique et Changements climatiques</b>			
A5	Sahi Roland DIOMANDE, Yao N'GUESSAN, Kotchi Remi N'GUESSAN	approche numérique de prédiction de la température des sols en côte d'ivoire	1
A9	Léonce Wehnelt TOKAM ; Sanoussi S. OURO-DJOBO	Identification des facteurs D'accroissement de la consommation D'électricité dans les ménages en Afrique subsaharienne : cas de la ville de Yaoundé au Cameroun	1
A13	NOUA G. Christiane, FANOU FOGNY Nadia	Dynamique et facteurs influençant la Consommation alimentaire des femmes dans 9 aires culturelles de 1960 - 2020 au Bénin	1
A16	Montcho Crépin HOUNLONON, Adéyèmi Clément KOUCHADÉ, Alexis Enagnon MEDEHOUEYOU, Vincent GOHOUNGO, Aristide Comlan HOUNGAN, Basile KOUNOUHEWA	Caractéristiques physiques mécaniques et acoustiques des bois de Anogeissus leiocarpa, Manilkara multinervis et Cylicodiscus gabunensis au Bénin	1
A18	Séraphin Ebagninin KOUAHO, Yao N'GUESSAN, Christophe MARVILLET	Mise en œuvre d'un Système de Management de l'Energie selon l'ISO 50001 dans les collectivités	1
<b>Sous thème 2</b>			
<b>Energies renouvelables et Applications</b>			

B4	Harouna SANI DAN NOMAO, Makinta BOUKAR, Saïdou MADOUYOU	Analyse géométrique et optimisation d'un concentrateur parabolique pour production aux deux récepteurs thermique à son foyer	2
B6	Guy M. TOCHE TCHIO, Sanoussi S. OURO-DJOBO	Analyse des modes de défaillance des centrales solaires photovoltaïques	2
B7	Mounirou KARIMOU, Rachidi Adéniyi YESSOUFOU	Mixed spin-2 and spin-3/2 Blume- Emery-Griffiths (BEG) Model on the Bethe Lattice	2
B11	Armel Vitouleya, Gabin KOTO N'GOBI, Clément KOUCHADE, Guy Hervé Hounguea, Julien Adouknpè, Basile Kounouhéwa	Elaboration de modèles théoriques pour le séchage de la tomate à partir des données d'un séchoir à convection forcée	2
B13	Z. Makir, Oumar A. Niasse, N. Mbengue	Améliorer la modification spectrale pour les applications dans les cellules solaires	2
B14	AMADOU ARIFA Hassan	Procédés spray pyrolyse pour le dépôt de couches minces de sulfure de zinc pour des applications PV	2
<b><u>Sous thème 1</u></b>			
<b>Transition énergétique et Changements climatiques</b>			
A3	Augustin, E. Léodé; Gabin Koto n'gobi; Clément Kouhadé; Alexis Mèdéhounou; Odilon Towanou et Basile Kounouhéwa	étude des performances d'un prototype de pile à combustible à membrane échangeuse de protons au bénin	1
A19	Omar Kata FAYE / Lat Grand NDIAYE	Optimisation de la coproduction de biométhane à partir des pulpes de la pomme de cajou et la bouse de vache en régime mésophile.	1
A20	Bernard N. TOKPOHOZIN, Mathias A. HOUEKPOHEHA, Guy H. HOUNGUE, Basile B. KOUNOUHEWA	lien entre l'énergie des houles et la mobilité du trait de côte dans le golfe de guinée/bénin	1
<b><u>Sous thème 2</u></b>			
<b>Energies renouvelables et Applications</b>			
B17	Ceptime Ahlonsou, Pagal Agbanglanon, Epipahne Sodjinou, Romain Glèlè Kakai	Determinants of organic cotton farming unit's technical efficiency in Benin: a stochastic output distance function approach	2
B18	Macaire Bienvenu AGBOMAHENA, Audace DIDAVI, Renaud d'ALMEIDA Yao GNANGBOLOU	Techniques Identification des Périodes de Production Optimales d'un Générateur Photovoltaïque par Clustering	2
B19	KADJO Boua Sidoine	Valorisation énergétique des coques de noix de cajou	2
B20	BA Asma Abderrahmane	Production du biocarburant à partir de macrophytes : Cas du	2



		biobutanol et son usage sur les moteurs	
--	--	---	--

**3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER  
(RESER-JSA03-2022)**

**20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso**

**PROGRAMME DES JOURNEES**

**Jour 1 : Mardi 20 décembre 2022**

○ **Matin**

<b>CEREMONIE D'OUVERTURE</b>		<b>Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Faso</b>
8h00 – 8h30	Accueil et enregistrement	
8h30-9h00	Mise en place des invités et des participants	
9h00 – 10h30	Cérémonie officielle d'ouverture des JSA03-2022	
	Mot de bienvenue du Président CO	
	Intervention du Vice-Président RESER BF des JSA03-2022, Pr Alfa Oumar DISSA	
	Discours d'ouverture, Pr Yao N'GUESSAN, président du RESER, INP-FHB, Côte d'Ivoire	
10h30 – 11h00	<b>Pause-café</b>	
<b>CONFERENCE</b>		
11h00 – 12h00	<b>Conférence plénière sur « Quel apport des énergies renouvelables dans la poursuite de l'industrialisation de l'espace UEMOA dans un contexte d'atrophie de l'offre des sources d'énergie fossile induit par le conflit Russo-Ukrainien »</b>	
Modérateur	Dr Sanoussi S. OURO DJOBO (Togo)	
Rapporteur :	Pr Kotchi Remi N'GUESSAN (Côte d'Ivoire)	
Intervenant	Pr Alfa Oumar DISSA (Burkina Faso)	
12h00-13h00	<b>Pause-Déjeuner</b>	

○ **Après midi**

13h00 – 17h00	<b>Session de communication scientifique N°1 : Sous thèmes 1 à 2</b>	<b>Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Faso</b>
13h30 – 15h00	Sous Thème 1 : Communications : <b>A1 ; A2 ; A4 ; A6, A7</b> <b>Président</b> : Pr Basile KOUNOUHEWA (Benin) <b>Rapporteur</b> : Dr KO Gaelle (Burkina Faso)	
15h30 – 17h00	<b>Sous Thème 1 : Communications</b> : A8, A11, A14, A15, A17 <b>Président</b> : Pr Saidou MADOUGOU (Niger)	

	<b>Rapporteur</b> : Dr Ali Aboubacar (Niger)	
13h30 – 15h00	Sous Thème 2 : Communications : <b>B1 ; B2 ; B3 ; B5 ; B8</b> <b>Président</b> : Pr Yao N'GUESSAN (Côte d'Ivoire) <b>Rapporteur</b> : Dr ZONGO Augustin (Burkina Faso)	Salle UVBF
15h30 – 17h00	Sous Thème 2 : Communications : <b>B9 ; B10 ; B12, B15, B16</b> <b>Président</b> : Pr Yao AZOUMAH (Togo) <b>Rapporteur</b> : Dr Alphonse Kouadio DIANGO (Côte d'Ivoire)	

### Jour 2 : Mercredi 21 décembre 2022

8h00 – 10h30	<b>Session de communication scientifique N°2 : Sous Thèmes 1 à 2</b>	
8h00 – 10h00	Sous Thème 1 : Communications : <b>A5 ; A9 ; A12 ; A13 ; A16 ; A18</b> <b>Président</b> : Dr Sanoussi S. OURO DJOBO (Togo) <b>Rapporteur</b> : Dr Boubacar SORO, (Burkina Faso)	Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Faso
	Sous Thème 2 : Communications : <b>B4 ; B6 ; B7 ; B11 ; B13 ; B14 ;</b> <b>Président</b> : Dr Lat Grand NDIAYE (Sénégal) <b>Rapporteur</b> : Dr Kayaba HARO, IRSAT (Burkina Faso)	Salle UVBF
10h00-10h30	<b>Pause-café</b>	
10h30-11h30	<b>Session de communication scientifique N°3 : Sous Thèmes 1 à 2</b>	
10h30 – 11h30	Sous Thème 1 : Communications : <b>A3 ; A10 ; A19, A20</b> <b>Président</b> : Dr Tchamye T-E. BOROZE (Togo) <b>Rapporteur</b> : Dr Guy Christian TUBREOUMYA (Burkina Faso)	Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Fas
	Sous Thème 2 : Communications : <b>B17 ; B18, B19 ; B20</b> <b>Président</b> : Dr Issaka OUEDRAOGO, IRSAT (Burkina Faso) <b>Rapporteur</b> : <b>Dr GUIBILA Karim</b> (Burkina Faso)	Salle UVBF
<b>Formation</b>		
11h30 – 13h30	Formation sur la rédaction des projets et la recherche de financement	Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Faso
Intervenant	<b>Pr NANEMA</b>	
13h30 – 14h00	<b>Pause-Déjeuner</b>	

### Jour 3 : Jeudi 22 décembre 2022

<b>ASSEMBLEE GENERALE DU RESER</b>		
9h	Mise en place terminée des membres du RESER	Salle de Conférence Université Virtuelle du Burkina Faso
9h – 9h15	Intervention du président du bureau régional du RESER, Pr Yao N'GUESSAN, INP-FHB, Côte d'Ivoire	
9h15-10h00	Echanges	
10h-11h00	Pause-café	
11h-12h00	Renouvellement du bureau régional	
<b>CLOTURE OFFICIELLE DES JSA03 2022</b>		
12h-13h00	Cérémonie de Remise des Attestations	

	Conclusions et Recommandations des JSA03 2022 par le Président du Comité d'Organisation, Dr Eloi S. TIENDREBEOGO	
	Discours de clôture du Pr Yao N'GUESSAN, Président, INP-FHB, Côte d'Ivoire	
	<b>Pause-Déjeuner</b>	
	Fin de la cérémonie	

### **3<sup>èmes</sup> JOURNEES SCIENTIFIQUES ANNUELLES DU RESER (RESER-JSA03-2022)**

**20 – 22 Décembre 2022, OUAGADOUGOU – Burkina Faso**

#### Note introductive

Depuis sa création en 2018, le réseau sous régional de recherche en énergies renouvelables (RESER) joue un rôle de développement des énergies renouvelables par la recherche, l'innovation et la vulgarisation ; de promotion de l'efficacité énergétique et de fédération d'énergie entre les personnes physiques et morales (acteurs scientifiques, secteur privé, secteur public, partenaires au développement) œuvrant dans le domaine des énergies renouvelables et leurs applications dans les processus de développement des pays de la zone UEMOA. Le RESER compte sept (07) sections (Côte d'Ivoire, Bénin, Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal et Togo) et représente une communauté très large et variée.

Ces 3<sup>èmes</sup> Journées Scientifiques du RESER-JSA03-2022, sont destinées à l'ensemble des acteurs intervenant dans le domaine des énergies renouvelables (Enseignants, Chercheurs, Doctorants, Professionnels, Clients, partenaires au développement) et ont pour objectif principal, le partage des idées et des expériences et la constitution d'une base de données des personnes ressources, des thématiques de recherche et des innovations dans le domaine, en vue de leur vulgarisation auprès des populations et des bailleurs de fonds qui viendront, de par leur appui, contribuer au développement des activités de recherche et d'innovations.

Le Superviseur du Comité scientifique

**Pr Kotchi Remi N'GUESSAN,**  
INP-FHB, Côte d'Ivoire

Avec le soutien matériel et financier de



## **CONFERENCES INAUGURALES**

THÈME :

*« Quel apport des énergies renouvelables dans la poursuite de l'industrialisation de l'espace UEMOA dans un contexte d'atrophie de l'offre des sources d'énergie fossile induit par le conflit Russo-Ukrainien »*

## **Sous thème 1**

### **Transition énergétique et Changements climatiques**

A1 : Etude des matériaux hygrochromes d'origine naturelles : cas *Necrobia Rufipes*.....

Issaka OUEDRAOGO <sup>1\*</sup>, Windé Nongué Daniel KOUMBEM<sup>2</sup>, Wend Dolean Arsène  
ILBOUDO<sup>2,3</sup>,

<sup>1</sup>Laboratoire des Systèmes d'énergie Renouvelable et Environnement (LASERE), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et  
Technologies 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Laboratoire d'énergie Thermique et Renouvelable (LETRE), UFR/SEA, Université Joseph Ki ZERBO de Ouagadougou, 03 BP : 7021  
Ouagadougou 03, Burkina Faso.

\* Auteur correspondant ; Email : [issaka72ouedraogo@gmail.com](mailto:issaka72ouedraogo@gmail.com)

#### **Résumé :**

Dans cette étude, nous nous intéressons aux matériaux hygrochromes issues du milieu des micro-organismes vivants particulièrement les insectes. Ainsi, l'étude porte les origines des réflexions de la coloration bleue des l'ailes d'un insecte appelé de *Necrobia Rufipes*. Nous combinons une méthode expérimentale et numérique, pour expliquer la structure responsable de la couleur bleue des ailes. Les résultats expérimentaux ont montré un pic principal à  $\lambda = 450$  nm pour un échantillon de l'aile sèche et à  $\lambda = 548$  nm pour un échantillon imprégné d'eau, sous angle d'incidence à  $15^\circ$ . Cette bande réfléchissante correspond à la couleur bleue et verte selon la Commission Internationale Eclairage. La reproduction numérique du spectre de réflectance par simulation indique une longueur d'onde  $\lambda = 447$  nm et  $\lambda = 506$  nm. Ces résultats montrent qu'une multicouche est responsable de la couleur bleue. On remarque que

l'angle d'incidence augmente, le principal le pic de réflexion se déplace vers des longueurs d'ondes plus petites. L'échantillon imprégné d'eau montre une propriété intéressante, car elle change de couleur en fonction du taux d'humidité relative. Cette propriété est la base des matériaux hygrochromes, peut être utilisée dans le l'industrie alimentaire.

.....

**Mots clés : Matériaux Hygrochromes, Spectre Réflectance**

**Abstract :**

In this study, we are interested in hygrochromic materials from the environment of living microorganisms, particularly insects. Thus, the study bears the origins of the reflections of the blue coloration of the wings of an insect called *Necrobia Rufipes*. We combine an experimental and numerical method to explain the structure responsible for the blue of the wings. The experimental results showed a main peak at  $\lambda=450$  nm for a sample of the dry wing and at  $\lambda=548$  nm for a sample impregnated with water, at an angle of incidence at  $15^\circ$ . This reflective tape corresponds to the color blue and green according to the International Lighting Commission. The digital reproduction of the reflectance spectrum by simulation indicates a wavelength  $\lambda=447$  nm and  $\lambda=506$  nm. These results demonstrate that a multilayer is responsible for the blue color. Note that as the angle of incidence increases, the main reflection peak shifts to smaller wavelengths. The sample impregnated with water shows an interesting property, because it changes color depending on the relative humidity rate. This property is the basis of hygrochromic materials, can be used in the food industry.

**Keywords:** Hygrochromic Materials, Reflectance Spectrum

**Références bibliographiques**

- [1] Ouédraogo, I. NANEMA, E. Ouedraogo, B. Ouedraogo, A. Simonis, P. Zeghmati , B. Structural Layers Origin Of The Blue Colour Reflections On The Wings Of The *Junonia Orithya Madagascarensis* . *European Scientific Journal*. 2016, 12, P. 147-156.
- [2] Vigneron, J. P. Colomer, J. F. Rassart, M. A. Ingram, L and Lousse, V. Structural origin of the colored reflections from the black-billed magpie feathers. *Phys. Rev. E*, 2006, 73 :021914. PP. 1–7.
- [3] Ouédraogo, I. Igo , W.S. Ouedraogo, A. Simonis, P. Zeghmati, B. Reflectance Spectrum of a Color Blue Generated by Curved Multilayer and Iridescent of the Elytron of the *Calidea Signata* Bug . *European Scientific Journal*. 2016, 12, P.1-11
- [4] Balint, Zs. Vértesy, Z. Biro, L .P. Microstructures and nanostructures of high Andean *Penaincisalia lycaenid* butterfly scales. *J. Nat. Hist.* 2005, PP.2935–2952.
- [5] Ouedraogo, I. Traore, M. Ouedraogo, A. Zeghmati, B. Hygrochromic Materials Generated by Multilayer of Elytron of the *Necrobia rufipes*. *British Journal of Applied Science & Technology*. 2016.18(3) : 1-6.

Saïdou BAMOGO<sup>1\*</sup>, Etienne MALBILA<sup>3,4</sup>, Fati ZOMA<sup>1,4</sup>, David Y.K. TOGUYENI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement (LPCE)-Université JKZ-UFR/SEA-03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Ecole Polytechnique de Ouagadougou (EPO), Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>3</sup>Laboratoire d'Énergie Thermique et Renouvelable (LETRE)-Université JKZ-UFR/SEA-Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>4</sup>Université de Fada, Burkina Faso

\* Saïdou BAMOGO; Email : [bamsa61@gmail.com](mailto:bamsa61@gmail.com)

## Résumé :

Dans le contexte de ce travail, la directive N° 0005/2020/CM/UEMOA fixant les mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments décrit le bâtiment comme une construction dotée d'un toit de murs et d'un plancher, dans laquelle de l'énergie utilisée contribue à l'établissement du climat intérieur.

Au Burkina Faso, la consommation d'électricité durant la période 2008-2009 s'élevait à 45% de la consommation d'électricité totale du pays selon le rapport 2013 de Sustainable Energy For All. Les statistiques de la Direction Générale de l'Energie et de l'Institut National de la Statistique et de la Démographie montrent que le taux d'urbanisation est passé de 22,7 % en 2006 à 26,3 % en 2019, et le taux d'électrification urbain de 13,6% en 2010 à 68,69% en 2018. Ces statistiques entraînent sans doute une augmentation du taux de consommation d'électricité des bâtiments.

C'est pourquoi, la problématique de la maîtrise des consommations énergétiques des bâtiments s'invite aux réflexions des enjeux énergétiques. Notre étude y contribue avec la réalisation d'une analyse énergétique bâtiments, axée sur des paramètres tels que le coefficient de forme, le ratio ouverture/mur, le coefficient volumique de transmission thermique, la capacité thermique et les besoins énergétique annuels des bâtiments. Vingt-six (26) conceptions de bâtiment à usage de bureau ont été étudiées dans ce travail.

Pour l'ensemble des conceptions analysées, le coefficient de forme et le ratio ouverture/ mur des bâtiments varient respectivement de 0,30-0,83 m<sup>-1</sup> et de 6%-24,7%. De même, le coefficient volumique de transmission thermique des bâtiments est situé entre 0,334 et 0,680 W/(m<sup>3</sup>.K). Quant aux besoins énergétique annuel des bâtiments, la fourchette des valeurs se situe entre 71 à 149 kWh/m<sup>2</sup>.



Cette étude a permis de doter une identité énergétique à ses bâtiments et de rendre compte d'une manière générale de la performance énergétique des conceptions actuelles des bâtiments au Burkina Faso.

**Mots clés :** bâtiment, besoin énergétique, coefficient de transmission, ratio ouverture/mur

**Abstract :**

In the context of this work, Directive No. 0005/2020/CM/UEMOA establishing energy efficiency measures in buildings describes the building as a construction with a roof of walls and a floor, in which energy used contributes to the establishment of the indoor climate.

In Burkina Faso, electricity consumption during the period 2008-2009 amounted to 45% of the country's total electricity consumption according to the 2013 Sustainable Energy For All report. Statistics from the Directorate General of Energy and the National Institute of Statistics and Demography show that the urbanization rate increased from 22.7% in 2006 to 26.3% in 2019, and the urban electrification rate from 13.6% in 2010 to 68.69% in 2018. These statistics undoubtedly lead to an increase in the rate of electricity consumption of buildings.

This is why the issue of controlling the energy consumption of buildings invites us to reflect on energy issues. Our study contributes to this with the realization of a building energy analysis, focusing on parameters such as the shape coefficient, the opening/wall ratio, the volume coefficient of thermal transmission, the thermal capacity and the annual energy needs of the buildings. Twenty-six (26) office building designs were studied in this work.

For all the designs analysed, the shape coefficient and the opening/wall ratio of the buildings vary from 0.30-0.83 m<sup>-1</sup> and 6%-24.7% respectively. Similarly, the volume coefficient of thermal transmission of buildings is between 0.334 and 0.680 W/(m<sup>3</sup>. K). As for the annual energy needs of buildings, the range of values is between 71 and 149 kWh/m<sup>2</sup>.

This study made it possible to give an energy identity to its buildings and to report in general on the energy performance of current building designs in Burkina Faso.

**Keywords :** building, energy requirement, transmission coefficient, opening/wall ratio

**Références bibliographiques:**

[1] Christoph Zürcher; Thomas Frank. (2014). Physique du bâtiment : Construction et Energie (1. édition). ISBN 978-3-7281-3445-5.

