RÉPUBLIQUE TOGOLAISE
Ministère de l'Éducation nationale

CONSEIL AFRICAIN ET MALGACHE POUR L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Université de Lomé

UNIVERSITE DE KARA

7ème édition

7JSDC

JOURNÉES SCIENTIFIQUES DU CAMES

9-12 MARS 2026

Palais des Congrès
Université de Lomé

Thème : *« Quelle Recherche scientifique pour une Afrique solidaire, résiliente et développée : vers une politique commune ambitieuse de Recherche dans l'espace CAMES ».*

Livre des résumés
Abstract Book

ÉNERGIE
ENERGY

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft
German Research Foundation

Table des matières / Table of Contents

Analyse comparative des réglages de CPS pour un modèle hybride de prévision énergétique 7

Comparative analysis of CPS parameters for a hybrid energy forecasting model 7

Approche multi-résolution intégrant un modèle physique non linéaire et un réseau LSTM pour la modélisation et la prévision de la puissance photovoltaïque 8

Multi-Resolution Approach Integrating a Nonlinear Physical Model and an LSTM Network for Photovoltaic Power Modelling and Forecasting 8

Caractérisation physico-chimique des coques de coton pour la valorisation énergétique industrielle 9

Physicochemical Characterization of Cottonseed Hulls for Industrial Energy Valorization 9

Conception et caractérisation d'un matériau composite terre–paille–latex pour la construction durable en climat tropical 11

Design and characterization of an earth–straw–latex composite material for sustainable construction in tropical climates 11

Déploiement, performances et perspectives de la