[2] Catalina, T., Virgone, J., Roux, J., Blanco, E., Catalina, T., Virgone, J., Roux, J., Blanco, E., & De, E. (2009). Effet de l' inertie thermique, de la surface vitrée et du coefficient de forme sur les besoins en chauffage d' une habitation To cite this version : HAL Id : hal-00411796

[3] Chahwane, L. (2012). Valorisation de l' inertie thermique pour la performance énergétique des bâtiments To cite this version : HAL Id : tel-00701170 Valorisation de l' inertie thermique pour la performance énergétique des bâtiments. Thèse

[4] Ernesto, V. R. (2016). Processus de conception énergétique de bâtiments durables

[5] Izard, J. (2006). Le coefficient de forme du bâtiment. *Article*

### A3 : ETUDE DES PERFORMANCES D'UN PROTOTYPE DE PILE A COMBUSTIBLE A MEMBRANE ECHANGEUSE DE PROTONS AU BENIN

Augustin, E. Léodé; Gabin Koto n'gobi; Clément Kouchadé; Alexis Médéhouénu; Odilon Towanou et Basile Kounouhéwa

Laboratoire de Physique du Rayonnement (LPR), Département de Physique, Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC)

**Auteur correspondant:** leodeaugustin@gmail.com

#### **Résumé**

De nos jours, l'énergie est fondamentale pour le développement socio-économique de toutes les nations. Mais l'utilisation des énergies fossiles pose un problème fondamental pour la pérennité de la vie sur terre à cause des émissions peu maîtrisées des gaz à effet de serre, responsable du réchauffement global. Ainsi, l'hydrogène se trouve comme l'un des sources d'énergie renouvelable alternative durable pour l'avenir. La pile à combustible à membrane échangeuse de protons utilise le dihydrogène comme combustible pour produire de l'électricité. Cependant, elle reste très peu développée en Afrique de l'Ouest notamment au Bénin alors qu'elle apparaît comme une solution prometteuse aux problèmes dans une chaîne de conversion ou de gestion de l'énergie. L'élément principal qui fait une pile à combustible est sa membrane. Rare, elle joue un rôle fondamental dans le dispositif de la pile à combustible en autorisant les échanges de protons générés de l'anode vers la cathode. L'étude des performances d'une pile à combustible s'avère indispensable pour comprendre le fonctionnement de la membrane et son optimisation. Le modèle d'Amphlett est utilisé dans le présent travail pour apprécier les performances de notre prototype. Les

courbes de puissance et de température en fonction de la densité de courant confirment la qualité du dispositif et permettent d'envisager la fabrication de la membrane échangeuse de protons à partir de nos matériaux locaux afin de valoriser ces ressources en République du Bénin.

**Mots clés** : Energies renouvelables, dihydrogène, Piles à combustible, Membrane

### **Abstract**

Today, energy is fundamental to the socio-economic development of all nations. But the use of fossil fuels poses a fundamental problem for the sustainability of life on earth because of poorly controlled emissions of greenhouse gases, responsible for global warming. Thus, hydrogen stands as one of the sustainable alternative renewable energy sources for the future. The proton exchange membrane fuel cell uses dihydrogen as fuel to generate electricity. However, it remains very underdeveloped in West Africa, particularly in Benin, even though it appears to be a promising solution to problems in a conversion or energy management chain. The main element that makes a fuel cell is its membrane. Rare, it plays a fundamental role in the fuel cell device by allowing the exchange of protons generated from the anode to the cathode. The study of the performance of a fuel cell is essential to understand the functioning of the membrane and its optimization. Amphlett's model is used in this work to assess the performance of our prototype. The power and temperature curves as a function of the current density confirm the quality of the device and make it possible to consider the manufacture of the proton exchange membrane from our local materials in order to develop these resources in the Republic of Benin.

**Keywords:** Renewable energies, dihydrogen, fuel cells, membrane.

### **Références:**

[1] **gharnit, s., bouzahzah, m., & bounahr, i. (2021)**. Impact des énergies renouvelables sur la croissance économique et les émissions du CO<sub>2</sub> au Maroc: Une analyse empirique en modèle vectoriels auto régressifs. *Revue Internationale du Chercheur*, 2(2).

[2] **Mubin, ANA, Bahrom, MH, Azri, M., Ibrahim, Z., Rahim, NA et Raihan, SRS (2017, juin)**. Analyse des performances de la pile à combustible à membrane échangeuse de protons (PEMFC). Dans *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 210, No. 1, p. 012052). Édition IOP.

[3] **Franck-Lacaze, L., Bonnet, C., & Lopicque, F. (2016)**. Les membranes pour piles à combustible PEMFC.

A4 : Valorization of *Mangifera indica*'s waste by methanization in a digester made from recovered waste

HARO Kayaba<sup>1,2</sup> ; TONTOROGBO Abdoul Aziz<sup>2</sup> ; NOUROU Abdel Anziph. S. Khalid<sup>2</sup> ;  
SANOGO Oumar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institiut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies du Centre National de  
Recherche Scientifique et Technologique (IRSAT/CNRST), 03 BP :7047 Ouagadougou 03  
<sup>2</sup>Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement de l'Université Joseph KI ZERBO  
(LPCE/UJKZ) 03 BP : 7021 Ouagadougou 03

.....  
\* Auteur correspondant : HARO Kayaba; Email : [kayabaharo@gmail.com](mailto:kayabaharo@gmail.com)

**Résumé :** La production du biogaz à partir des déchets de mangues a présenté une teneur en méthane (CH<sub>4</sub>) faible durant la période d'incubation. Comprise entre 10 % à 30% du quatrième au treizième jour, elle demeure en dessous des teneurs avancées par les auteurs qui affirment que le biogaz non traité est composé de 50 % à 75% de méthane (CH<sub>4</sub>). Cette disparité s'explique par la difficulté à maintenir 35°C dans le digesteur, l'instabilité du pH (l'acidité augmente) des déchets de mangues, le problème d'agitation du substrat pendant la période d'incubation et par la présence de composants inhibiteurs de la production du biogaz. Le volume total de biogaz produit et stocké est de l'ordre de 73,78 l soit une production moyenne journalière de 4,34 l. Cette production a subi un processus de désulfuration qui a consisté à réduire la teneur en sulfure de dihydrogène (H<sub>2</sub>S) qui était de l'ordre de 5000 ppm dans le biogaz. Après traitement, la teneur en sulfure de dihydrogène dans le biogaz connaît une baisse importante. Cette baisse varie entre 2842 ppm à 375 ppm durant la période d'incubation. Elle traduit une performance moyenne de 78 % du dispositif de traitement. Cette performance est relativement bonne. Cependant la quantité en sulfure de dihydrogène présente dans le biogaz après traitement demeure importante 375 ppm (>10ppm, valeur recommandée). Afin d'atténuer davantage la teneur en H<sub>2</sub>S, il est proposé d'augmenter le temps de séjour du biogaz en contact avec la limaille de fer en augmentant la longueur de l'unité ou en associant en série d'autres unités de traitement

**Mots clés :** Biogaz ; Méthanisation ; Déchets de mangues ; Désulfuration

**Abstract :** The present communication presents the production and treatment of biogas from mango waste and a digester made from the salvaged items. The obtained biogas has a low methane (CH<sub>4</sub>) content during the incubation period. The content of methane (CH<sub>4</sub>) was low during the incubation period, ranging from 10% to 30% from day four to day thirteen, and was below the levels reported by the authors, who stated that the untreated biogas was composed of 50% to 75% methane (CH<sub>4</sub>). This disparity is explained by the difficulty in maintaining 35°C in the digester, the pH instability (acidity increases) of the mango waste, the problem of substrate agitation during the incubation period and by the presence of components that inhibit biogas production. The total volume of biogas produced and stored is of the order of 73.78 l, i.e. an average daily production of 4.34 l. This production underwent a treatment process which consisted in reducing the content of dihydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S) which was about 5000 ppm in the biogas. After treatment, the content of dihydrogen sulfide in the biogas is significantly reduced. This decrease varies between 2842 ppm and 375 ppm during the incubation period. It reflects an average performance of 78% of the treatment device. This performance is relatively good. However, the amount of dihydrogen sulfide present in the biogas after treatment remains

significant at 375 ppm (>10ppm, recommended value). In order to further reduce the H<sub>2</sub>S content, it is proposed to increase the residence time of the biogas in contact with the iron filings by increasing the length of the unit or by combining other treatment units in series.

**Keywords :** Biogas; Methanization; *Mangifera indica*'s waste; Desulfurization

### Références :

- [1] : Laura SARPERI, Développement d'une filière de production de bio-GNV à partir de biogaz agricole à l'échelle individuelle, 28 mai 2014, p :22
- [2] : TONTOROGBO, 2021. Production et traitement du biogaz à partir des déchets de mangues. Mémoire de master, *Institut du Génie de l'Environnement et du Développement Durable/Université Joseph KI-ZERBO*,28p.
- [3] : Arnaud JULIAND, le traitement et l'utilisation du biogaz pour un moteur à combustion interne, mars à août 2007, p : 24
- [4] : R. MOLETTA, La méthanisation, 2<sup>ème</sup> édition, 2011, Edition TEC&DOC, Lavoisier, Paris.
- [5] : Jean-Marc Stéphan, Les effets du sulfure d'hydrogène sur la santé, [https://www.meridiens.org/acuMoxi/Les effets du sulfure hydrogene-2 aout2016.pdf](https://www.meridiens.org/acuMoxi/Les%20effets%20du%20sulfure%20hydrogene-2%20aout2016.pdf)
- [6] : Godon, 2008. Aspects biochimiques et microbiologiques de la méthanisation. In : MOLETTA R. La méthanisation. Paris : TEC & DOC, 2008, 61-85, ISBN 978-2-74301036-2.

## A5 : APPROCHE NUMERIQUE DE PREDICTION DE LA TEMPERATURE DES SOLS EN COTE D'IVOIRE

Sahi Roland DIOMANDE <sup>1\*</sup>, Yao N'GUESSAN<sup>2</sup>, Kotchi Remi N'GUESSAN<sup>3</sup>

*Département de mécanique et énergétique, Institut National Polytechnique Felix Houphouët-Boigny (INP-HB), BP 1093 Yamoussoukro, Yamoussoukro, Cote d'Ivoire.*

*<sup>2,3</sup> Laboratoire MECANIQUE ET SCIENCE DES MATERIAUX*

.....  
\* Auteur correspondant ; Email : [sahirolandd@gmail.com](mailto:sahirolandd@gmail.com)

### Résumé : Résumé :

Cette étude présente une simulation numérique du profil de température. Cette simulation, réalisée dans les études antérieures [1; 2; 3], est généralement portée sur des sols remaniés utilisant un flux de chaleur artificiel. Cette étude prend en compte l'énergie du soleil comme la source de chaleur naturelle portée sur des profils inchangés des sols. Pour ce faire, nous utilisons la méthode des éléments finis [] pour discrétiser l'équation de la chaleur dont la source de chaleur animant la diffusion thermique est l'énergie du soleil [4]. Ce flux provient des données mesurées entre 2017 et 2018 par les stations météorologiques de l'INP-HB Sud de Yamoussoukro, avec un pas de temps de 01 minute. La simulation de l'équation différentielle ordinaire, obtenue à partir de la méthode des éléments finis, est effectuée par la méthode de prédiction-corrrection d'ordre 4. Son algorithme est exécuté sur le logiciel MATLAB [5]. Les résultats de simulation montrent que la température moyenne des sols en zone de cultures varie entre 17 et 22°C. Cette température connaît une forte fluctuation entre 0 et -40 cm. Pour valider les modèles, une campagne de mesures des profils de températures et hydriques des sols est réalisée. La comparaison des données mesurées aux valeurs théoriques [6] donne une erreur moyenne de simulation est de 0,11418073. Cette faible erreur de prédiction montre que les valeurs théoriques simulées concordent mieux aux données mesurées. Les cultures étudiées (cultures à tubercules, légumineuses et fruitiers) du site d'Abidjan se développent sur une plage de températures allant de 10°C à 19,5°C.

**Mots clés :** Température, sols, simulation numérique, équation différentielle partielle

**Abstract :** This study presents a numerical simulation of the temperature profile. This simulation, carried out in previous studies [1;2;3], is usually carried out on reworked soils using an artificial heat flux. This study considers solar energy as the natural heat source carried on unchanged soil profiles. For this purpose, we use the finite element method [] to discretise the heat equation where the heat source driving the thermal diffusion is solar energy [4]. This flow comes from the data measured between 2017 and 2018 by the meteorological stations of INP-HB Sud in Yamoussoukro, with a time step of 01 minute. The simulation of the ordinary differential equation, obtained from the finite element method, is carried out by the 4th order prediction-correction method. Its algorithm is executed on MATLAB software [5]. The simulation results show that the average soil temperature in the cultivated area varies between 17 and 22°C. This temperature fluctuates strongly between 0 and -40 cm. To validate the models, a campaign of measurements of the temperature and water profiles of the soils was carried out. The comparison of the measured data with the theoretical values [6] gives an average simulation error of 0.11418073. This low prediction error shows that the simulated theoretical values are more consistent with the measured data. The crops studied (tuberous crops, legumes and fruit trees) at the Abidjan site grow over a temperature range of 10°C to 19.5°C.

**Keywords :** Temperature, soils, numerical simulation, partial differential equation

**Références :**

- [1] M. T. Sattari, E. Dodangeh, et J. Abraham, « Estimation of daily soil temperature via data mining techniques in semi-arid climate conditions », *Earth Sci. Res. J.*, vol. 21, n° 2, p. 85-93, avr. 2017, doi: 10.15446/esrj.v21n2.49829.
- [2] H. Rahimi, Y. Khoshkhoo, A. Khalili, et P. Irannejad, « Application of numerical method in the estimation of soil thermal diffusivity and soil temperature prediction under different textures and moisture contents », p. 7.
- [3] A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, et J.-F. Gerbeau, *Méthodes numériques: algorithmes, analyse et applications*, Ed. revue et Augmentée. Milan: Springer, 2007.
- [4] A. Hidalgo et L. Tello, « Modeling and Numerical Simulation of the Thermal Interaction between Vegetation Cover and Soil », *Mathematics*, vol. 10, n° 3, p. 338, janv. 2022, doi: 10.3390/math10030338.

[5] W. Ruairuen, G. J. Fochesatto, M. Bittelli, E. B. Sparrow, M. Zhang, et W. Schnabel, « Evapotranspiration in Northern Agro-Ecosystems: Numerical Simulation and Experimental Comparison », in *Current Perspective to Predict Actual Evapotranspiration*, D. Bucur, Éd. InTech, 2017. doi: 10.5772/intechopen.68347.

[6] C. Naranjo-Mendoza, A. J. Wright, M. A. Oyinlola, et R. M. Greenough, « A comparison of analytical and numerical model predictions of shallow soil temperature variation with experimental measurements », p. 22.

#### **A6: Prédiction du confort thermique à partir de la température opérative et des indices PMV/PPD dans une voûte nubienne**

**Karim TOUSSAKOE <sup>(1)</sup>, Emmanuel OUEDRAOGO <sup>(2)</sup>, Kossi B IMBGA <sup>(3)</sup>, Gilbert Nana<sup>(1)</sup>, Florent Peléga KIENO <sup>(1)</sup>, Sié Kam<sup>(1)</sup>**

(1): Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

(2): Université de Ouahigouya, Ouahigouya, Burkina Faso

(3): Université Norbert ZONGO, Koudougou, Burkina Faso

#### **Résumé**

L'enjeu majeur de nos jours en milieu tropical est la construction de nouveaux bâtiments à haute qualité environnementale et à haute performance énergétique. Les choix dans la construction d'aujourd'hui devront impacter les futures générations. Dans ce travail il s'est agi de la détermination de la température opérative et des indices PMV/PPD dans une voûte nubienne. La température opérative et les indices PMV/PPD sont des indicateurs de confort thermique. Ainsi la connaissance de ces indicateurs permet d'apprécier l'état de confort dans la voûte nubienne. C'est dans cette optique que le modèle de Fanger sera utilisé pour la détermination des indices PMV/PPD. A partir de l'état de sensation obtenu, des conditions d'ambiance acceptables peuvent être définies pour un individu en zone tropicale. Comme alternative, le type de construction et les matériaux de construction les mieux adaptés pourraient être recommandés pour chaque type de climat. La notion de confort thermique est dès lors étroitement liée à la performance énergétique dans le bâtiment.

**Mots clé : température opérative, température des parois, indice PMV, indice PPD, confort thermique, approche adaptative, approche analytique.**

#### **Abstract**

The major issue in the tropics today is the construction of new buildings with high environmental quality and high energy performance. The choices made in today's construction will have an impact on future generations. In this work, we determined the operating temperature and the PMV/PPD indices in a Nubian vault. The operating temperature and the PMV/PPD indices are indicators of thermal comfort. Thus the knowledge of these indicators allows to appreciate the state of comfort in the Nubian vault. It is with this in mind that the Fanger model will be used to determine the PMV/PPD indices. From the state of sensation obtained, acceptable ambient conditions can be defined for an individual in the tropical zone. As an alternative, the most suitable type of construction and building materials could be recommended for each type of climate. The notion of thermal comfort is therefore closely linked to the energy performance in the building.

**Key words: operating temperature, wall temperature, PMV index, PPD index, thermal comfort, adaptive approach, analytical approach.**

## Bibliographie

- [1]-M'Sellem, H., & Alkama, D. (2009). Le confort thermique entre perception et évaluation par les techniques d'analyse bioclimatique - Cas des lieux de travail dans les milieux arides à climat chaud et sec-. *Revue Des Energies Renouvelables*, 12, 471–488.
- [2]-Zoma, F., Toguyeni, D. Y. K., Kiemtoré, B. J., & Ouedraogo, E. (2020). Valorization of Local Construction and Technique: Hygrothermal Behavior, Thermal and Visual Comfort of a Nubian Vaulted Construction in Sahelian Climate of Ouagadougou. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 39(January 2018), 110–123.  
<https://doi.org/10.9734/cjast/2020/v39i2930963>
- [3]-Halidi, A. (2015), Confort thermique d'une habitation bioclimatique Antananarivo
- [4]- ISO 7730. (2005). Reference number ISO 7730:2005(E) © ISO 2005 INTERNATIONAL STANDARD ISO 7730 Third edition 2005-11-15 Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and I. 2005.
- [5]-Olesen, B. W., Brager, G. S. (2004). A better way to predict thermal comfort. *ASHRAE Journal*, August, 20–26.
- [6]- Rabetanetiarimanana, & Razanamanampisoa. (2018). Etude du confort thermique à partir d'une expérimentation et simulation avec EnergyPlus. November.
- [7]-K Jnat (2018), Analyse et optimisation des dépenses d'énergie dans le logement social, thèse, Université de Lille, École Doctorale Sciences pour l'Ingénieur Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement.

A7 : Impact de l'utilisation de foyers de cuisson sur les niveaux de pollution de l'air intérieur des ménages utilisant les combustibles solides dans les villes subsahariennes : Cas de la ville de Ouagadougou.

Lucmane KOALA<sup>1\*</sup>, Tizane DAHO<sup>1</sup>, Oumar SANOGO<sup>2</sup>, Ousmane COULIBALY<sup>1</sup>,  
Bernard NANA<sup>1</sup>, Haro KAYABA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Laboratoire des Systèmes d'Energies Renouvelables et Environnement, Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologiques (IRSAT/ CNRST), Burkina Faso.

\* Auteur correspondant ; Email : [klucmane@yahoo.fr](mailto:klucmane@yahoo.fr)

## Résumé :

Notre étude a pour but l'analyse comparative des performances des foyers améliorés et traditionnels tenant compte des niveaux de concentrations des polluants (PM<sub>2,5</sub> et CO) émis pendant leur utilisation. Ces foyers constituent des sources importantes de pollution de l'air intérieur des ménages, malheureusement il existe très peu d'étude sur le sujet au Burkina Faso. La méthode transversale a été utilisée pour réaliser cette étude dans 92 ménages de la ville de Ouagadougou. A l'aide de l'Indoor Air Pollution meter (IAP meter) placé dans les lieux de cuisson des différents ménages, nous avons mesuré les concentrations des polluants tels que les particules fines (PM<sub>2,5</sub>) et le monoxyde de carbone (CO) pendant les périodes de cuisson. Une balance et un hygromètre ont été utilisés pour caractériser les combustibles utilisés.



Les résultats de cette étude révèlent des niveaux de concentrations élevés en  $PM_{2.5}$  et CO. Les concentrations moyennes pendant les périodes de cuisson, au niveau des foyers traditionnels, sont de l'ordre de  $3774 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et 89 ppm respectivement pour les  $PM_{2.5}$  et le CO. Tandis qu'au niveau des foyers améliorés ces valeurs sont de l'ordre de  $1292 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et 92 ppm. L'utilisation du bois comme combustible occasionne plus d'émissions en  $PM_{2.5}$  et moins d'émissions en CO que le charbon. Les foyers améliorés réduisent les émissions des polluants de l'air intérieur quand le bois est utilisé, mais peut occasionner une augmentation des émissions de CO quand le combustible utilisé est le charbon. Cette réduction peut atteindre 82% pour les  $PM_{2.5}$  et 37% pour le CO.

Cette étude montre que les concentrations des polluants de l'air intérieur sont très élevées quel que soit le type de foyers utilisés. Ce qui implique donc que les femmes en charge de la cuisson ont un risque élevé d'exposition aux polluants de l'air.

**Mots clés :** Foyers améliorés, foyers traditionnels, Combustibles solides, polluants de l'air intérieur.

### **Abstract**

The aim of our study is to investigate the comparative performance of improved and traditional stoves, taking into account the concentration levels of pollutants ( $PM_{2.5}$  and CO) emitted during their use. These stoves are important sources of indoor air pollution in households, but unfortunately there are very few studies on the subject in Burkina Faso.

The cross-sectional method was used to conduct this study in 92 households in the city of Ouagadougou. Using the Indoor Air Pollution meter (IAP meter) placed in the cooking areas of the different households, we measured the concentrations of pollutants such as fine particles ( $PM_{2.5}$ ) and carbon monoxide (CO) during the cooking periods. A scale and a hygrometer were used to characterize the fuels used.

The results of this study show high levels of  $PM_{2.5}$  and CO concentrations. The average concentrations during the cooking periods, at the level of the traditional fireplaces, are of the order of  $3774 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and 89 ppm respectively for  $PM_{2.5}$  and CO. While at the level of the improved stoves these values are of the order of  $1292 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and 92 ppm. The use of wood as fuel causes more  $PM_{2.5}$  emissions and less CO emissions than coal. Improved stoves reduce emissions of indoor air pollutants when wood is used, but can cause an increase in CO emissions when coal is used as fuel. This reduction can be as high as 82% for  $PM_{2.5}$  and 37% for CO.

**Keywords:** Improved cookstoves, traditional cookstoves, solid fuels, indoor air pollutants.

### **Références :**

[1] Bhattacharya, S.C., D.O. Albina, and P. Abdul Salam. 2002. "Emission Factors of Wood and Charcoal-Fired Cookstoves." *Biomass and Bioenergy* 23 (6): 453–69. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(02\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(02)00072-7).

[2] INSD. 2019. "Enquête Régionale Intégrée Sur l'Emploi et Le Secteur Informel (ERI-ESI)." Burkina Faso. [http://insd.bf/contenu/enquetes\\_recensements/ERI-ESI/Burkina\\_ERI-ESI\\_RapportFinal.pdf](http://insd.bf/contenu/enquetes_recensements/ERI-ESI/Burkina_ERI-ESI_RapportFinal.pdf).

[3] Kafando, Benoit, Paul Windinpsidi Savadogo, Adama Sana, Vincent Bagnoa, Sandrine Sanon, Séni Kouanda, and Blaise Sondo. 2019. "Pollution Interieure Par Les PM2,5 Issues Des Combustibles Utilises Pour La Cuisson Des Repas et Risques Sanitaires Dans La Ville de Ouagadougou," 2019, Environ Risque Sante edition, sec. 18 : 254-253.

[4] McCracken, John P, and Kirk R Smith. 1998. "EMISSIONS AND EFFICIENCY OF IMPROVED WOODBURNING COOKSTOVES IN HIGHLAND GUATEMALA," June, 9.

[5] Sanogo, Oumar. 2008. "TESTS DE PERFORMANCES DES FOYERS « ROUMDE »,," 12.[https://energypedia.info/images/5/5e/Tests des performance des foyersROUMDE IRSAT.pdf](https://energypedia.info/images/5/5e/Tests_des_performance_des_foyersROUMDE_IRSAT.pdf)

A8 : Etude numérique du comportement thermique d'un mur contenant du matériau à changement de phase (MCP) dans un climat chaud et sec

Vincent Zoma<sup>1\*</sup>, Sié Kam<sup>1</sup>, Boureima Kaboré<sup>1,2</sup>, Germain Wende Pouré Ouedraogo<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Renewable Thermal Energies, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>2</sup>UFR-ST, Université Norbert ZONGO, Koudougou, Burkina Faso

<sup>3</sup>Higher School of Engineering (ESI), Université de Fada N’Gourma, Fada N’Gourma, Burkina Faso

**Auteur principal ; E-mail:** zomavincent238@gmail.com

## **Résumé :**

Les bâtiments actuels au Burkina Faso en particulier dans la zone sahélienne construits avec des matériaux locaux sont énergivores et sources d'inconfort pour les occupants. Or le rôle de l'habitat est de fournir à l'homme un abri qui le protège des conditions climatiques extérieures et lui offrir un confort thermique.

Dans ce travail, nous présentons une étude numérique du comportement thermique d'un mur contenant du matériau à changement de phase (MCP) dans un climat chaud et sec.

Le MCP utilisé dans cette étude est la paraffine RT27 dont la température de fusion 27°C et la chaleur latente de fusion 179kJ/kg. Les équations obtenues ont été adimensionnalisées puis discrétisées par la méthode des éléments finis et résolues à l'aide du logiciel COMSOL

multiphysics version 5.3. A cet effet, nous nous sommes intéressés d'une part à l'étude de l'évolution du flux de chaleur et de la température au niveau des parois externe et interne du mur. D'autre part nous avons étudié l'effet de l'emplacement d'une couche de mortier en MCP, en plâtre simple ou en enduit de ciment sur la température de la paroi interne du mur.

Les résultats montrent l'amplitude du flux de chaleur et de la température est fortement réduit par l'incorporation du MCP dans le mur.

**Mots clés :** Simulation numérique, matériaux à changement de phase, logiciel COMSOL, comportement thermique.

### **Abstract :**

The current buildings in Burkina Faso, particularly in the Sahelian zone, built with local materials, are energy-consuming and a source of discomfort for the occupants. However, the role of the habitat is to provide a shelter to protect people from external climatic conditions and to offer them thermal comfort.

In this work, we present a numerical study of the thermal behaviour of a wall containing phase change material (PCM) in a hot and dry climate.

The PCM used in this study is RT27 paraffin with a melting temperature of 27°C and a latent heat of fusion of 179kJ/kg. The equations obtained were dimensioned and discretised by the finite element method and solved using the COMSOL multiphysics version 5.3 software. To this end, we studied the evolution of the heat flow and the temperature at the external and internal walls of the wall. On the other hand, we studied the effect of the placement of a layer of PCM mortar, simple plaster or cement plaster on the temperature of the inner wall of the wall.

The results show that the magnitude of the heat flux and temperature is strongly reduced by the incorporation of PCM in the wall.

**Keywords :** Numerical simulation, phase change materials, COMSOL software, thermal behaviour.

### **Références :**

[1] **Compaoré Abdoulaye**, Etude des performances thermiques d'un habitat type du burkina faso. application : contribution à la mise en place d'une réglementation thermique, Université Joseph Ki-Zerbo, 2018.

[2] **Ahmad, M.**, « Nouveaux Composants Actifs pour la Gestion Énergétique de L'Enveloppe Légère des Bâtiments », Ph. D. Thesis, Université Joseph Fourier, Nov. 2004.

[3] **AnfasMukramThattoth, Joseph Daniel**, Heat Transfer Analysis of Building Brick FilledwithMicroencapsulated Phase Change Material, International Conference on Emerging Trends in Mechanical Engineering, 2020

[4] **Esam M. Alawadhi**, Thermal analysis of a building brickcontaining phase change material, Energy and Buildings, 2008-vol.40- pp 351–357

[5] **SOUICI Youcef Oussama**, Étude de la convection naturelle dans une enceinte avec desparois contenant des matériaux à changement de phase, (Algérie), Thèse, 2020

[6] **Amine Laouatni, Nadia Martaj**, Phase change materials for improving the building thermal inertia, [Energy Procedia](#), December 2017-vol.139- pp 744-749

- [7] **Mohamed Lachheb, Zohir Younsi, Hassane Naji, Mustapha Karkri, Sassi Ben,** Thermal behavior of a hybrid PCM/plaster: A numerical and experimental investigation, *Applied Thermal Engineering*. - 2016. - Vol. 111. - pp. 49-59.
- [8] **N.Soaes, J.J.Costa, A.R.Gaspar, P.Santos,** Review of passive PCM latent heat thermal energy storage systems towards buildings' energy efficiency, *Energy and Buildings*. - 2013. - Vol. 59. - pp. 82-103.
- [9] **Sandra Cunha, José Aguiar, Fernando Pacheco-Torgal,** Effect of temperature on mortars with incorporation of phase change materials, *Construction and Building Materials*. - 2015. - Vol. 98. - pp. 89-101.
- [10] **Colas Hasse Manuel Grenet, André Bontemps, Rémy Dendievel, Hébert Sallée** Realization, test and modelling of honeycomb wallboards containing a Phase Change Material // *Energy and Buildings*. - Saint Martin d'Hère : [s.n.], 2011. - Vol. 43. - pp. 232-238
- [11] **Bo He Viktoria Martin, Fredrik Setterwall,** Phase transition temperature ranges and storage density of paraffin wax phase change materials, *Energy*. - 2004. - 11 : Vol. 29. - pp. 1785–1804.
- [12] **Zhenqian Chen Mingwei Gu, Donghua Peng,** Heat transfer performance analysis of a solar flat-plate collector with an integrated metal foam porous structure filled with paraffin, *Applied Thermal Engineering*. - 2010. - 14-15 : Vol. 30. - pp. 1967-1973.
- [13] **Abdelwaheb Trigui et al.,** Experimental investigation of a composite phase change material: Thermal-energy storage and release, in progress, *Journal of Composite Materials*, 2012.
- [14] DANIDA Development Advisory Group., *Concevoir avec la nature. Guide de planification et de conception active sous climat chaud et sec ou chaud et humide*, 1999.

## A9 : Identification des facteurs d'accroissement de la consommation d'électricité dans les ménages en Afrique subsaharienne: cas de la ville de Yaoundé au Cameroun

Léonce W. TOKAM<sup>1\*</sup>, Sanoussi S. OURO-DJOB<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Centre d'Excellence Régional pour la Maîtrise de l'Électricité (CERME), Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé, Lomé, Togo

<sup>2</sup>Laboratoire sur l'Energie Solaire, Département de Physique, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé, Lomé, Togo

\* Auteur correspondant ; Email : [titoleonce@gmail.com](mailto:titoleonce@gmail.com)

### Résumé :

Sur le continent africain, les hausses de consommation d'électricité enregistrées dans les grandes villes sont en partie dues à l'urbanisation galopante de celles-ci. En effet, dans ces grands centres urbains, de nombreux ménages s'installent et des quartiers se créent, favorisant de fait l'extension et la densification du réseau électrique. Toutefois, les informations sur l'utilisation réelle de l'énergie électrique des ménages sont limitées, et les facteurs de causalité pouvant expliquer l'accroissement des besoins électriques dans ces ménages restent spéculatifs en l'absence d'études appropriées. La présente étude vise à examiner sans exhaustivité les facteurs d'accroissement de la demande en électricité des ménages de la ville de Yaoundé, servant de cas d'étude. Des études menées, il ressort que dans les ménages interrogés (749), le sexe influence la consommation d'électricité. En effet, les ménages où les hommes sont chef de famille ont tendance à consommer un peu plus d'électricité (57,14%) que ceux où les femmes le sont (41,25%). De manière empirique, l'étude montre que les ménages à plus de 6 personnes sont des lieux où des économies d'énergie peuvent se faire, en ce sens qu'ils sont plus représentatifs (13,61%), et que leur tranche de consommation d'électricité (110-440 kWh) se situait au-dessus de la tranche sociale (< 110 kWh). Aussi, l'étude montre que plus la maison est grande, plus la consommation d'électricité est importante, ce qui conforte le précédent résultat. Des ménages enquêtés, le niveau de consommation d'énergie d'un logement apparaît comme un critère important, car 35% des répondants affirment que s'ils devaient construire une maison pour y vivre, ce critère serait très important. Par conséquent, la promotion de

solutions adaptées à l'environnement de ces ménages constituerait une bonne démarche vers la réduction des consommations d'électricité.

**Mots clés :** Ménages, consommation d'électricité, facteurs d'accroissement, économie d'énergie

**Abstract :**

On the African continent, increases in electricity consumption in large cities are partly due to their rapid urbanization. In fact, in these large urban centers, many households are moving in and neighborhoods are being created, thus promoting the extension and densification of the electricity network. However, information on the actual use of electrical energy by households is limited, and the causal factors that may explain the increase in electrical needs in these households remain speculative in the absence of appropriate studies. The present study aims to examine, without being exhaustive, the factors of the increase in household electricity demand in the city of Yaoundé, which serves as a case study. The studies conducted show that in the households surveyed (749), gender influences electricity consumption. Indeed, households headed by men tend to consume slightly more electricity (57.14%) than those headed by women (41.25%). Empirically, the study shows that households with more than 6 people are places where energy savings can be made, in that they are more representative (13.61%), and their electricity consumption bracket (110-440 kWh) was above the social bracket (< 110 kWh). Also, the study shows that the larger the house, the higher the electricity consumption, which confirms the previous result. Of the households surveyed, the level of energy consumption of a home appears to be an important criterion, as 35% of respondents say that if they were to build a house to live in, this criterion would be very important. Therefore, the promotion of solutions adapted to the environment of these households would be a good step towards reducing electricity consumption.

**Keywords:** Households, electricity consumption, drivers, energy conservation

Références

- [1] N. Norouzi, M. Fani, E. Hashemi Bahramani, M. H. Hemmati et Z. Bashash Jafarabadi, «Behavioral Economics and Energy Consumption: Behavioral Data Analysis the Role of Attitudes and Beliefs on Household Electricity Consumption in Iran,» *Journal of Artificial Intelligence and Big Data*, vol. 1, pp. 1-17, 2021.
- [2] A. Soares, Á. Gomes et C. Henggeler Antunes, «Categorization of residential electricity consumption as a basis for the assessment of the impacts of demand response actions,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 30, pp. 490-503, 2014.
- [3] Jaya Singh , Shankar S. Mantha et Vikas M. Phalle, «Characterizing Domestic Electricity Consumption in the Indian Urban Household Sector,» *Energy & Buildings*, 2018.
- [4] Rory V. Jones et Kevin J. Lomas, «Determinants of high electrical energy demand in UK homes: Appliance ownership and use,» *Energy and Buildings*, vol. 117, pp. 71-82, 2016.
- [5] Agbandji, L., Behanzin, P., et Dossou, G., Saïnou,, «Déterminants de la demande résidentielle de l'énergie électrique au Bénin : une étude empirique,» *Revue "Repères et Perspectives Economiques"*, vol. 4, n° 12, pp. 332-357, 2020.

[6] TCHAGNAO, A-F., et BAYALE, N., «Déterminants de la dépense domestique de la consommation d'électricité des ménages au Togo,» *Revue "Repères et Perspectives Economiques"*, vol. 5, n° %11, pp. 259-280, 2021.

## A11 : Optimisation énergétique des équipements de rôtisserie au Burkina Faso

David NAMOANO <sup>1\*</sup>, Serge Wendsida IGO,<sup>2</sup>, Abdoulaye COMPAORE<sup>2</sup>, Sié KAM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Energie Thermique Renouvelable (LETRE), Université Joseph Ki Zerbo, 01 BP 5717 Ouagadougou 01, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Science Appliquée et Technologie (IRSAT), Ouagadougou Burkina Faso

\* Auteur correspondant ; Email : [davidnamoano@gmail.com](mailto:davidnamoano@gmail.com)

**Résumé :**... Cette étude porte sur la modélisation des performances thermiques d'un four de rôtisserie à double isolation avec laine de verre et laine de bois. La méthodologie numérique est basée sur la méthode nodale et les équations de transfert de chaleur ont été établies en réalisant un bilan énergétique sur chaque nœud. Les équations de transfert de chaleur ont été discrétisées avec le schéma implicite de la méthode des différences finies et résolues en utilisant l'algorithme de Gauss. Les résultats théoriques ont été validés à l'aide des résultats expérimentaux. Ces deux résultats corroborent et montrent que la double isolation réduit considérablement les déperditions thermiques à travers les parois du four. Cependant, la variation des épaisseurs de laine de bois et de laine de verre respectivement montre que la laine de bois a une plus grande influence sur la transmission de la chaleur de l'intérieur du four vers l'extérieur à travers les parois que la laine de verre. En effet pour 15mm de laine de bois pour 50mm de laine de verre la température des murs extérieurs reste inférieure à 52°C ce qui est acceptable pour le confort thermique des utilisateurs

**Mots clés :** Optimisation énergétique ; Rôtissoire ; Performances thermiques

**Abstract:** This study deals with the modeling of the thermal performance of a rotisserie oven with double insulation with glass wool and wood wool. The numerical methodology is based on the nodal method and the heat transfer equations have been established by carrying out an energy balance on each node. The heat transfer equations were discretized with the implicit finite difference method scheme and solved using the Gaussian algorithm. The theoretical results were validated using experimental results. These two results corroborate and show that the double insulation considerably reduces heat losses through the walls of the oven. However, the variation in the thicknesses of wood wool and glass wool respectively shows that wood wool has a greater influence on the transmission of heat from the inside of the oven to the outside through the walls than wool. of glass. Indeed for 15mm of wood wool for 50mm of

glass wool the temperature of the exterior walls remains below 52°C which is acceptable for the thermal comfort of users.

**Keywords :** ... Energy optimization; Roasting pan ; Thermal performance  
.....

**Références :**

- [1]. M. Sakin-Yilmazer, F. Kaymak-Ertekin, and C. Ilicali, “Modeling of simultaneous heat and mass transfer during convective oven ring cake baking,” *J. Food Eng.*, vol. 111, no. 2, pp. 289–298, 2012, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2012.02.020.
- [2] J. Cernela, B. Heyd, and B. Broyart, “Evaluation of heating performances and associated variability of domestic cooking appliances ( oven-baking and pan-frying ),” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 62, no. 2, pp. 758–765, 2014, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2013.08.045.....
- [3] S. W. Igo, G. L. Sawadogo, D. Ouedraogo, A. Compaoré, D. Namoano, and J. D. Bathiébo, “Experimental Study of Charcoal Savings Achieved by an Insulated Oven with Terracotta Bricks : Implications for the Protection of Forest Resources,” *Int. J. Environ. Clim. Chang.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2021, doi: 10.9734/IJECC/2021/v11i130323.....
- [4] S. W. Igo, N. Kokou, A. Compaoré, P. Kalifa, G. L. Sawadogo, and D. Namoano, “Iranian ( Iranica ) Journal of Energy & Environment Experimental Analysis of the Thermal Performance of a Metal Fired-wood Oven,” vol. 11, no. 3, pp. 225–230, 2020.
- [5] G. L. Sawadogo *et al.*, “Experimental and Numerical Study of Energy Losses in a Barbecue Oven in Burkina Faso,” *Open J. Energy Effic.*, vol. 9, no. 03, pp. 31–52, 2020, doi: 10.4236/ojee.2020.91003.

**A14: Energetic Dynamics of the Terrestrial Magnetosphere under the Influence of Energetic Particles from High-speed Solar Winds.**

GNANOU Inza<sup>1,2\*</sup>, ZOUNDI Christian<sup>2</sup>, SAWADOGO W. Emmanuel<sup>1,2</sup>, ZERBO Jean-Louis<sup>2,3</sup>, and OUATTARA Frédéric<sup>2</sup>

<sup>1</sup>École Normale Supérieure, BP 376 Koudougou, Koudougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Laboratoire de Recherche en Énergétique et Météorologie de l’Espace (LAREME), Université Norbert ZONGO, BP 376 Koudougou, Koudougou, Burkina Faso.

<sup>3</sup>Laboratoire de Matériaux, d’Héliophysique et Environnement (LaMHE), Université Nazi BONI, BP 1091 Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso.

\* Auteur correspondant ; Email : [gnanouinza@gmail.com](mailto:gnanouinza@gmail.com)

**Résumé :** Dans cette étude, nous examinons la géoefficacité de la magnétosphère terrestre (bouclier magnétique protégeant la Terre contre les remparts énergétiques du Soleil) pour la

période 1964–2009 couvrant les cycles solaires 20-23 via les vents solaires rapides HSSW (*High-speed Solar Wind*). Les dommages causés par la perturbation des HSSW dans les systèmes d'aviation et de télécommunication ([1]-[2]), entraînent des conséquences socio-économiques dont le coût ne peut être évalué correctement que par une connaissance précise des variabilités climatiques. Ainsi, par une approche statistique de courant électrique ([3]-[4]) des particules énergétiques des HSSW, une diminution graduelle des champs électriques et magnétiques d'origine solaire a été remarquée. Outre, l'analyse de régression linéaire utilisant 23552 événements identifiés sur des cadences de 03h a été effectuée et indique trois états de la magnétosphère : (i) la période 00:00TU–15:00TU marquée par une réconnexion côté jour avec le champ magnétique interplanétaire CMI orienté vers le Sud, (ii) la période 15:00TU–21:00TU où le CMI change du Sud au Nord et s'y maintient jusqu'à 21:00TU et (iii) la période 21:00TU–24:00TU où l'on assiste à une réconnexion côté nuit. Nos observations confirment que l'orientation Sud ( $B_z < 0$ ) peut déclencher des sous-orages magnétiques très intenses. En outre, l'analyse croisée des variations du CMI- $B_z$  et du champ électrique magnétosphérique  $E_M$  souligne que ces deux paramètres sont significativement corrélés, suggérant ainsi l'important rôle joué par leurs fluctuations journalières dans le taux de réconnexion magnétique en amont de la magnétosphère. Par ailleurs, les quatre cycles de parités différentes, montrent de grandes amplitudes des causes solaires pour les cycles pairs par rapport aux cycles impairs. De ces faits, le transfert d'énergie à la magnétosphère terrestre via les HSSW serait plus efficace pour les cycles solaires pairs que pour les cycles impairs. Les grandes amplitudes des causes solaires contribuent à impacter fortement toute l'humanité ([5]-[6]) ainsi que sa technologie.

**Mots clés :** géoefficacité, vents solaires rapides, champ électrique magnétosphérique, champ magnétique interplanétaire.

**Abstract:** In this study, we examine the geoeffectiveness of the Earth's magnetosphere (magnetic shield protecting the Earth from the Sun's energy ramparts) for the period 1964-2009 covering solar cycles 20-23 via High-speed Solar Wind (HSSW). The damage caused by the disruption of HSSW in aviation and telecommunication systems ([1]-[2]), leads to socio-economic consequences whose cost can only be properly assessed by an accurate knowledge of climate variability. Thus, by a statistical approach of electric current ([3]-[4]) of the energetic particles of HSSW, a gradual decrease of the electric and magnetic fields of solar origin has been noticed. In addition, linear regression analysis using 23552 events identified on 03h cadences has been performed and indicates three states of the magnetosphere: (i) the period 00:00UT-15:00UT marked by a daytime reconnection with the southward oriented interplanetary magnetic field IMF, (ii) the period 15:00UT-21:00UT where the IMF changes from south to north and remains there until 21:00UT, and (iii) the period 21:00UT-24:00UT where a nighttime reconnection occurs. Our observations confirm that the southern orientation ( $B_z < 0$ ) can trigger very intense magnetic substorms. Moreover, the cross-analysis of the variations of the IMF- $B_z$  and the magnetospheric electric field  $E_M$  underlines that these two parameters are significantly correlated, suggesting the important role played by their daily fluctuations in the magnetic reconnection rate upstream of the magnetosphere. Moreover, the four cycles of different parity, show large amplitudes of solar causes for the even cycles compared to the odd cycles. Therefore, the transfer of energy to the terrestrial magnetosphere via HSSWs would be more efficient for even solar cycles than for odd cycles. The large amplitudes of the solar causes contribute to strongly impact the whole humanity ([5]-[6]) as well as its technology.

**Keywords :** solar cycle, High-speed Solar Wind, magnetospheric electric field, interplanetary magnetic field.



## Références :

- [1] Yumi N., Satoshi N., and Atsuki S. Relationship between the low-latitude coronal hole area, solar wind velocity, and geomagnetic activity during solar cycles 23 and 24, *Planets and Space*. **2019**, 71. [doi.org/10.1186/s40623-019-1005-y](https://doi.org/10.1186/s40623-019-1005-y)
- [2] Kusano K., Ichimoto K., Ishii M., Miyoshi Y., Yoden S., Akiyoshi H., ... and Goto T.- N. PSTEP: project for solar-terrestrial environment prediction. *Earth, Planets and Space*. **2021**, 73. [doi:10.1186/s40623-021-01486-1](https://doi.org/10.1186/s40623-021-01486-1)
- [3] Wu L., Gendrin R., Higel B., and Berchem J. Relationships between the solar wind electric field and the magnetospheric convection electric field, *Geophys. Res. Lett.* **1981**, 8, 1099–1102. [doi:10.1029/GL008i010p01099](https://doi.org/10.1029/GL008i010p01099)
- [4] Revah I. et Bauer P. Rapport d'activité du Centre de Recherches en Physique de l'environnement Terrestre et Planétaire. *Note technique CRPE/115, 38-40 Rue du Général Leclerc 92131 Issy-Les Moulineaux*. **1982**.
- [5] Belisheva N. K., Kanao M., Kakinami Y. and Toyokuni G. The Effect of Space Weather on Human Body at the Spitsbergen Archipelago. *Arctic Studies- A Proxy for Climate Change, IntechOpen*. **2019**. [doi:10.5772/intechopen.85021](https://doi.org/10.5772/intechopen.85021)
- [6] Hapgood M, Angling M. J., Attrill G., Bisi M., Cannon P. S., Dyer C., Eastwood P., Elvidge S., Gibbs M., Harrison R. A., Hord C., Horne R. B., Jackson D. R., Jones B., Machin S., Mitchell C. N., Preston J., Rees J., Rogers N. C., Routledge G., Ryden K., Tanner R., Thomson A. W. P., Wild J. A., Willis M. Development of Space Weather Reasonable Worst-Case Scenarios for the UK National Risk Assessment. *Space Weather*. **2021**, 19. [doi:10.1029/2020SW002593](https://doi.org/10.1029/2020SW002593)

## A15 : contribution à la conception de bâtiments bioclimatiques dans le contexte sahélien : études des paramètres hygrothermiques d'une cellule habitable construite en BTC

MAIGA Alidou <sup>1\*</sup>, KAM Sié<sup>1</sup>, TOUSSAKOE Karim<sup>1</sup>, KORGO Bruno<sup>1</sup>, Dieudonné Josphéh BATHIEBO <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelable(LETRE), 01 BP 5717 Ouagadougou 01, Ouagadougou, Burkina Faso.

\* Auteur correspondant ; Email : [maigaalidou84@gmail.com](mailto:maigaalidou84@gmail.com)

## Résumé :

Les apports solaires par les parois et par les vitrages dus à un fort ensoleillement à Ouagadougou sont à l'origine de l'inconfort dans les bâtiments et augmentent les besoins énergétiques pour la climatisation. Notre contribution à la recherche de solutions à cette problématique, nous avons étudié le comportement thermique d'une cellule habitable construite à base de matériau local de construction, le bloc de terre comprimé (BTC). Ce travail consiste à trouver une alternative à la construction traditionnelle par l'intégration de matériaux nouveaux et surtout avec une empreinte écologique à travers l'isolation thermique des parois pour l'amélioration de la performance hygrothermique de l'enveloppe du bâtiment.

Pour cela, nous avons mené une étude théorique suivie d'une étude expérimentale sur un bâtiment pilote.

L'étude théorique consiste à la modélisation et à la simulation du comportement thermique d'une cellule habitable (prototype) à l'aide du logiciel EnergyPlus.

L'étude expérimentale se focalise sur la mesure de températures et d'humidité relative du bâtiment pilote à l'aide de thermocouples, d'hygroprobes,... Les résultats expérimentaux obtenus ont été confrontés aux résultats théoriques de la simulation.

Les résultats de la simulation de la variante de base (bâtiment pilote) ont permis de confirmer que le BTC est un matériau convenable pour la conception bioclimatique des bâtiments. Ainsi, on a obtenue pour cette variante, 4162 heures d'inconfort soit 47% de l'année avec un indice hygrothermique (IHT) de 1,6.

Dans le but d'obtenir de meilleurs résultats, des modifications ont été faites sur le prototype. Le meilleur résultat est obtenu pour 39,06% d'heures d'inconfort dans l'année avec un IHT=0,5.

L'analyse des résultats, nous a permis de formuler des recommandations sur la conception des bâtiments bioclimatiques adaptés au contexte climatique du Burkina Faso.

**Mots clés : Conception bioclimatique, Confort thermique, Matériaux locaux, Simulation.**

#### **Abstract**

Solar gains through walls and windows due to strong sunlight in Ouagadougou are the cause of discomfort in buildings and increase energy requirements for air conditioning. Our contribution to the search for solutions to this problem, we studied the thermal behavior of a habitable cell built from local construction material, the compressed earth block (BTC). This work consists of finding an alternative to traditional construction by integrating new materials and above all with an ecological footprint through the thermal insulation of the walls to improve the hygrothermal performance of the building envelope. For this, we conducted a theoretical study followed by an experimental study on a pilot building.

The theoretical study consists of modeling and simulating the thermal behavior of a habitable cell (prototype) using the EnergyPlus software. The experimental study focuses on measuring the temperatures and relative humidity of the pilot building using thermocouples, hygrometers, etc. The experimental results obtained were compared with the theoretical results of the simulation. The results of the simulation of the basic variant (pilot building) confirmed that BTC is a suitable material for the bioclimatic design of buildings. Thus, we obtained for this variant, 4162 hours of discomfort or 47% of the year with a hygrothermal index (IHT) of 1.6.

In order to obtain better results, modifications were made to the prototype. The best result is obtained for 39.06% of hours of discomfort in the year with an IHT=0.5. The analysis of the results allowed us to make recommendations on the design of bioclimatic buildings adapted to the climatic context of Burkina Faso.

**Keywords :** Bioclimatic design, Thermal comfort, Local materials, Simulation.

### Références :

- [1] Association Initiatives Climat rue Diego Rivera 86000 Poitiers
- [2] Institut de la Francophonie pour le Développement Durable(IFFD), Guide du bâtiment dural en régions tropicales Tome1 : stratégie de conception des nouveaux bâtiments, 2015.
- [3] Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques : communication nationale du Burkina Faso, Novembre, 132 pages, 2001.
- [4] Ministère de l'Environnement et du Développement Durable "Deuxième Communication Nationale du Burkina Faso sur les Changements Climatiques" Novembre 2014.
- [5] JOFFROY et al "quelle perspective de l'architecture de l'architecture traditionnelle africaine aux yeux de la nouvelle generation ?" article, Lyon 2016.

## A16 :CARACTERISTIQUES PHYSIQUES, MECANIQUES ET ACOUSTIQUES DES BOIS DE *TERMINALIA LEIOCARPA*, *MANILKARA MULTINERVIS* ET *CYLICODISCUS GABUNENSIS* COMMERCIALISES AU BENIN

Montcho Crépin Hounlonon<sup>1\*</sup>, Adéyèmi Clément Kouchadé<sup>1</sup>, Alexis Enagnon Médéhouénu<sup>1</sup>, Vincent Gohoungou<sup>1</sup>, Aristide Comlan Houngan<sup>2,3</sup>, Basile Bruno Kounouhéwa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique du Rayonnement (LPR), Ecole Doctorale Sciences Exactes et Appliquées (EDSEA), Faculté des Sciences et Techniques (FAST), Université d'Abomey-Calavi (UAC), BP 526 Abomey-Calavi, Bénin.

<sup>2</sup> Laboratoire de Caractérisation Thermophysique des Matériaux et d'Appropriation Energétique «Labo-CTMAE», Ecole Doctorale Sciences Pour l'Ingénieur, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Abomey-Calavi, Bénin.

<sup>3</sup> Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique de Lokossa (ENSET-Lokossa), Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques d'Abomey (UNSTIM-Abomey), Abomey, Bénin

\* Auteur correspondant ; Email : [mcrepin.hounlonon@gmail.com](mailto:mcrepin.hounlonon@gmail.com) [crepin.hounlonon.uac.bj](mailto:crepin.hounlonon.uac.bj)

**Résumé :** Le bois est un matériau multifonctionnel. Au Bénin, dans la construction lourde et les constructions en zone humide, des essences dites de hautes caractéristiques technologiques sont importées. Mais la performance de ces essences importées par rapport aux essences

autochtones ou exotiques locales reste à vérifier. C'est dans ce cadre que nous avons, sur des éprouvettes prismatiques de 500mm×20mm×20mm des bois de chacune des essences de *Terminalia leiocarpa*, *Manilkara multinervis* et *Cylicodiscus gabunensis*, utilisé la méthode acoustique BING de CIRAD-Forêt pour déterminer les modules de Young E, de cisaillement G et le frottement interne  $\tan\delta$  puis évalué le module de rigidité spécifique  $E/\rho$ . Sur d'autres éprouvettes cubiques de 20 mm d'arête, nous avons évalué les propriétés physiques de références que sont la densité  $\rho$ , l'infradensité, le retrait total, le retrait radial, le retrait tangentiel et l'anisotropie du retrait. De ces essais, il ressort que *Terminalia leiocarpa* et *Manilkara multinervis* présentent des caractéristiques physico-mécanique meilleures à celles de *Cylicodiscus gabunensis*. *Terminalia leiocarpa* et *Manilkara multinervis* sont très denses avec des caractéristiques physico-mécaniques meilleures à celles de plupart des essences très appréciées du Bénin. Le module d'élasticité moyen en flexion de ces deux essences est supérieur à 12000 MPa alors que celui de *Cylicodiscus gabunensis* est de 10713 MPa. En compression toutes ces essences ont un module d'élasticité moyen au-dessus de 14100 MPa. Le bois de *Cylicodiscus gabunensis* testé est léger avec une anisotropie de retrait plus faible que celle des deux autres essences étudiées et d'excellentes propriétés acoustiques. Sa rigidité spécifique moyenne de 14 GPa est supérieure à celle des deux autres essences étudiées qui ont une rigidité moyenne de 12 GPa. Les bonnes propriétés physico-mécaniques et acoustiques de ces essences montrent qu'ils sont de bons bois d'œuvre structurelle ayant également de bonne potentialité pour la facture instrumentale et l'isolation acoustique.

**Mots clés :** Infradensité, Module d'élasticité, anisotropie du retrait, bois d'œuvre

**Abstract:** Wood is a multifunctional material. In Benin, in heavy construction and wetland construction, species with high technological characteristics are imported. But the performance of these imported species compared to local indigenous or exotic species remains to be verified. It is within this framework that we have, on 500mm×20mm×20mm prismatic specimens of the woods of each of the species of *Terminalia leiocarpa*, *Manilkara multinervis* and *Cylicodiscus gabunensis*, used the CIRAD-Forest acoustic BING method to determine the Young's modulus E, shear modulus G and internal friction  $\tan\delta$  and then evaluated the specific modulus of stiffness  $E/\rho$ . On other cubic specimens of 20 mm edge, we evaluated the physical properties of reference which are density  $\rho$ , infradensity, total shrinkage, radial shrinkage, tangential shrinkage and shrinkage anisotropy. From these tests, it is found that *Terminalia leiocarpa* and *Manilkara multinervis* have better physical-mechanical characteristics than *Cylicodiscus gabunensis*. *Terminalia leiocarpa* and *Manilkara multinervis* are very dense with better physico-mechanical characteristics than most of the popular species in Benin. The average modulus of elasticity in bending of these two species is higher than 12000 MPa while that of *Cylicodiscus gabunensis* is 10713 MPa. In compression all these species have an average modulus of elasticity above 14100 MPa. *Cylicodiscus gabunensis* wood tested is light with a lower shrinkage anisotropy than the other two species studied and excellent acoustic properties. Its average specific stiffness of 14 GPa is higher than that of the other two species studied which have an average stiffness of 12 GPa. The good physical-mechanical and acoustic properties of these species show that they are good structural timber with also good potential for instrument making and acoustic insulation.

**Keywords:** Infradensity, modulus of elasticity, shrinkage anisotropy, Timber

**Références :**

- [1] Akoègninou A, Van der Burg WJ & Van der Maesen LJG (2006), Analytical Flora of Benin. Cotonou and Wageningen: Backuys Publishers.
- [2] Natta AK, Sinsin B & van der Maesen LJG (2002), Riparian forests, a unique but endangered ecosystem in Benin. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 124, 55-69. <https://doi.org/10.1127/0006-8152/2002/0124-0055>
- [3] Ayarkwa J (1998), New marketable Ghanaian timber species for furniture and construction. Wood News. Available on <https://fornis.net>, Accessed march, 12th, 2022.
- [4] Ayarkwa J & Owusu FW (2008), *Cylicodiscus gabunensis* Harms. In: Louppe D., Oteng-Amoako A.A. & Brink M., eds. *Prota 7(1): timbers/bois d'oeuvre 1*. Wageningen, The Netherlands: Prota.
- [5] Gérard J, Paradis S, Guibal D, Vernay M, Beauchêne J, Brancheriau L, Chalon I, Daigremont C, Détienne P, Fouquet D, Langbour P, Lotte S, Méjean C, Thévenon M-F & Thibaut A (2011). *Tropix 7: The main technological characteristics of 245 tropical and temperate forest species*. CIRAD, Montpellier, France.
- [6] Owusu FW, Ayarkwa J & Frimpong-Mensah K (2012), Sanding properties of seven lesser-used timber species in Ghana. *Ghana J. Forestry*, 28, 1-14.
- [7] Owusu FW, Boakye F & Zorve G (2015), Timber species from Afram arm of the Volta Lake in Ghana: Planing and sanding properties. *Journal of Horticulture and Forestry*, 7, 84-93. DOI: 10.5897/JHF2014.0383.
- [8] Brancheriau L (2002), Mechanical expertise of sawn timber by vibration analysis in the acoustic domain. PhD Thesis, Ecole supérieure de mécanique de Marseille, France.
- [9] Ahmed SA & Adamopoulos S (2018), Acoustic properties of modified wood under different humid conditions and their relevance for musical instruments. *Applied Acoustics* 140, 92 – 99. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2018.05.017>
- [10] Hounlonon MC, Kouchadé AC, Mèdèhouéno A, Gohoungou V and Kounouhéwa BB (2022), Physico-Mechanical and Acoustic Characterization of *Mimusops andongensis* Wood from Benin in West Africa, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 22, 79-88. DOI: 10.5829/idosi.aejaes.2022.79.88
- [11] Gerard J, Kouassi AC, Daigremont C, Detienne P, Fouquet D & Vernay M (1998), Synthesis on the technological reference characteristics of the main African commercial woods. CIRAD-forêt campus international de Baillarguet, Montpellier (France), 189.
- [12] Sproßmann R, Zauer M & Wagenführ A (2017), Characterization of acoustic and mechanical properties of common tropical woods used in classical guitars. *Results Phys* 7, 1737 - 1742.
- [13] Elzaki OT, Habib MEA & Khider OT (2020), Physical and Mechanical Properties of *Anogeisus leiocarpa* (CD) and *Commiphora africana* (A. Rich) as Potential Timber Trees for North Darfur State (Sudan). *World Engineering & Applied Sciences Journal*, 11, 21-25. DOI: 10.5829/idosi.weasj.2020.21.25
- [14] Bello AA & Jimoh AA (2018), Some Physical and Mechanical Properties of African Birch (*Anogeisus Leiocarpus*) Timber. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* 22, 79 - 84. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jasem.v22i1.14>
- [15] Hédin L (1929), Note on Adoum wood (*Cylicodiscus gabunensis* Harms). *J. Agric. Traditionnelle Bot. Appl.*, 95, 446-448.

## A17 : Les eaux usées du Grand Marché de Ouagadougou et pollution des écosystèmes aquatiques

Mariam SAWADOGO<sup>1\*</sup>, Téré DABILGOU<sup>1</sup> · Bila Gérard SEGDA<sup>1</sup>, Antoine BERE<sup>1</sup>, Augustin NEYA<sup>2</sup>, Boubou BAGRE<sup>1</sup>, Alima SAWADOGO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de physique et chimie et de l'environnement (LPCE), Université Joseph KI-ZERBO 03 BP 7021 Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou 03, Ouagadougou, Burkina Faso

<sup>2</sup>Centre de Recherche et de Formation Touyélli, 06 BP 1005 Ouagadougou 06, Ouagadougou, Burkina Faso

\*Auteur correspondant ; Email : [sawamar2002@yahoo.fr](mailto:sawamar2002@yahoo.fr)

Les eaux usées entraînent la pollution de l'environnement à travers les polluants qu'elles contiennent. Après traitement et utilisation pour le maraîchage, les eaux de la station de Kossodo sont rejetées dans le Massili. Les eaux usées du Grand Marché de Ouagadougou qui ne subissent aucun prétraitement, sont rejetés dans la station de Kossodo. Vu la pollution susceptible d'être retrouvée dans les eaux usées du Grand Marché, leur rejet dans la station de traitement peut y avoir des impacts.

Le travail consiste à analyser les eaux usées du Grand Marché en vue d'identifier sa part de contribution à la pollution des écosystèmes.

Des collectes ont été effectuées au niveau du Grand Marché et à la sortie de la station d'épuration. Ce sont des prélèvements de 12 mois, de juin 2021 à juin 2022 soit 24 échantillons. Les analyses des paramètres Physico-chimiques sont effectuées. La DBO<sub>5</sub>, la DCO, les MES ont été analysées sur des échantillons de dix (10) mois. Selon les normes de rejet des eaux usées au Burkina Faso, les valeurs recommandées pour les MES, la DBO<sub>5</sub>, la DCO sont respectivement de 60 mg/l, de 40 mg/l et 150 mg/l. Les normes OMS respectivement pour les MES, la DBO<sub>5</sub>, la DCO sont 35 mg/l, 25 mg/l et 125 mg/l. Des résultats obtenus à ce jour à la sortie de la station, 60% ne respectent pas ces normes et 30% des résultats au niveau du Grand Marché ne respecte pas les normes de rejet dans la station d'épuration.

Au regards de ces résultats, les eaux usées du Grand Marché a une part de contribution à la pollution de l'environnement à travers les rejets de la station d'épuration de Kossodo.

Mots-clés : eaux usées, Grand Marché, pollution, environnement

### **Abstract**

Wastewater is source of environmental pollution through pollution it contains. After reuse for market gardening, the rest of treated wastewater from Kossodo treatment plant is discharged into the Massili. The wastewater from Grand Marché de Ouagadougou, which does not undergo any pre-treatment, is discharged into Kossodo plant. Given the pollution that can be found in wastewater, its discharge into Kossodo treatment plant can have impacts.

This work consists to characterize wastewater from Grand Marché in order to identify ecosystems pollution.

Samples are collected at Grand Marché and at the outlet of the wastewater treatment plant. These are carried out on 12 months in 2 points, from June 2021 to June 2022, a total of 24 samples.

Physico-chemical parameters analysis is carried out. BOD<sub>5</sub>, COD, TSS of ten months are analyzed. According to the standards of wastewater discharge in Burkina Faso, the recommended values for TSS, BOD<sub>5</sub>, COD are respectively 60 mg/l, 40 mg/l and 150 mg/l. The WHO standards for TSS, BOD<sub>5</sub>, COD are 35 mg/l, 25 mg/l and 125 mg/l respectively. 60% of the results obtained at the outlet of the plant do not meet these standards and 30% of the results at the Grand Marché do not meet the standards to be discharged into the treatment plant.

In view of these results, the wastewater from Grand Marché contributes to environment pollution through Kossodo wastewater treatment plant.

**Keywords** : wastewater, Grand Marché, pollution, environment

### **Références:**

1. Youssef Azami Idrissi, Ali al Emad, Saad Aboubaker, Hajar Daifi, 2015, « Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d'Azilal-Maroc-[Physico-chemical characterization of wastewater from Azilal city-Morocco-] », *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324, Vol. 11 No. 3, pp. 556-566
2. Mohammed BOUTAYEB, Abdelhamid BOUZIDI1 et Mohammed FEKHAOUI, 2021, « Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouardigha (Maroc) », *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, Vol n° 34 (2), p. 145-150

3. Jacques SAWADOGO, Jean Boukari LEGMA, Aminata KABORE, Pane Jeanne d'Arc COULIBALY, Souley Kallo MOUTARI et Moussa BOUGOUMA, 2019, « Caractérisations physico-chimiques des sols irrigués par les eaux usées brutes d'origines industrielles », *Afrique SCIENCE*, vol 15(2) 226 – 237
4. D. Belghyti *et al.*, 2010, "Caractérisation physico-chimique des eaux usées d'abattoir en vue de la mise en oeuvre d'un traitement adéquat : cas de Kénitra au Maroc," *Afrique Sci. Rev. Int. des Sci. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 199–216, doi: 10.4314/afsci.v5i2.61730.
5. I. Kanbouchi, S. Souabi, A. Chtaini, and M. A. Aboulhassan, 2014, "Évaluation de la pollution des eaux usées mixtes collectées par le réseau d'assainissement de la ville de Mohammedia : Cas d'un collecteur principal Assessment of pollution mixed wastewater collected by the network sanitation of the city of Mohammedia," *Les Technol. Lab.*, vol. 8, no. 34, pp. 162–171.

A18 : Mise en œuvre d'un Système de Management de l'Energie selon l'ISO 50001 dans les collectivités

\*Séraphin Ebagninin **KOUAHO**<sup>a</sup>, Yao **N'GUESSAN**<sup>b</sup>, Christophe **MARVILLET**<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire, LAFSET, CNAM, Paris France – UMRI 18, INP-HB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

<sup>b</sup> Laboratoire, UMRI 18 / INP-HB, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

<sup>c</sup> Laboratoire, LAFSET, CNAM, Paris France.

.....  
\* Auteur correspondant Email : [skouaho@gmail.com](mailto:skouaho@gmail.com) / Tél : +33 6 61 52 74 37

**Résumé :** Les collectivités ont, de manière générale, un patrimoine important ; et cela pose des problèmes pour mettre en œuvre la norme ISO 50001. Ce constat s'explique par le fait que le Système de Mesurage Local, préconisé par la norme [1], n'est pas adapté et est inefficace pour identifier le Périmètre de Gisements d'Economie d'Energie dans le contexte des Collectivités dont la gestion du patrimoine n'est pas maîtrisée [2].

L'objectif ici, est de montrer les limites du système existant dans le cadre d'une mise en œuvre du Système de Management de l'Energie (SMEn) dans les collectivités et de proposer un axe d'amélioration grâce à un Système d'Information Energétique automatisé, pour identifier le Périmètre de Certification (PC) destiné à la norme ISO 50001.

Dans notre démarche exploratoire, nous avons utilisé les théories des ensembles et dénombrements des sciences mathématiques [3] [4] [5] pour montrer les limites du Système de Mesurage Local dans les collectivités. Nous avons ensuite réalisé l'outil PGEE (Périmètre de Gisements d'Economie d'Energie) qui a pour fonction principale d'identifier automatiquement le meilleur périmètre de certification dédié à la norme ISO 50001 quelle que soit la quantité de patrimoines. Les tests ont montré de bons résultats, avec des données de simulation numérique concernant la consommation énergétique, et est en attente d'autres tests avec des données de référence des collectivités.

Dans une perspective d'évolution, l'outil PGEE devra intégrer le dispositif d'un Système d'Information Energétique.

**Mots clés :** "ISO 50001", Management, Energie, "Périmètre de Certification".

**Abstract:** The local community usually has a large heritage; and this a case for the implementation of the ISO 50001 standard. This is due to the fact that the Local Measurement System, recommended by the ISO 50001 standard [1], is not adapted and is not very efficient to identify the Energy Saving Fields Scope (ESFS) in the framework of communities whose asset management is not controlled [2].



The objective is to show the limits of the existing system within the framework of the implementation of the Energy Management System (EMS) in the communities and to propose an axis of improvement with an automated Energy Information System, to identify the Certification Scope (CS) for the ISO 50001 standard.

In our exploratory approach, we used set and account theories from the mathematical sciences [3] [4] [5] to show the limitations of the Local Measurement System in communities. Then, we created the ESFS (Energy Saving Fields Scope) tool whose main function is to automatically identify the best certification scope for ISO 50001 regardless of the quantity of assets. Tests have shown good results, with numerical simulation data on energy consumption, and further tests are expected with reference data from communities.

In the future, the ESFS tool will have to be integrated into an Energy Information System solution.

**Keywords:** "ISO 50001", Management, Energy, "Certification Scope".

### Références :

- [1] ISO, « ISO - Normes de systèmes de management », *ISO*.  
<https://www.iso.org/fr/management-system-standards.html> (consulté le 15 décembre 2022).
- [2] ADEME, « Carnet de bord Système de Management de l’Energie : série collectivité (n°1) : Pourquoi s’engager dans la démarche ? », *Libr. ADEME*, n° 8926, p. 4, avr. 2019.
- [3] G. SKANDALIS, « Agrégation interne: Algèbre générale, algèbre linéaire et un peu de géométrie », in *Agrégation interne: Algèbre générale, algèbre linéaire et un peu de géométrie*, Calvage et Mounet., vol. 1, 2 vol., 2017, p. 17 à 20.
- [4] James STIRLING, « Nombre de Stirling », *Wikipédia*. 29 juin 2022. Consulté le: 19 juillet 2022. [En ligne]. Disponible sur:  
[https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nombre\\_de\\_Stirling&oldid=194929155](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Nombre_de_Stirling&oldid=194929155)
- [5] Wikiversité, « Formule du crible/Dénombrement des surjections — Wikiversité ». [https://fr.wikiversity.org/wiki/Formule\\_du\\_crible/D%C3%A9nombrement\\_des\\_surjections](https://fr.wikiversity.org/wiki/Formule_du_crible/D%C3%A9nombrement_des_surjections) (consulté le 25 juin 2022).

### A20 : LIEN ENTRE L'ÉNERGIE DES HOULES ET LA MOBILITE DU TRAIT DE CÔTE DANS LE GOLFE DE GUINEE/BENIN

Bernard N. TOKPOHOZIN<sup>(1),(2),(3),(5),(a)</sup>, Mathias A. HOUEKPOHEHA<sup>(2),(5),(b)</sup>,  
Guy H. HOUNGUE<sup>(4),(5),(d)</sup>, Basile B. KOUNOUHEWA<sup>(2),(4),(5),(e)</sup>

(1) Institut National Supérieur des Classes Préparatoires aux Etudes d’Ingénieur (INSPEI/UNSTIM) d’Abomey, République du Bénin.

(2) Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP/UAC) 01BP 613 Porto- Novo), République du Bénin.

(3) Laboratoire des Sciences, Ingénierie et Mathématiques (LSIMA/UNSTIM), Abomey, République du Bénin.

(4) Département de Physique (FAST) et Formation Doctorale Sciences des Matériaux (FDSM / UAC), République du Bénin.

(5) Laboratoire de Physique du Rayonnement FAST-UAC 01BP 526 Cotonou République du Bénin.



**Résumé :** De par les enjeux liés à l'évolution du fond marin, la détermination du recul ou de l'avancée du trait de côte a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques. La plupart des littoraux dans le monde sont touchés par le phénomène d'érosion côtière, en particulier le littoral béninois. Cette érosion est la conséquence de l'impact des houles. Ces houles, d'énergies faibles à modérées, sont le moteur de la mobilité du trait de côte. L'objectif de ce travail est de montrer les effets des énergies produites par les houles sur la dynamique côtière. Nous avons examiné les paramètres (hauteur significatif, période de pointe et direction de pointe) et le potentiel d'énergie des houles à partir des données « ERAI de l'ECMWF ». Ces données ont été ajustées avec les données provenant de la bouée installée au large du Port Autonome de Cotonou (Bénin) sur une période de 14 ans. Ensuite, l'analyse statistique a été utilisée pour établir le lien entre l'énergie des vagues et la dynamique du littoral béninois. L'évaluation de l'énergie des vagues a été effectuée à l'aide de la formule empirique pour la considération des profondeurs d'eau moyenne. Les résultats présentés montrent que dans la zone côtière du Bénin, le potentiel houlomoteur est modéré et disponible ( $H_s \approx 1,36 \text{ m}$ ,  $T_p \approx 9,6 \text{ s}$  et  $P \approx 15,56 \text{ kW.m}^{-1}$ ). L'énergie des vagues est influencée par la variabilité saisonnière liée aux paramètres des vagues ( $H_s$  et  $T_p$ ) dans la zone d'étude, la densité d'énergie des vagues et la dynamique du littoral sont fortement liés. Compte tenu du lien entre cette variabilité de l'énergie des vagues et la dynamique de la côte, l'exploitation de cette énergie contribuera à l'indépendance énergétique et jouera un rôle crucial dans l'atténuation du phénomène d'érosion côtière observé sur cette côte et par conséquent dans la protection du littoral du Bénin.

**Mots clés :** Energie des Houles ; Mobilité du trait de côte ; Erosion côtière ; Bouée des vagues.

**Abstract:** Due to the issues related to the evolution of the seabed, the determination of the retreat or the advance of the coastline has been the subject of many scientific works. Most of the coasts in the world are affected by the phenomenon of coastal erosion, in particular the coast of Benin. This erosion is the consequence of the impact of the swells. These swells, of low to moderate energy, are the driving force behind the mobility of the coastline. The objective of this work is to show the effects of the energies produced by the swells on the coastal dynamics. We examined the parameters (significant height, peak period and peak direction) and wave energy potential from ECMWF ERAI data. These data were adjusted with data from the buoy installed off the Autonomous Port of Cotonou (Benin) over a period of 14 years. Then, statistical analysis was used to establish the link between wave energy and the dynamics of the Benin coastline. The evaluation of wave energy was carried out using the empirical formula for the consideration of average water depths. The results presented show that in the coastal zone of Benin, the wave energy potential is moderate and available ( $H_s \approx 1.36 \text{ m}$ ,  $T_p \approx 9.6 \text{ s}$  and  $P \approx 15.56 \text{ KW/m}$ ). Wave energy is influenced by seasonal variability related to wave parameters ( $H_s$  and  $T_p$ ) in the study area, wave energy density and shoreline dynamics are strongly related. Given the link between this variability of wave energy and the dynamics of the coast, the exploitation of this energy will contribute to energy independence and will play a crucial role in mitigating the phenomenon of coastal erosion observed on this coast and therefore in the protection of the Benin coastline.

**Keywords :** Swell energy ; Coastline mobility ; Coastal erosion ; wave buoy.

## Références :

- [1] Abessolo OG, Bonou F, Tomety FS, Penhoat Y, Perret C, Degbe CGE, Almar R. Beach response to wave forcing from event to inter-annual time scales at grand popo, Benin (Gulf of Guinea). *Water*. 2017; 9: 1-13.
- [2] Almar R, Kestenare E, Reyns J. Response of the Bight of Benin (Gulf of Guinea, West Africa) coastline to anthropogenic and natural forcing, Part1: Wave climate variability and impacts on the longshore sediment transport. *Continental Shelf Research*. 2015;110: 48-59.
- [3] Anthony EJ, Blivi A. B. Morpho-sedimentary evolution of a delta-sourced, drift-aligned sand barrier-lagoon complex, western Bight of Benin. *Marine Geology*. 1999;158: 161–176.
- [4] Chang G, Ruehl K, Jones CA, Roberts J, Chartrand C. Numerical modeling of the effects of wave energy converter characteristics on nearshore wave conditions. *Renewable Energy*. 2016;89: 636-648.
- [5] Cornett V. A global wave energy resource assessment. In: International offshore and polar engineering conference (ISOPE). 2008;1: 318–326.
- [6] Guy Hervé Houngouè, Basile B. Kounouhewa, Rafael Almar, Zacharie Souhou, Jean-Pierre Lefebvre, Mathias Houékpohéha and Bernard Tokpohozin (2018) ‘‘ Waves Forcing Climate on Bénin Coast, and the Link with Climatic Index, Gulf of Guinea (West Africa)’’ *Journal of Coastal Research*; P 130–137; [www.JCRonline.org](http://www.JCRonline.org).
- [7] Guy Hervé Houngouè, Basile Bruno Kounouhéwa, Bernard Noukpo Tokpohozin, Mathias Adjimon Houékpohéha, Vianou Irénée Madogni and Rafael Almar. Wave Energy Impact on Benin’s Coastline Dynamics, Gulf of Guinea. *Current Journal of Applied Science and Technology*; 30(4): 1-12, 2018; Article no. CJAST.44341 ISSN: 2457-1024.
- [8] Hayes MO, Michel J, Holmes JM. *A Coast for All Seasons: A Naturalist's Guide to the Coast of South Carolina*: Pandion Books; 2008.
- [9] Houekpoheha A. M.; Kounouhewa B. B.; Tokpohozin N. B. and Awanou C. N. (2014) ‘‘Estimation of wind energy power from the Weibull distribution on the Beninese coast at Cotonou in the Gulf of Guinea’’. *Renewable Energy Review*, Vol. 17 N°3, 489 – 495.
- [10] Houekpoheha A. M.; Kounouhewa B. B.; Hounsou J. T. , Tokpohozin N. B. and Awanou C. N. (2015) ‘‘Statistical analysis of wave heights on the coast of Benin in the Gulf of Guinea: Energy power of non-linear waves in the shoaling zone’’, *Renewable Energy Review*, Vol. 18 N°1 , 89 – 103.
- [11] Ibe AC, Awosika LF. Sea level rise impact on African coastal zone. A change in the weather: African perspectives on climate change. In Omide S H, Juma C, Eds. 105-12. Nairobi, Kenya, African center for technology studies. No paginated; 1991.
- [12] Joubert JR, Niekerk JL. Recent developments in wave energy along the coast of southern Africa. *Proceedings of the 8th European Wave and Tidal Energy*. 2009;1096-1100.
- [13] Kaczmarek LM, Ostrowski R, Pruszek Z, Rozynski G. Selected problems of sediment transport and morphodynamics of a multi-bar nearshore zone. *Estuarine Coastal and Shelf Science - Journal*. 2005; 62: 415–425.
- [14] Kaki C, Laibi RA, Oyede, LM. Evolution of beninese coastline from 1963 to 2005: Causes and consequences. *British Journal of Environment and Climate Change*. 2011; 1: 216–231.
- [15] Komar PD, Inman DL. Longshore sand transport on beaches. *Journal of Geophysical Research*. 1970;75(30): 5914–5927.
- [16] Kounouhewa B. B.; Tokpohozin N. B.; Houekpoheha A. M.; Awanou C. N. and Chabi-Orou B. J. (2014) ‘‘Simulation of the energy power of the internal marine currents at Port of Cotonou in Benin and its impact on the seabed’’, *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Serie E*, 16(3): 175-185.

- [17] Laibi R, Anthony E, Almar R, Castelle B, Senechal N. Alongshore drift cell development on the human-impacted Bight of Benin sand barrier coast, West Africa. In Proceedings 13th International Coastal Symposium (Durban, South Africa), Journal of Coastal Research. 2014; SI 70: 78-83.
- [18] Mirzaei A, Tangang F, Juneng L. Wave energy potential assessment in the central and southern regions of the South China Sea. *Renewable Energy*. 2015; 80: 454-470.
- [19] Mork G, Barstow S, Kabuth A, Pontes AT. Assessing the global wave energy potential. *Proceedings of OMAE*. 2010;447-454.
- [20] Nerzic R. , C. Frelin, M. Prevosto and V. Quiniou-Ramus , 2007 : Joint distributions of Wind/Waves/Current in West Africa and derivation of multivariate extreme I-FORM contours, *Proceedings of the Seventeenth (2007), International Oshore and Polar Engineering Conference, Lisbon, Portugal*.
- [21] Noël C., Viala C. et Garbail-Picon B., 1997, *Etude d'impact acoustique des houles de surface*, *Acustica -Acta Acustica – Vol.83* pp228-242.
- [22] Oswald G. Acclassato, Noukpo Bernard Tokpohozin, Christian D. Akowanou, Adjimon Mathias Houékpoheha, Guy Hervé Houngue, Bruno Basile Kounouhéwa, 2022, “Study of Dissipating of Wave Energy in the Breakers Zone of the Gulf of Guinea: Case of Autonomous Port of Cotonou in Benin Coastal Zone”, *Journal of Modern Physics*, 2022, 13, 1272-1286 <https://www.scirp.org/journal/jmp> ; DOI: 10.4236/jmp.2022.139076 Sep. 16, 2022 1272 *Journal of Modern Physics*.
- [23] Pastor J, Liu Y. Wave energy resource analysis for use in wave energy conversion, *J. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering*. 2015; 13:1-9.
- [24] Peltier E., Thompson E.F., Van vledder G., 1994: Recommended practice for extreme wave analysis. *Journal of Hydraulic Research*, 32, 6.
- [25] Rossi G. L'Erosion du littoral dans le Golfe du Bénin: un exemple de perturbation d'un équilibre morphodynamique. *Zeitschriftfür Geomorphologie: Supplementbände*. 1991; 73:139-165.
- [26] Sadio M, Anthony EJ, Diaw AT, Dussouillez P, Fleury JT, Kane A, Almar R, Kestenare E. Shoreline changes on the wave-influenced Senegal River Delta, West Africa: The Roles of Natural Processes and Human Interventions. 2017; 9:1-17.
- [27] Senechal N, Coco G, Castelle B, Marieu V. Storm impact on the seasonal shoreline dynamics of a meso-to macrotidal open sandy beach (Biscarrosse, France). *Geomorphology*. 2015; 228: 448–461.
- [28] Sierra J P, Martín C, Mösso C, Mestres M, Jebbad R. Wave energy potential along the Atlantic coast of Morocco. *Renewable Energy*. 2016; 96: 20-32.
- [29] Tokpohozin N. B., Kounouhewa B., Avossevou G. Y. H., Houekpoheha M. A., Awanou C. N.. 2015. Modelling of sediment movement in the surf and swash zones. *Acta Oceanologica Sinica*, 34(2): 137–142, doi: 10.1007/s13131-015-0610-2.
- [30] Wan Y, Zhang J, Mrng J, Wang J. A wave energy resource assessment in the China's seas based on multi-satellite merged radar altimeter data. *Acta Oceanologica Sinica*. 2015;34(3):115–124.
- [31] Xorse TM-S. Impact of wave dynamics on the coast of Ghana. Thesis of University of Ghana; 2013.
- [32] Yaakob O, Hashim FE, Omar KM, Md Din AH, Koh KK. Satellite-based wave data and wave energy resource assessment for South China Sea. *Renewable Energy*. 2016; 88: 359-371.
- [33] Zanuttigh B, Angelelli E. Experimental investigation of floating wave energy converters for coastal protection purpose. *Coastal Engineering*. 2013; 80: 148–159.

## Sous thème 2

# Energies renouvelables et Applications

B1 : Modélisation numérique d'un concentrateur cylindro-parabolique pour la conception d'une centrale solaire Thermodynamique dans la région du sahel au Burkina Faso.

Bouwèrouou BIGNAN-KAGOMNA<sup>1\*</sup>, Issaka Ouedraogo<sup>2</sup>, Daniel Windé Nongué Koumbem<sup>1</sup>, Gado Tchabode<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Joseph Ki-Zerbo 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso;

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso ;

<sup>3</sup>Institut Supérieur de Technologies 01 BP 823 Ouagadougou 01 Burkina Faso ;

Email : [honorebgn@gmail.com](mailto:honorebgn@gmail.com)

**Résumé :** La région du Sahel qui a pour capital Dori, est l'une des régions du pays dont le taux de couverture en électricité est très faible, ce qui se trouve être un paradoxe car elle dispose d'énormes gisements solaires importants qui sont sources d'énergies soit un ensoleillement moyen à 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour. C'est ce qui fait l'essence de notre étude d'une centrale solaire à concentrateur cylindro-parabolique de 50 MW à Dori. Nous avons porté notre choix sur la centrale solaire à concentrateur cylindro-parabolique (CSP) car elle est plus prometteuse et sa technologie produit non seulement de l'électricité mais aussi de l'eau chaude sanitaire qui indispensable pour cette partie du pays où il fait froid à certaines périodes de l'année. Nous avons d'abord procédé à la simulation numérique du concentrateur cylindro-parabolique pour la conception du CSP. Ensuite nous avons pris le Therminol vp-1 comme fluide caloporteur qui circule dans l'absorbeur. Enfin Les équations mathématiques qui gouvernent le principe de fonctionnement de notre de CSP est décrite, résolu à l'aide de la méthode de différences finies et simulé sous le logiciel Matlab 2020. Les résultats numériques obtenus indiquent un rendement thermique du concentrateur à 63,38 et 47,83% pour deux journées types de l'année (15 Août et le 15 Novembre) et un rendement global de 22,10% pour la centrale solaire après dimensionnement. Elle devra produire annuellement 619,99 GWh et 34 GWh pour le mois le moins ensoleillé. Ces résultats montrent de réelles possibilités pour la production de l'électricité dans cette région du pays.

**Mots clés :** Concentrateur solaire cylindro-parabolique, Therminol vp-1, Centrale solaire

**Abstract :** The Sahel region, whose capital is Dori, is one of the regions of the country whose electricity coverage rate is very low, which happens to be a paradox because it has huge solar deposits which are sources of energy. energy i.e. average sunshine of 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/day. This is the essence of our study of a 50 MW trough-parabolic concentrator solar power plant in Dori. We have chosen the cylindrical-parabolic concentrator solar power plant (CSP) because it is more promising and its technology produces not only electricity but also domestic hot water which is essential for this part of the country where it is cold at certain times of the year. We first carried out the numerical simulation of the cylindrical-parabolic concentrator for the design of the CSP. Then we took Therminol vp-1 as the heat transfer fluid that circulates in the absorber. Finally, the mathematical equations that govern the operating principle of our CSP are described, solved using the finite difference method and simulated using Matlab 2020 software. The numerical results obtained indicate a thermal efficiency of the concentrator at 63.38 and 47.83% for two typical days of the year (August 15 and November 15) and an overall

yield of 22.10% for the solar power plant after sizing. It will have to produce 619.99 GWh annually and 34 GWh for the least sunny month. These results show real possibilities for the production of electricity in this region of the country.

**Keywords: Cylindrical-parabolic solar concentrator, Therminol vp-1, Solar power plant**

### Références bibliographiques:

- [1] : IRENA ,Renewable Energy country profiles africa, 2010
- [2] : IRENA, Renewable Energy Country Profile, Burkina Faso, 2018
- [3] : Plan d'Action National des Energies Renouvelables (PANER) Juillet 2015
- [4] : Azoumah Y, Ramde EW, Tapsoba G, Thiam S. Siting guidelines for concentrating solar power plants in the Sahel: Case study of Burkina Faso. Solar Energy 2010;84:1545–53.
- [5]: Plan solaire Burkina faso EIES\_Ouaga NO\_ligne 90Kv\_VF\_20190724.pdf
- [6]: Ghodbane M, Boumeddane B. A numerical analysis of the energy behavior of a parabolic trough concentrator. J. fundam. appl. sci., 2016, 8(3), 671-691.
- [7] Habchi et al./ Journal of Interfaces, Thin films, and Low dimensional systems. DOI: 10.22051/jitl.2021.33504.1047
- [8] Bilal Lamrani et al. 1st International Congress on Solar Energy Research, Technology and Applications (ICSERTA 2018) AIP Conf. Proc. 2056, 020007-1–020007-11; <https://doi.org/10.1063/1.5084980> Published by AIP Publishing. 978-0-7354-1784-7/\$30.00
- [9] GHODBANE M, BOUMEDDANE B. Numerical modeling of a parabolic trough solar collector at Bouzaréah, Algeria, Int J Chem Pet Sci. 2015, 4, (2), 11-25.
- [10] GHODBANE M, BOUMEDDANE B, LARGOT S. Simulation Numérique d'un Concentrateur Cylindro-Parabolique en El Oued, Algérie, International Journal of Scientific Research & Engineering Technology (IJSET), 2015, 3, (2), 68-74.
- [11] VAILLANT J R. Utilisation et promesse de l'énergie solaire, Edition Eyrolles, Paris, 1978.
- [12] FERNA NDEZ-GARCI'A A, ZARZA E, VALENZUELA L, PE'REZ M. Parabolictrough solar collectors and their applications, Renewable & Sustainable Energy Reviews, 2010, 14, 1695–1721. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.012>

### B2 : Fonctionnement optimal d'un réfrigérateur solaire écologique

Guy Christian Tubreoumya<sup>1,2</sup>, Téré Dabilgou<sup>1,2</sup>, Eloi Salmwendé Tiendrebeogo<sup>1</sup>, Oumar Bailou<sup>1</sup>, Kayaba Haro<sup>1</sup>, Belkacem Zeghmati<sup>2</sup>, Alfa Oumar Dissa<sup>1</sup>, Jean Kouliadiaty<sup>1</sup>, Antoine Bere<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique et de Chimie de L'environnement (LPCE), Université Joseph Ki Zerbo, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Laboratoire de Mathématiques et Physique (LA.M.P.S), Université de Perpignan Via Domitia (UPVD).

\* Auteur correspondant ; Email : [guytubreoumya@gmail.com](mailto:guytubreoumya@gmail.com)

### Résumé :

Ce travail est une étude numérique du fonctionnement d'un système de réfrigération solaire à adsorption écologique utilisant le couple zéolithe-eau. Pour cela, un modèle mathématique représentant l'évolution du transfert de chaleur et de masse au niveau de chaque composant du réfrigérateur solaire à adsorption a été élaboré. L'objectif de cette étude est proposé un modèle de dimensionnement d'un réfrigérateur solaire à adsorption pouvant fonctionner de façon optimale sur l'ensemble du territoire du Burkina Faso, plus précisément dans les centres de santé reculés et qui n'ont pas accès au réseau électrique.

**Mots clés :** Réfrigération solaire, Adsorption, Zéolithe/Eau, Transfert de chaleur et de masse, Simulation

**Abstract :**

This work is a numerical study of the operation of an ecological adsorption solar refrigeration system using the zeolite-water couple. For this purpose, a mathematical model representing the evolution of heat and mass transfer at each component of the adsorption solar refrigerator has been developed. The objective of this study is to propose a sizing model for an adsorption solar refrigerator that can operate optimally throughout the territory of Burkina Faso, more specifically in remote health centres that do not have access to the electrical grid

**Keywords :** Solar refrigeration, Adsorption, Zeolite/Water, Heat and mass transfer, Simulation

**Références bibliographiques**

B3 : Influence du photocourant et de la phototension sur le profile de température d'une cellule PV au silicium polycristallin sous concentration de 50 soleils

Boubacar SORO, Mahamadi SAVADOGO, Bernard ZOUMA, Martial ZOUNGRANA, Issa ZERBO

*Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables (LETRE), Université Joseph KI-ZERBO, UFR/SEA, Ouagadougou, Burkina Faso.*

\* Auteur correspondant ; Email : [zmartial2003@yahoo.fr](mailto:zmartial2003@yahoo.fr)

**Résumé :** Il y'a deux phénomènes qui contribuent à l'échauffement de la base d'une photopile, à savoir :

- L'échauffement dû au transfert par conduction de l'énergie du rayonnement solaire reçue par la surface de la photopile.
- La chaleur générée à l'intérieur de la photopile par divers phénomènes liés au mouvement des porteurs de charges photogénérés.

Notre travail est une étude théorique ayant pour objectif de faire le lien entre l'échauffement de la base de la photopile au silicium polycristallin et le mouvement des porteurs de charge photogénérés. Ainsi, après avoir établi l'équation différentielle de continuité des porteurs de charge avec les hypothèses du grain cubique, de l'éclairement intense ( $C = 50$  soleils), du taux de dopage uniforme de la base et d'une contribution de l'émetteur négligeable, sa résolution a



permis d'obtenir, d'une part, l'expressions de la densité des porteurs de charge, et d'autre part, les expressions du photocourant et de la phototension dont les valeurs dépendent du mouvement des porteurs de charge. La prise en compte des expressions de la mobilité et du coefficient de diffusion des porteurs de charge en fonction de la température nous a permis d'étudier théoriquement l'influence de la variation du photocourant et de la phototension sur la température de la base. Compte tenu du mode d'éclairement, les phénomènes de thermalisation, de collision et freinage des porteurs sont pris en compte dans les interprétations des résultats. Il ressort de cette étude, que l'augmentation du photocourant s'accompagne d'une augmentation de la température de la base. Par contre, l'augmentation de la phototension s'accompagne d'une diminution de la température de la base. De plus, les plus grandes puissances électriques s'obtiennent aux basses températures de la base.

**Mots clés :** Température de la base, photocourant, Phototension, Collision, Freinage

#### **Références :**

- [1] F. Pelanchon, C. Sudre and Y. Moreau, " *Solar cell under Intense Light Concentration : Numerical and Analytical Approaches*", 11<sup>th</sup> European Photovoltaic Solar Energy Conference, Montreux, Suisse, 12-16 October, 1992
- [2] M ; Zougrana, I. Zerbo, F. Ouédraogo, B. Zouma, F. Zougmore, " *3D modelling of magnetic field and light concentration effects on a bifacial silicon solar cell illumination by its rear side*", IOP conf. Series: Materials Science and Engineering 29 (2012) 012020.
- [3] Babita Gupta, P. K. Shishodia, A. Kapoor, R.M. Mehra, Tetsuo Soga, Takashi Jimbo, Masayoshi Umeno, " *Effect of illumination intensity and temperature on the I-V characteristics of n-C/p-Si heterojunction*", Solar Energy Materials and Solar Cells 73 (2002) 261-267.
- [4] K. Agroui, A. Belgachi et S. Kadri, " *Caracterisations Electriques et Thermiques d'un Module PV au silicium Multicristallin en Milieu controlé et sur site saharien*", Rev. Energ. Ren : ICPWE (2003) 19 -25.
- [5] H. Miyakawa, Y. Tanaka, T. Kurokawa, " *Photovoltaic Cell Characteristics for high-intensity laser light*", Solar Energy Materials and Solar Cells 86 (2005) 253-267.

[6] M. Tivanof, A. Patryn, N. Drozdov, A. Fedotov, A. Mozanik, " *Determination of solar cell parameters from its current-voltage and spectral characteristics*", Solar Energy Materials Cells 87 (2005) 457- 465.

[7] A. Trabelsi, A. Zouari et A. Ben Arab, " *Influence of the base region drift field on the photovoltaic parameters of a polycrystalline silicon solar cell*", Revues des Energies Renouvelables CER' 07 Oudja (2007) 185-188.

[8] M. Zoungrana, B. Dieng, O.H. Lemrabott, F. Touré, M.A. Ould El Moujtaba, M. L. Sow and G. Sissoko, " *External Electrical Field Influence on Charge Carriers and Electrical Parameters of Polycrystalline Silicon Solar Cell*", Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 4 (17): 2967-2972, 2012.

**B4:** Analyse géométrique et optimisation d'un concentrateur parabolique pour production aux deux récepteurs thermique à son foyer.

\*Harouna SANI DAN NOMAO<sup>1</sup>, Makinta BOUKAR<sup>1</sup>, Saïdou MADOUGOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Énergétique et d'Électronique, d'Electrotechnique, d'Automatique, d'Informatique Industrielle (LAERT-LA2EI), Université Abdou Moumouni de Niamey.

\* Auteur correspondant ; Email : [h.sanidannomao.35195@gmail.com](mailto:h.sanidannomao.35195@gmail.com)

**Résumé :** L'exploitation de l'énergie solaire pour la production d'électricité à travers un cycle thermodynamique s'effectue selon plusieurs méthodes. La méthode de concentration de type parabolique demeure la meilleure à cause de son rendement thermique élevé (environ 68%) mais la moins utilisée à cause des difficultés liées au stockage de son énergie. Notre travail porte sur un réflecteur parabolique à deux récepteurs au niveau de son foyer. Ces deux récepteurs sont une chaudière et un moteur Stirling. La chaudière et le moteur Stirling reçoivent l'énergie concentrée par le réflecteur. En présence du Soleil c'est le moteur Stirling qui produit l'électricité. Pendant les périodes où l'énergie solaire est insuffisante ou absente c'est le réservoir thermique qui enverra la chaleur sur le fluide qui fera tourner les pâles d'une turbine pour produire de l'électricité. Pour subvenir aux besoins thermiques de ces deux récepteurs il faut améliorer le rendement de la production de chaleur du réflecteur. C'est dans ce but que nous avons étudié les possibilités d'optimiser les paramètres géométriques du concentrateur parabolique. Pour une surface de 12,56 m<sup>2</sup> du réflecteur, l'utilisation des paramètres géométriques standards nous a permis d'obtenir une énergie journalière de 824,474 kWh quand la puissance solaire est de 1104,938 kWh. Pour la même surface, en utilisant les paramètres optimisés la production est passée à 975,937kWh; soit un gain de 13,7%. Cette étude nous a permis à découvrir que les paramètres géométriques et optiques influent fortement sur la production thermique d'un réflecteur.

**Mots clés :** concentrateur parabolique, double récepteur, paramètres géométriques



**Abstract :** The exploitation of solar energy for the production of electricity through a thermodynamic cycle is done according to several methods. The parabolic type concentration method remains the best because of its high thermal efficiency (about 68%) but the least used because of difficulties related to the storage of its energy. Our work focuses on a parabolic reflector with two receivers at its focus. These two receivers are a boiler and a Stirling engine. The boiler and the Stirling engine receive the energy concentrated by the reflector. In the presence of the Sun, it is the Stirling engine that produces the electricity. During the periods when solar energy is insufficient or absent it is the thermal tank that will send the heat to the fluid that will turn the blades of a turbine to produce electricity. To meet the thermal needs of these two receivers, the efficiency of the reflector's heat production must be improved. To this end, we have studied the possibilities of optimizing the geometric parameters of the parabolic concentrator. For a surface of 12.56 m<sup>2</sup> of the reflector, the use of the standard geometrical parameters allowed us to obtain a daily energy of 824.474kWh when the solar power is 1104.938 kWh. For the same area, using the optimized parameters the production increased to 975.937 kWh; a gain of 13.7%.

**Keywords:** parabolic concentrator, dual receiver, geometrical parameters.

**Référence :**

- [1] J. Bouvier, G. Michaux, P. Salagnac, A. De, G. Lande, and Z. I. Bersol, "Étude expérimentale d'un concentrateur solaire parabolique à génération directe de vapeur alimentant une centrale de micro-cogénération," p. 8, 2013.
- [2] I. Gadré and J. Maiorana, "Price Model of the Stirling Engine," p. 41, 2014.
- [3] C. A. et D. M. A. (M. C. B. U. d'ADRA. E. Amina, BEKRAOUI, "Le Moteur Stirling et ses Applications (Application," p. 123, 2012.
- [4] F. B. Appert, Olivier, Veronica Bermudez, "Solaire thermodynamique (à concentration)," 2015. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/solaire-thermodynamique-concentration> (accessed Nov. 20, 2022).
- [5] chercheur senior à E. R. Robert SOLER, "Le solaire thermodynamique à concentration," *Edf R&D*, pp. 1–4, 2012, [Online]. Available: <https://www.edf.fr/sites/default/files/Lot3/CHERCHEURS/Publications/technologievoilee01internet.pdf>.
- [6] A. Ali, M. Boukar, I. S. Sanda, and S. Madougou, "Study of the Solar Potential and Five Meteorological Parameters ( Climates ) of the Nigerien City of Zinder : Case Study , Niger," vol. 27, no. 1, pp. 311–322, 2019.
- [7] M. de l'Energie du Niger, "PROSPECTUS D' INVESTISSEMENT DE L' ENERGIE DURABLE POUR TOUS ( SEforALL ) DU NIGER," p. 71, 2019.
- [8] H. SANI DAN NOMAO, "Study of Four ( 4 ) Semi-Empirical Models for Estimating Direct Radiation from the Sun and Modeling for Application to the Solar Thermodynamic System," *Eur. J. Appl. Sci.*, vol. 10, no. 4, 2022.
- [9] J. Cassimatis, "Capteur solaire à concentration comportant un réflecteur cylindrique fixe et son application. L'invention," 0 033 054 A1, 1980.
- [10] M. Z. Malik *et al.*, "A review on design parameters and specifications of parabolic solar dish Stirling systems and their applications," *Energy Reports*, vol. 8, pp. 4128–4154, 2022, doi: 10.1016/j.egyr.2022.03.031.
- [11] K. Aoues, N. Moumami, M. Zellouf, and A. Benchabane, "Dimensionnement , conception et réalisation d'un concentrateur solaire parabolique," pp. 115–120, 2011.
- [12] A. Z. Hafez, A. Soliman, K. A. El-metwally, and I. M. Ismail, "Solar parabolic dish Stirling engine system design , simulation , and thermal analysis Solar parabolic dish Stirling

- engine system design , simulation , and thermal analysis,” no. December 2017, 2016, doi: 10.1016/j.enconman.2016.07.067.
- [13] J. A. Alarcón, J. E. Hortúa, and A. L. G, “Design and construction of a solar collector parabolic dish for rural zones in Colombia Diseño y construcción de un colector solar parabólico tipo disco para zonas rurales,” vol. 7, no. 14, pp. 14–22, 2013.
- [14] S. Aljabair, “Study the Effect of Diameter and Depth of Parabolic Dish Collector on the Concentration Ratio and Temperature Amount of Solar Tower Receiver,” no. 27, 2019.
- [15] C. J. B. FAYOMI, “conception et réalisation d’une antenne parabolique pour station terrienne de reception par satellite,” Université Cheikh Anta Diop, 1993.
- [16] S. H. Abid and Y. A. Zorgani, “Concentrateur cylindro-parabolique avec un suiveur sans capteur de position,” no. January, 2018.
- [17] D. En, “Élaborée par Contribution à l’ Étude des Concentrateurs Solaires,” 2016.
- [18] H. Werzgan, “SCHOOL OF SCIENCE AND ENGINEERING SOLAR THERMAL DISH COLLECTOR,” 2019.
- [19] W. Huang, F. Shen, L. Sun, and C. Zong, “Performance Prediction and Optimization of Multi-Mirror Combined Solar Dish Collector,” *Appl. Sci.*, vol. 12, no. 5, 2022, doi: 10.3390/app12052347.
- [20] X. Lai, M. Yu, R. Long, Z. Liu, and W. Liu, “Dynamic performance analysis and optimization of dish solar Stirling engine based on a modified theoretical model,” *Energy*, vol. 183, pp. 573–583, 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.06.131.
- [21] S. Guarino, P. Catrini, A. Buscemi, V. Lo Brano, and A. Piacentino, “Assessing the Energy-Saving Potential of a Dish-Stirling Concentrator Integrated into Energy Plants in the Tertiary Sector,” 2021.
- [22] S. Bonnet, M. Alaphilippe, and P. Stouffs, “Conversion Thermodynamique de l’ Energie Solaire dans des Installations de Faible ou de Moyenne Puissance : Réflexions sur le Choix du Meilleur Degré de Concentration,” pp. 73–80, 2003.

## B5 : Etude expérimentale du séchage de la tomate

Souleymane SINON<sup>1\*</sup>, Salif TERA<sup>1</sup>, Kayaba HARO<sup>2</sup>, Oumar SANOGO<sup>2</sup>, Sié KAM<sup>1</sup>

*1Laboratoire d’Energies Thermiques Renouvelables (LETRE), Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso*  
*2Laboratoire des Systèmes d’Énergie Renouvelable et Environnement (LASERE), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT/CNRST), Burkina Faso*

\* Auteur correspondant ; Email : [sinonsouleymane777@gmail.com](mailto:sinonsouleymane777@gmail.com)

**Résumé :** Le présent travail porte sur une étude expérimentale du séchage de la tomate. A cet effet, 10,3 kg de tomate sont utilisés pour une expérience sur la cinétique de séchage de la tomate dans un séchoir convectif alimenté en énergie par la combustion de la biomasse-énergie. L’opération de séchage a permis de réduire le taux d’humidité de 93,8% à 12% en humide avec une durée de 16 heures.

**Mots clés:** Tomate, séchage, énergie

**Abstract:** The present work concerns an experimental study of tomato drying. For this purpose, 10.3 kg of tomato are used for an experiment on the kinetics of tomato drying in a convective dryer supplied with energy by the combustion of biomass-energy. The drying operation made it possible to reduce the humidity rate from 93.8% to 12% wet with a duration of 16 hours.

**Keywords:** Tomato, drying, energy.

### **Références:**

- [1] GARANE, Ali et al. 2019. "Étude Du Comportement de Neuf Cultivars de Tomates (*Solanum Ly copersicum* L.) Dans Différentes Zones
- [2] L. Kitinoja, V. Y. Tokala, and A. Brondy, "A review of global postharvest loss assessments in plant-based food crops : Recent findings and measurement gaps," vol. 06, no. 4, pp. 1–15, 2018.
- [3] S. Boughali, "Étude Et Optimisation Du Sechage Solaire Des Produits Agro-Alimentaires Dans Les Zones Arides Et Desertiques," Thèse Dr., pp. 26–28, 2014.

## B6 : Analyse des modes de défaillance des centrales solaires photovoltaïques

Guy M. TOCHE TCHIO.<sup>1</sup>, Sanoussi S. OURO-DJOBO<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup>*Centre d'Excellence Régional pour la Maitrise de l'Électricité (CERME), Université de Lomé, Lomé, Togo*

<sup>2</sup>*Laboratoire sur l'Energie Solaire, Département de Physique, Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01BP1515 Lomé1-Togo*

\* Guy M. TOCHE TCHIO ; Email : [mtoche6@gmail.com](mailto:mtoche6@gmail.com)

### **Résumé :**

Selon de études récentes, le développement des installations photovoltaïques est en pleine croissance partout dans le monde. Ceci traduit l'intérêt de la technologie photovoltaïque dans le mix énergétique et les avantages qu'elle offre dans le processus de transition énergétique. En effet, plusieurs actions salutaires telles que, la réduction des coûts de production, les politiques des soutiens des gouvernements et organismes internationaux contribuent fortement à cette popularité des installations solaires Photovoltaïques. Malheureusement, les systèmes photovoltaïques, en raison de leur exposition aux conditions environnementales difficiles, la fiabilité et la durabilité de ces derniers sont mis à l'épreuve au cours de leur exploitation. A ce titre, les systèmes photovoltaïques, comme tout système électronique et électriques, sont soumis au cours de leur cycle de vie, à des anomalies et dysfonctionnements qui réduisent leur performance et leur durée de vie[1]. Par conséquent, il est nécessaire de s'intéresser à la source des problèmes du système afin de mieux orienter la solution. C'est dans ce contexte que, nous avons opté pour une analyse des modes de défaillances des composants du système photovoltaïque afin d'évaluer sur le long terme, leur fiabilité et leur efficacité. Cette étude permettra d'améliorer les politiques de diagnostic des systèmes photovoltaïques, ainsi qu'une réduction des occurrences de défauts inattendus dans les composants les plus vulnérables tels que le générateur et l'onduleur photovoltaïque. L'objectif de ce travail est de mettre en lumière, quelques mécanismes de défaillance des sous composants du système photovoltaïque. Il s'agira

pour nous de décrire les modes de défaillances de certains dispositifs du générateur et de l'onduleur photovoltaïques, les défauts qu'ils entraînent et les stratégies de détection. Ce travail contribuera à mieux orienter la méthodologie de diagnostic lors de l'apparition d'un défaut quelconque dans les installations photovoltaïques.

**Mots clés :** photovoltaïques, défaillance, diagnostic

**Abstract :**

According to recent studies, the development of photovoltaic installations is growing all over the world. This reflects the interest of photovoltaic technology in the energy mix and the advantages it offers in the process of energy transition. Indeed, several beneficial actions such as the reduction of production costs, the support policies of governments and international organizations contribute strongly to this popularity of photovoltaic solar installations. Unfortunately, photovoltaic systems, due to their exposure to harsh environmental conditions, the reliability and durability of the latter are tested during their operation. As such, photovoltaic systems, like any electronic and electrical system, are subject during their life cycle to anomalies and malfunctions that reduce their performance and lifespan [1]. Therefore, it is necessary to focus on the source of system problems in order to better guide the solution. It is in this context that we opted for an analysis of the failure modes of the components of the photovoltaic system in order to assess their reliability and efficiency over the long term. This study will lead to improved diagnostic policies for photovoltaic systems, as well as a reduction in the occurrence of unexpected faults in the most vulnerable components such as the photovoltaic generator and inverter. The objective of this work is to shed light on some failure mechanisms of the sub-components of the photovoltaic system. It will be for us to describe the modes of failure of certain devices of the generator and the photovoltaic inverters, the defects which they involve and the strategies of detection. This work will help to better guide the diagnostic methodology when any fault appears in photovoltaic installations.

**Keywords:** photovoltaic, failure, diagnosis

**References:**

- [1] L. Bun and A. University, "Fault Detection and Location for a PV System Long Bun To cite this version: HAL Id: tel-00647189 Fault Detection and Location for a PV System," 2012, [Online]. Available: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00647189/document>

B7 : Mixed spin-2 and spin-3/2 Blume-Emery-Griffiths (BEG) Model on the Bethe Lattice

Mounirou KARIMOU<sup>1,2\*</sup>, Rachidi Adéniyi YESSOUFOU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Sciences, d'Ingénierie et de la Mathématiques Appliquées (LSIMA), UNSTIM-Abomey

<sup>2</sup>Ecole Nationale Supérieure de Génie Énergétique et Procédés (ENSGEP) d'Abomey

<sup>3</sup> Université d'Abomey-Calavi, Département, de la physique, Bénin.

\* Auteur correspondant ; Email : [mounirou.karimou@gmail.com](mailto:mounirou.karimou@gmail.com)

**Abstract :**

The mixed spin-2 and spin-3/2 Blume-Emery-Griffiths (BEG) Ising ferrimagnetic system is studied by the bethe lattice approach. The influence of the crystal field and the biquadratic interactions among neighboring spins on the thermal behaviors of the system is singled out. The system displays very rich critical behaviors with the existence of tricritical points. Compensation points where the global magnetization of the system vanishes have been detected for appropriate values of the system parameters.

**Keywords :** Bethe lattice, tricritical, compensation points, magnetization, BEG Model

**Résumé :**

Le système ferrimagnétique d'Ising d'un mélange de spin-2 et spin-3/2 du modèle Blume-Emery-Griffiths (BEG) est étudié par l'approche du réseau de Bethe. L'influence du champ cristallin et les interactions biquadratiques entre spins voisins sur les comportements thermiques du système ont été mis en évidence. Le système montre des comportements critiques très riches avec l'existence de points tricritiques. Des points de compensation où l'aimantation globale du système s'annule ont été trouvés pour des valeurs appropriées des paramètres du système.

**Mots clés :** Réseau de Bethe, tricritique, points de compensation, aimantation, Modèle de BEG

## Références bibliographiques

- [1] Khan, O. (1993) Molecular Magnetism. VCH, New York.
- [2] Monsuripur, M. J. (1987) Magnetization Reversal, Coercivity, and the Process of Thermomagnetic Recording in Thin Films of Amorphous Rare Earth-Transition Metal Alloys. Journal of Applied Physics, 61, 1580
- [3] Deviren, B., Kantar, E. and Keskin, M. (2010) Magnetic Properties of a Mixed Spin-3/2 and Spin-2 Ising Ferrimagnetic System within the Effective-Field Theory. Journal of the Korean Physical Society, 56, 1738-174

**B8 : Caractérisation et modélisation du séchage indirect des feuilles de Moringa Oleifera**

André Luc BATIANA ; Email : [Andrelucbatiana@gmail.com](mailto:Andrelucbatiana@gmail.com) (adresse email valide)

**Résumé :**

Ce travail consistait à caractériser et à modéliser le séchage indirect des feuilles de Moringa Oleifera. Pour cela, les isothermes de désorption et les cinétiques de séchage ont été étudiées. Le dispositif expérimental utilisé était constitué d'une étuve et de solutions salines. Des échantillons du produit ont été récoltés dans la ville de Ouagadougou à cet effet. Les vitesses de séchage ont été estimées à partir des taux de variation de la masse du produit en fonction du temps obtenu grâce aux pertes de masse au cours du séchage. Les teneurs en eau d'équilibre de désorption des feuilles de Moringa oleifera ont été estimées à la température de 40 °C. Il ressort de cette étude que pour une durée de cinq (5) heures et demie de séchage on obtient une

teneur en eau finale de l'ordre de 0,56 kg<sub>eau</sub>/kg<sub>ms</sub> et de 1,59 kg<sub>eau</sub>/kg<sub>ms</sub> respectivement pour une humidité relative de l'air asséchant de 6% et de 75%. Pour la simulation des paramètres caractérisés, quatre modèles théoriques ont été testés Le modèle de Henderson convient le mieux pour prédire les isothermes et celui de Henderson et Pabis représente avec satisfaction la cinétique de séchage indirect des feuilles de Moringa Oleifera.

... Le résumé ne doit pas dépasser 300 mots. Il est centré autour de la problématique, de l'objectif de l'étude, du matériel et des méthodes, et les principaux résultats.

**Mots clés : Isotherme ; désorption ; Modélisation ; cinétique**

**Abstract** : This work consisted in characterizing and modeling the indirect drying of Moringa Oleifera leaves. For this, the desorption isotherms and the drying kinetics were studied. The experimental device used consisted of an oven and saline solutions. Samples of the product were collected in the city of Ouagadougou for this purpose. The drying rates were estimated from the rates of variation of the mass of the product as a function of time obtained thanks to the mass losses during drying. The equilibrium desorption water contents of Moringa oleifera leaves were estimated at a temperature of 40 ° C. It emerges from this study that for a period of five (5) and a half hours of drying, a final water content of the order of 0.56 kgwater / kgms and 1.59 kgwater / kgms respectively for a relative humidity is obtained. air drying 6% and 75%. For the simulation of the characterized parameters, four theoretical models were tested. The Henderson model is best suited for predicting isotherms, and the Henderson and Pabis model satisfactorily represents the indirect drying kinetics of Moringa Oleifera leaves

**Keywords : isotherm ; desorption ; Modeling; kinetic;**

### **Références :**

- [1] Aghilas BRAHIMI (2016) Etude de performances d'un capteur solaire plan à eau. Soutenue Février 2016
- [2] Morton, (1991) the horseradish tree, Moringa pterygosperma (Moringaceae) A boon to Arid Lands
- [3] M. Daguénet, (1985) Le séchage solaire théorie et pratique, UNESCO, Paris
- [4] A.O.DISSA 2008, séchage convectif de la mangue : analyse de l'influence des paramètres aérauliques et intrinsèques, conception et modélisation du fonctionnement d'un séchoir solaire indirect
- [5] Salmwendé Eloi TIENDREBEOGO 2016, Etude des Processus Thermo-Hydro-Mécaniques du Séchage Isotherme de la Micro-algue Spiruline Platensis "Arthrospira Platensis" : Expérience et Modélisation, Thèse de doctorat, université de Ouagadougou

**B9 : Performance assessment of a solar cooker integrating a sensible heat storage system**

Jacques Nébié<sup>1\*</sup>, Alfred Bayala<sup>2</sup>, Drissa Ouédraogo<sup>2</sup>, Issoufou Ouarma<sup>1</sup>, Boubou Bagré<sup>1</sup>, Sidiki Zongo<sup>1</sup>; Guy.C. Tubreoumya<sup>1</sup>; Illyassé Konkobo<sup>1</sup>; Tizane Daho<sup>1</sup>; Antoine Béré<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique et de Chimie de l'environnement (LPCE), Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Laboratoire d'Energie Thermique Renouvelable (LETRE), s, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Ouagadougou, Burkina Faso.

Email: [jacquesnbi@yahoo.fr](mailto:jacquesnbi@yahoo.fr)

**Résumé :** La cuisson solaire est une alternative viable aux systèmes de cuisson conventionnels qui ne sont pas sans conséquences pour les hommes et leur environnement. En effet, la cuisson avec la biomasse est source de pollution, d'émission de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et provoque certaines maladies. Cette cuisson traditionnelle affecte surtout les femmes et les enfants. Cependant, les cuiseurs solaires sont limités par l'intermittence de l'énergie solaire du fait de leur dépendance à cette énergie. Dans ce travail, un cuiseur solaire intégrant un système de stockage de chaleur sensible est réalisé et expérimenté afin de minimiser les impacts de l'intermittence de l'énergie solaire et d'améliorer les performances des cuiseurs solaires. Les résultats montrent que le cuiseur à stockage de chaleur atteint une température de stagnation de 158,3 °C malgré le passage des nuages et peut réduire considérablement les effets de ces nuages sur le fonctionnement du cuiseur solaire. La puissance maximale et l'efficacité maximale sont respectivement de 123,2 W et 47,07 %, ce qui prouve la performance des cuiseurs solaires avec stockage de chaleur par rapport à ceux sans stockage d'énergie.

**Mots clés :** Cuiseur solaire ; Energie solaire ; Stockage de chaleur ; Performance

**Abstract:** Solar cooking is viable alternative to the conventional cooking systems which are not without consequences for people and their environment. Indeed, cooking with biomass is source of pollution, emission of greenhouse gases into the atmosphere and causes certain diseases. This traditional cooking affect mostly women and children. However, solar cookers are limited by the intermittence of solar energy because of their dependence to this energy. In this work, a solar cooker integrating a sensible heat storage system is realized and experimented in order to minimize the impacts of solar energy intermittence and enhance the performance of solar cookers. The results show that the cooker with heat storage can reach a stagnation temperature of 158.3 °C despite the clouds passage and can reduce considerably the effects of these clouds on the operation of the solar cooker. Maximum power and maximum efficiency are 123.2 W and 47.07 % respectively, proving the performance of solar cookers with heat storage in relation to those without energy storage.

**Keywords:** Solar cooker; Solar Energy; Heat storage; Performance

### Références :

- [1] P. P. Otte, "Warming Up to solar cooking- A Comparative study on motivations and the adoption of institutional solar cookers in developing countries," in *Energy Procedia*, 2014.
- [2] P. P. Otte, "Solar cookers in developing countries — What is their key to success?," *Energy Policy*, vol. 63, pp. 375–381, 2013.
- [3] P. P. Otte, "A ( new ) cultural turn toward solar cooking — Evidence from six case studies across India and Burkina Faso," *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 2, pp. 49–58, 2014.



- [4] V. D. Bhatt and K. Gohil, "PERFORMANCE EVALUATION OF SOLAR COOKER USING SOME [N+ 4444] BASED IONIC LIQUIDS AS THERMAL ENERGY STORAGE MATERIALS," *Adv. Mater. Lett.*, no. September, pp. 1–19, 2012.
- [5] J. Nébié *et al.*, "Thermal Performance Assessment of a Box-type Solar Cooker with an Inclined Collecting Surface and Kapok Wool Insulation," *Phys. Sci. Int. J.*, vol. 25, no. 10, pp. 29–38, 2021.
- [6] M. Aramesh, M. Ghalebani, A. Kasaeian, and H. Zamani, "A review of recent advances in solar cooking technology," *Renew. Energy*, vol. 140, pp. 419–435, 2019.

### B13: Améliorer la modification spectrale pour les applications dans les cellules solaires

Z. Makir<sup>1,2</sup>, Oumar A. Niasse<sup>1</sup>, N. Mbengue<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Physics Lab., Dept of Physics, Faculty of Sciences, University Cheikh Anta Diop of Dakar, SENEGAL

<sup>2</sup>LAMPCER Lab., Phys. Dept., Faculty of Sciences and Technologies of Mohammedia, University Hassan II of Casablanca, MOROCCO.

\* Corresponding Author: [omaraniasse@gmail.com](mailto:omaraniasse@gmail.com).

**Résumé :** L'inadéquation spectrale entre les cellules solaires et le rayonnement incident est un facteur fondamental qui limite leur efficacité. Il existe des matériaux et des procédés luminescents qui peuvent modifier les propriétés de la lumière solaire incidente pour mieux s'adapter aux régions d'absorption optimales de la cellule. Le développement de nouvelles structures ou de nouveaux dispositifs optiques pour améliorer le piégeage de la lumière dans les cellules solaires est un véritable défi. Ce travail s'inscrit dans la thématique de l'augmentation de l'efficacité des cellules solaires en s'appuyant sur les techniques offertes par l'ingénierie optique. Notre objectif est d'étudier les spectres de photoluminescence dans le visible d'oxyde de zinc codopé au Hf et à l'erbium après excitation dans l'ultraviolet (UV), afin de modifier le spectre solaire et de l'adapter à la cellule solaire, et par conséquent d'augmenter son efficacité.

**Mots clés :** Absorption, zinc, cellule solaire, spectrale

**Abstract :** The spectral mismatch between solar cells and incident radiation is a fundamental factor limiting their efficiencies. There exist materials and luminescent processes which can modify the incident sunlight's properties to better suit the cell's optimal absorption regions. Developing new structures or optical devices to improve the trapping of light within solar cells is a real challenge. This work is part of the theme of increasing the efficiency of solar cells by relying on techniques offered by optical engineering. Our aim is to study the visible photoluminescence spectra of after Ultraviolet (UV) excitation, Hf and erbium codoped zinc oxide, in order to modify the solar spectrum and adapt it to the solar cell, and consequently to enhance its efficiency.

**Keywords :** Absorption, zinc, solar cell, spectral

#### Références :

- [1] KL. Chopra, S. Major and DK. Pandya DK, Transparent conductors, *Thin Solid Films*, 1983 102 1, 1-46.



- [2] LT. Yin, JC. Chou, WY. Chung, TP. Sun and SK. Hsiung, Separate structure extended gate H<sup>+</sup>-ion sensitive field effect transistor on a glass substrate, *Sensors Actuators B*, 2000, 71, 106.
- [3] BH. Lee, IG. Kim, SW. Cho and SH. Lee, Effect of process parameters on the characteristics of indium tin oxide thin film for flat panel display application, *Thin Solid Films*, 1997, 302 25.
- [4] JS. Kim, M. Granstrom, RH. Friend, N. Johansson, WR. Salaneck, R. Daik, WJ. Feast and F. Cacialli, Indium–tin oxide treatments for single- and double-layer polymeric lightemitting diodes: The relation between the anode physical, chemical, and morphological properties and the device performance, *J. Appl. Phys.*, 1998, 84, 6859.
- [5] F. Mohtaram, S. Borhani, M. Ahmadpour, P. Fojan, A. Behjat, HG. Rubahn, M. Madsen, Electrospun ZnO nanofiber interlayers for enhanced performance of organic photovoltaic devices, *Solar Energy*, 2020,197, 311-316.
- [6] O Adedokun, IT Bello, YK Sanusi, AO Awodugba, Effect of precipitating agents on the performance of ZnO nanoparticles based photo-anodes in dye-sensitized solar cells, *Surfaces and Interfaces*, 2020, 21, 100656.
- [7] V. Kumar, OM. Ntwaeaborwa, T. Soga, V. Dutta and HC. Swart, Rare Earth Doped Zinc Oxide Nanophosphor Powder: A Future Material for Solid State Lighting and Solar Cells, *ACS Photonics* 2017, 4, 2613-2637.

## B16: Simulation numérique de l'écoulement de l'air dans un séchoir solaire indirect à convection naturelle

Roland LANKOUANDE<sup>1,4\*</sup>, G. Gilbert NANA<sup>3</sup>, Souleymane OUEDRAOGO<sup>3</sup>, Kalifa PALM<sup>2</sup>, Sié KAM<sup>3</sup>, Frédéric OUATTARA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Université Virtuelle du Burkina, BP 64 Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup> Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), 03 BP 7047 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>3</sup> Laboratoire d'Energies Thermiques Renouvelables(LETRE), Université Joseph KI-ZERBO de Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>4</sup>Laboratoire de Recherche en Energétique et Météorologie de l'espace (LAREME), Université Norbert ZONGO, BP 376 Koudougou, Burkina Faso

\* Auteur correspondant ; Email : [rolandlankouande@yahoo.fr](mailto:rolandlankouande@yahoo.fr)

**Résumé :** Dans cette communication, nous avons fait la simulation de l'écoulement de l'air dans un séchoir solaire indirect à convection naturelle, et nous étudions le comportement de son écoulement depuis l'entrée du collecteur jusqu'à la sortie de la chambre de séchage. Ce phénomène est régi par les équations de Navier-Stokes. Ces équations, couplées aux conditions aux limites, sont discrétisées par une méthode aux différences finies puis résolues numériquement grâce aux algorithmes de Gauss et de Thomas. La résolution de ces équations avec le code de calcul comsol nous permet d'avoir le profil des températures qui varie de 303 K à 343 K, également un profil de vitesse qui se situe entre 0,5 m/s et 2 m/s et enfin une baisse de pression à la sortie de la chambre de séchage.

**Mots clés :** Séchage, Equations de Navier-Stokes, Températures, vitesses.

**Abstract :** In this communication, we have simulated the air flow in an indirect solar dryer with natural convection, and we study the behavior of its flow from the inlet of the collector to the outlet of the drying chamber. This phenomenon is governed by the Navier-Stokes equations. These equations, coupled with the boundary conditions, are discretized by a finite difference method then solved numerically with Gauss and Thomas algorithms. Solving these equations with the comsol calculation code allows us to have the temperature profile which varies from 303 K to 343 K, also a velocity profile which is between 0.5 m/s and 2 m/s and finally a drop in pressure at the outlet of the drying chamber.

**Keywords :** Drying, Navier-Stokes equations, temperatures, velocities.

**Références :**

- [1] Amir, R. S., Hadi, I., (2015). Experimental and numerical investigation on an innovative solar chimney. *Energy Conversion and Management*, 95, 446–452.
- [2] Dissa, A., Tiendrébéogo, E., Garba, S., Koulidiati, J., (2016). “Modélisation et simulation du séchage solaire en couche mince de la Spiruline (*Astrosphaera platensis*)”, *J. Soc. Ouest-Afr.Chim.*, 042 : 1 – 7
- [3] El-Sebaï, A. A., S., Aboul-Enein, M. R. I., Ramadan and H. G., El-Gohary, (2002). "Experimental investigation of an indirect type natural convection solar dryer", *Energy conversion and management* 43, 2251-2266.
- [4] Gustavsson, J. et al. (2012). Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde - ampleur, causes et prévention. In Congrès International SAVE FOOD. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) Rome.
- [5] Heisler, E. M., (2014). "Exploring alternative designs for solar chimneys using computational fluid dynamics". Master of science in mechanical engineering, faculty of the Virginia Polytechnic Institute Blacksburg, VA, 90 p.

**B15: Evaluation de la dégradation des performances énergétique d’une centrale solaire photovoltaïque raccordée au réseau électrique en zone type soudano-sahélien**

Abdoulaye Kabore <sup>1\*</sup>, Samuel Ouoba<sup>1</sup>, Kayaba Haro<sup>1,2</sup>, Leonard T. Ouedraogo<sup>1</sup>, Ousmane Guiro<sup>1</sup>, Antoine BERE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>2</sup>Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, 03 BP 7047 Ouagadougou 03 Burkina Faso

\* Auteur correspondant ; Email : [abdchancel@gmail.com](mailto:abdchancel@gmail.com)

**Résumé :**

La maîtrise de la productivité des centrales solaires photovoltaïques raccordées au réseau électrique est très cruciale pour un développement effectif de la filière. L'évaluation de la dégradation énergétique est une tâche difficile du fait qu'elle dépend de certains facteurs tels que la technologie des modules PV et de la caractéristique météorologique du site d'exploitation. L'objectif de cette étude est de quantifier et de comprendre le mécanisme de dégradation des performances des modules PV d'une centrale solaire PV forte de 33,7MWc raccordée au réseau électrique située en zone type soudano-sahélien. Les méthodes de régression linéaire et de décomposition saisonnière classique sont les techniques statistiques qui ont été utilisées pour déterminer le taux de dégradation sur la base de trente-six mois (2019-2021) de monitoring des ratios de performance obtenus conformément à la norme CEI 61724. L'analyse de ces résultats ont montrés que le taux de dégradation est estimé respectivement à 0,91%/an et 1,92%/an pour les trois années d'exploitation.

**Mots clés :** Centrale photovoltaïque, Taux de dégradation, Ratio de performance, Zagtoui

**Abstract**

The control of the productivity of grid-connected solar photovoltaic plants is very crucial for an effective development of the sector. The evaluation of the energy degradation is a difficult task because it depends on some factors such as the PV module technology and the meteorological characteristic of the operation site. The objective of this study is to quantify and understand the mechanism of PV module performance degradation in a 33.7MWp grid-connected large-scale solar PV plant located in a Sudano-Sahelian zone. Linear regression and classical seasonal decomposition methods are the statistical techniques that were used to determine the degradation rate based on thirty-six months (2019-2021) of monitoring performance ratios obtained in accordance with the IEC 61724 standard. The analysis of these results showed that the degradation rate is estimated at 0.91%/year and 1.92%/year respectively for the three years of operation.

**Keywords:** Photovoltaic power plant, Degradation rate, Performance ratio, Zagtoui

#### **Références :**

- [1] IEA-PVPS, 2014. Analysis of Long-Term Performance of PV Systems Different Data Resolution for Different Purposes. IEC61724, 1998. Photovoltaic system performance monitoring-guidelines for measurement, data exchange and analysis.
- [2] Jordan, D.C., Kurtz, S.R., 2013. Photovoltaic degradation rates-an analytical review. Prog. Photovoltaics Res. Appl. 21, 12–29
- [3] Silvestre, S., Kichou, S., Guglielminotti, L., Nofuentes, G., Alonso-Abella, M., 2016. Degradation analysis of thin film photovoltaic modules under outdoor long term exposure in Spanish continental climate conditions. Sol. Energy 139, 599–607
- [4] Maria Malvonia, Nallapaneni Manoj Kumarb , Shauhrat S Choprab , Nikos Hatziargyrioua. 2020. Performance and degradation assessment of large-scale grid-connected solar photovoltaic power plant in tropical semi-arid environment of India. Solar Energy. June 2020, Pages 101-113

**B17: Determinants of organic cotton farming unit's technical efficiency in Benin: a stochastic output distance function approach.**

Ceptime Ahlonsou <sup>1\*</sup>, Pagal Agbanglanon<sup>1</sup>, Epipahne Sodjinou<sup>2</sup>, Romain Glèlè Kakai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières, Faculty of Agronomic Sciences, University of Abomey-Calavi Campus (LABEF/FSA/UAC), Building CBIG (2nd floor), Abomey-Calavi, 04 BP 1525 Cotonou, Benin.

<sup>3</sup>Faculté d'Agronomie & Ecole Nationale de Statistique de Planification et de Démographie, Université de Parakou, Parakou, Bénin

\* Auteur correspondant ; Email : [aceptime@yahoo.com](mailto:aceptime@yahoo.com)

**Résumé :** Le coton biologique a été introduit au Bénin, depuis les années 1990, en réponse aux problèmes socio-économiques et environnementaux liés à la production de coton

conventionnel, notamment l'utilisation abusive de produits chimiques de synthèse. Il valorise les biens et services de l'écosystème, les technologies compatibles avec la préservation de l'environnement et est centré sur une gestion holistique du système de production. L'objectif de cette étude était de prendre en compte cet aspect holistique, qui implique un processus de production multi-sorties et multi-intrants, pour évaluer les facteurs qui déterminent l'efficacité technique des unités d'agriculture biologique. Pour ce faire, une approche par la fonction de distance stochastique de l'output a été utilisée. Le travail s'appuie sur des données collectées dans le cadre du projet SYPROBIO (SYstème de PROduction BIOlogique diversifiés) lors de la campagne agricole 2012 - 2013. La base de données est constituée de 70 producteurs qui produisent simultanément du coton, du maïs, du soja, de l'arachide et du haricot biologiques. Les résultats montrent que les producteurs pourraient améliorer la quantité de coton produite de 26% pour le coton biologique afin d'atteindre une meilleure performance technique. En ce qui concerne les déterminants de l'efficacité, la superficie des terres, la quantité de biopesticides, la rotation des cultures et l'expérience dans la production de coton sont les principaux facteurs qui permettent d'augmenter le niveau d'efficacité technique des producteurs tandis que l'accès au crédit a un effet négatif. Ces résultats suggèrent qu'il y a un besoin de plus d'appui technique pour améliorer l'efficacité technique du coton biologique au Bénin. La suite de l'étude a permis d'identifier les variables socio-économiques qui peuvent faciliter la réduction de l'inefficacité technique et promouvoir une production plus intense et intégrée du coton biologique et de l'arachide par les producteurs.

**Mots clés :** Coton, Bénin, efficacité technique, fonction de distance stochastique de la production.

**Abstract:** Organic cotton has been introduced in Benin, since the 1990s, as a response to socio-economic and environmental problems related to conventional cotton production, including the misuse of synthetic chemicals. It promotes the goods and services of the ecosystem, technologies compatible with the preservation of the environment and is centered on a holistic management of the production system. The objective of this study was to take this holistic aspect, which involves multi-output and multi-input production process, into account to assess factors that determine the technical efficiency of organic farming units. To deal with this, a stochastic output distance function approach has been used. The work is based on data collected in the framework of the project SYPROBIO (SYstème de PROduction BIOlogique diversifiés) during the agricultural campaign 2012 - 2013. The database is constituted of 70 producers which produce simultaneously organic cotton, maize, soybean, peanut and bean. The results show that producers could improve the quantity of cotton produced by 26% for organic cotton to achieve better technical performance. Regarding determinants of efficiency, land area, amount of biopesticide, crop rotation and experience in cotton production are the main factors which allow to increase the level of technical efficiency of producers while the access to credit has a negative effect. These results suggest that there is a need for more technical support to improve the technical efficiency of organic cotton in Benin. The further study allowed identifying socio-economic variables that can facilitate the reduction of technical inefficiency and promote more intense and integrated production of organic cotton and peanut by producers.

**Keywords:** Cotton, Benin, Technical efficiency, stochastic output distance function.

## Références:

- [1] Sodjinou, E., Glin, L. C., Nicolay, G., Tovignan, S., Hinvi, J. Socioeconomic determinants of organic cotton adoption in Benin, West Africa. *Agricultural and Food Economics*. **2015**, 3, 1–22.
- [2] INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique). Monographie de la filière "Coton" au Bénin. **2020**, 54p.
- [3] Altenbuchner, C., Larcher, M., Vogel, S. The impact of organic cotton cultivation on the livelihood of smallholder farmers in Meatu district, Tanzania. *Renewable Agriculture and Food Systems*. **2014**, 31(1), 22-36.
- [4] Tovignan, D. S., Sodinou, E., Glin, L.C., Hinvi, J., Bonou-zin, R. D. C., Koussahoué, S., Glan, N. Analyse des déterminants de la rentabilité du coton biologique et conventionnel au Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific Research*. **2018**, 39(1), 79-90.
- [5] Bonou-zin, R. D. C., Allali, K., Fadlaoui, A., Yabi, J. A. Environmental efficiency and economic performance of cotton production in Benin: What relationship? *Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. **2019**, 8(1), 161-175.

## B18 : Techniques Identification des Périodes de Production Optimales d'un Générateur Photovoltaïque par Clustering

Macaire Bienvenu AGBOMAHENA<sup>1, 2\*</sup>, Audace DIDAVI<sup>1</sup>, Renaud d'ALMEIDA<sup>1</sup> Yao GNANGBOLOU<sup>1</sup>

*1- Laboratoire d'Electrotechnique de Télécommunication et d'Informatique Appliquée (LETIA)*

*(EPAC) – Université d'Abomey-Calavi, 01BP 526 Cotonou (Bénin)*

*2- Laboratory for Chemistry of Novel Materials, University of Mons (UMONS) / Materia Nova R&D Center, Place du Parc 20, B-7000 Mons, Belgium*

*agbomac@yahoo.fr*

## Résumé :

Le travail présente une technique d'identification de la période de production optimale d'un générateur PV installé à un point quelconque situé à l'intérieur d'une très large zone géographique à la taille d'une zone agroécologique. Cette technique repose sur les méthodes d'intelligence artificielles de clustering. Les paramètres météorologiques telles que l'irradiation et la température sont identifiés comme paramètres d'influence de la puissance PV. La technique débute par le quadrillage et l'échantillonnage de la zone d'étude où l'irradiation et la température sont recueillies pour tous les échantillons. Les échantillons pour lesquels ces paramètres varient tous de la même manière sont alors regroupés. Une fois ces sous-zones formées, les périodes de production optimales sont déterminées en comparant les évolutions de l'irradiation, la précipitation et l'indice de clarté de la sous-zone. Une application de la technique au territoire Béninois a été réalisée où l'algorithme de clustering k-mean a été utilisé et les données exploitées ont été téléchargées dans la base de données de la NASA pour une période allant du 1<sup>er</sup> Janvier 2012 au 31 Décembre 2021. Le métrique Silhouette Score a été utilisé pour apprécier les performances de clustering pour lesquelles un minimum de 0,99 a été obtenu.

**Mots clés :** Algorithme K-mean – Clustering – Irradiation - Température

## Technique for Identifying the Optimal production periods of a Photovoltaic generator installed by Clustering

### Abstract

This work presents a technique for identifying the optimal production period of a PV generator installed at any point within a very large geographical area. This technique is based on artificial

intelligence clustering methods. Meteorological parameters such as irradiation and temperature are identified as influencing parameters of the PV power. The technique starts by gridding and sampling the study area where irradiation and temperature are collected for all samples. The samples for which these parameters all vary in the same way are then grouped together. Once these sub-areas are formed, the optimal production periods are determined by comparing the changes in irradiance, precipitation and lightness index of the sub-area. An application of the technique to the Beninese territory was carried out where the k-mean clustering algorithm was used and the exploited data were downloaded in the NASA database for a period from January 1st 2012 to December 31st 2021. The Silhouette Score metric was used to assess the clustering performance for which a minimum of 0.99 was obtained.

**Keywords:** K-mean algorithm - Clustering - Irradiation - Temperature

### Références :

- [1] F. H. Gandoman, F. Raiesi, and A. Ahmadi, "A literature review on estimating of PV-array hourly power under cloudy weather conditions," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 63, pp. 579–592, 2016.
- [2] X. Huang, Y. Ye, L. Xiong, R. Y. Lau, N. Jiang, et S. Wang, « Time series k-means: A new k-means type smooth subspace clustering for time series data », *Inf. Sci.*, vol. 367, p. 1-13, 2016.
- [3] Z. Zhen et al., "SVM based cloud classification model using total sky images for PV power forecasting," in 2015 IEEE Power & Energy Society Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT), 2015, pp. 1–5. [6] J. Liu, W. Fang, X. Zhang, and C. Yang, "An Improved Photovoltaic Power Forecasting Model With the Assistance of Aerosol Index Data," *IEEE Trans. Sustain. Energy*, vol. 6, no. 2, pp. 434–442, Apr. 2015, doi: 10/ggznrk.
- [4] J. Kou et al., "Photovoltaic power forecasting based on artificial neural network and meteorological data," in 2013 IEEE International Conference of IEEE Region 10 (TENCON 2013), 2013, pp. 1–4. [8] H. Aprillia, H.-T. Yang, and C.-M. Huang, "Short-term photovoltaic power forecasting using a convolutional neural network–salp swarm algorithm," *Energies*, vol. 13, no. 8, p. 1879, 2020.
- [5] H. Han, L. Qu, L. Zhu, and N. Chen, "Study on the influence of PV power generation model parameter variation on power system," in 2017 IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Nov. 2017, pp. 1–5. doi: 10.1109/EI2.2017.8244421.

B19 : Caractérisation et conditionnement des coques de noix de cajou en vue de la valorisation par des procédés thermochimiques

Boua Sidoine Kadjo <sup>1\*</sup>, Koita Mohamed Sako<sup>1</sup>, Kouadio Alphonse Diango<sup>1</sup>, Yao N’guessan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Laboratoire des Procédés Industriels, de Synthèse, de l’Environnement et des Energies Nouvelles (LAPISEN), Institut National Polytechnique Felix HOUPHOUËT -BOIGNY (INP-HB), BP 1093 Yamoussoukro, Côte d’Ivoire*

\* Auteur correspondant ; Email : [bkadjo@gmail.com](mailto:bkadjo@gmail.com)

**Résumé :** En Côte d’Ivoire, la production de noix de cajou a connu une évolution remarquable ces dix seize dernières années, avec une production de plus de 968 676 tonnes de noix brutes de cajou en 2021, érigeant le pays au rang de premier pays producteur de noix brutes de cajou au monde. L’anacardier pousse partout en Côte d’Ivoire. Les unités de production et de transformation sont réparties aux quatre coins du pays. Les coques d’anacarde représentent 70% à 73% de la masse des noix brutes et constituent des déchets polluants, corrosifs, nocifs et toxiques [1, 2]. Les unités de transformation rencontrent des difficultés dans la gestion des résidus tels que le risque d’incendie, l’encombrement et la pollution des sols et des eaux lors qu’ils sont déversés directement dans la nature. Les caractéristiques des coques montrent qu’elles sont de bons combustibles. Cependant la production de briquettes à partir de celles-ci

en vue d'une valorisation dans les procédés de combustion et gazéification pour la production d'électricité requièrent un traitement à cause de leur teneur en huile résiduelle est de 31%. Cette valeur est très largement au-dessus de la valeur maximale exigée pour une meilleure valorisation énergétique des résidus oléagineux par la production de biocombustibles. Une étape de traitement pour diminuer le taux d'huile résiduelle est donc nécessaire car selon [3], la teneur en huile ne devrait pas dépasser 6,5 % pour permettre la formation correcte de pellets et de qualité.

**Mots clés :** Coques de noix de cajou, Energie, biocombustible

**Abstract:** Cashew nut production in Côte d'Ivoire has undergone a remarkable evolution over the past 16 years, with production of more than 968,676 tons of raw cashew nuts in 2021, making the country the world's largest producer of raw cashew nuts. Cashew trees grow everywhere in Côte d'Ivoire. Production and processing units are spread throughout the country. Cashew nut shells represent 70% to 73% of the raw nut mass and constitute polluting, corrosive, harmful and toxic waste [1, 2]. The processing units encounter difficulties in managing the residues such as the risk of fire, congestion and soil and water pollution when they are dumped directly into nature. The characteristics of the husks show that they are good fuels. However, the production of briquettes from them for use in combustion and gasification processes for electricity generation requires treatment because of their residual oil content of 31%. This value is far above the maximum value required for better energy recovery of oilseed residues through biofuel production. A treatment step to reduce the residual oil content is therefore necessary, as according to [3], the oil content should not exceed 6.5% to allow the correct formation of quality pellets.

**Keywords :** Cashew shells, Energy, Biofuel

#### **Références :**

- [1] **Tagutchou J. P. et Naquin P., 2012.** Caractérisation et traitement thermo-chimique des coques d'anacarde en vue de leur valorisation énergétique dans les procédés de transformation artisanale de noix de cajou. Déchets Sciences & Techniques, Revue Francophone d'Ecologie Industrielle, vol. 62, Lyon– France, 8p.
- [2] **Mohod AG, Khandetod YP, Powar AG, 2008.** Processed cashew shell waste as fuel supplement for heat generation. Energy Sustain Dev 12:73–76. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(09\)60009-0](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(09)60009-0)
- [3] **Kaliyan Nalladurai & Morey R. Vance, 2009.** Factors affecting strength and durability of densified biomass products. Biomass and Bioenergy, 33, pp. 337-359. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.08.005>

B21: étude de l'influence de la température de cuisson d'une brique de terre cuite sur les propriétés.

ZERBO Desire<sup>1</sup>, TIENDREBEOGO S. Eloi<sup>2</sup>, DISSA Alpha Oumar<sup>3</sup>



Laboratoire de Physique et Chimie de L'environnement (LPCE), Ecole Normale Supérieure,  
UFR-SEA, UJKZ, Ouagadougou, Burkina Faso.

\*ZERBO Desiré ; Email : zerbodesi@gmail.com

### **RESUME**

Ce travail porte essentiellement sur la caractérisation d'une brique de terre cuite. De nos jours, de nombreux problèmes minent le domaine du bâtiment. Ce sont principalement l'usage excessif de l'énergie électrique pour maintenir le confort thermique et pour produire le matériau de base qu'est le ciment, la non résistance face aux intempéries de certains matériaux. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence de température de cuisson d'une brique de terre cuite. Pour atteindre notre objectif principal, nous nous sommes fixés des objectifs spécifiques :

- déterminer expérimentalement les propriétés géotechniques d'une brique de terre cuite ;
- estimer l'évolution des paramètres thermo-hydro-mécaniques ;
- identifier une température optimale de cuisson d'une brique de terre cuite.

La caractérisation des paramètres tels que : la granulométrie réalisée par tamisage et par sédimentométrie ; la teneur en eau naturelle de l'ordre de 6,6% ; la porosité ; les limites d'Atterberg a été effectuée pour la classification de notre matériau de base. Il ressort de ces essais que pendant la période de la cuisson, le matériau devient davantage poreux (27 à 34%), fragile par moment. La limite de liquidité à la coupelle de Cassagrande et la limite de plasticité par la méthode de rouleau sont respectivement de l'ordre de 40% et 20%. Ces dernières ont permis de classer notre sol parmi des argiles inorganiques moyennement plastiques et à la limite du gonflement selon le diagramme de Cassagrande. Les résultats d'essai à la compression et traction simple obtenus pendant cette phase expérimentale varient respectivement de 4MPa à 18,8MPa et de 0,23 à 0,78MPa pour les différents échantillons en fonction de la température de cuisson. Les valeurs maximales des caractéristiques mécaniques sont obtenues à 800°C .

**Mots-clés :** caractérisation ; brique de terre cuite ; influence de température ; propriétés thermo-hydro-mécanique.

#### **Abstract :**

This research mainly concerns the characterization of a terracotta brick. The characterization of parameters such as: particle size; the naturel water content of the order 6.6%; the porosity the Atterberg limits were carried out for the classification of our base material. It emerges from



these tests that during the baking period, the material becomes more porous (27 to 34%) and fragile at times. The liquidity limit and plasticity limit are respectively of the order of 40% and 20%. The latter made it possible to classify our soil among moderately plastic inorganic clays and the limit of swelling according to the Cassagrande diagram. The result of tests in compression in simple traction during the experimental phase vary respectively from 4.4MPa to 18.8MPa and from 0.23MPa to 0.78MPa for the various sample as a function of the firing temperature. The maximum values of the mechanical characteristics are obtained at 800°C .

**Keywords:** characterization; terracotta brick; temperature influence; thermo-hydro-mechanical properties.

### Références

- [1]. Bories.pdf [Internet]. [cité 20 mars 2020].
- [2]. histoire de la brique cuite et de ses utilisations - Recherche Google [Internet]. [cité 20 mars 2020].
- [3]. Fgaier FE. Conception, production et qualification des briques en terre cuite et en terre crue.
- [4]. zoma F. etude experimentale des proprietes thermomecaniques et simulation de la performance energetique de materiaux composite formules a base de terre argileuse et de renfort vegetaux:essai de qualification pour leur utilisation comme enveloppe de maison. [Ouagadougou]: universite ouaga1 professeur Joseph Ki-Zerboo; 2016.
- [5]. Chrétien M. Compréhension des mécanismes de retrait-gonflement des sols argileux : approche sur site expérimental et analyse de sinistres sur constructions individuelles [Internet] [These de doctorat]. Bordeaux 1; 2010 [cité 10 juin 2021].
- [6]. Les argiles : un nanomatériau naturel et surprenant [Internet]. Encyclopédie de l'environnement. 2019 [cité 27 déc 2020].
- [7]. Bouna L. Fonctionnalisation des minéraux argileux d'origine marocaine par TiO<sub>2</sub> en vue de l'élimination par photocatalyse de micropolluants organiques des milieux aqueux. :298.

- [8]. Pinot P. Détermination de la porosité de roches calcaires : méthode et incertitude de mesure d'activité de  $^{56}\text{Mn}$  par coïncidences Tcherenkov-gamma. Rev Fr Métrologie. 30 mars 2015;(37):37-53.
- [9]. Ali A, Benelmir R, Tanguier J-L, Saleh A. Caractéristiques mécaniques de l'argile de Ndjamena stabilisée par la gomme arabique. 2017;13.
- [10]. La brique.pdf [Internet]. [cité 22 mai 2021]
- [11]. Nigay P-M. Etude des transformations microstructurales de mélanges argile/biomasse lors de la cuisson et relations avec les propriétés mécaniques et thermiques. :193.
- [12]. Comment la matière se déforme : des fluides et des solides [Internet]. Encyclopédie de l'environnement. 2018 [cité 23 mai 2021].
- [13]. Albert Atterberg. In: Wikipedia [Internet]. 2020 [cité 23 mai 2021].
- [14]. Shelley EO. Some geotechnical properties to characterize Mexico City Clay. :12.
- [15]. MacEwan DMC, Ruiz-Amil A. Interstratified Clay Minerals. In: Gieseking JE, éditeur. Soil Components: Vol 2: Inorganic Components [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 1975 [cité 24 mai 2021]. p. 265-334.
- [16]. Carty WM, Senapati U. Porcelain—Raw Materials, Processing, Phase Evolution, and Mechanical Behavior. J Am Ceram Soc. 1998;81(1):3-20.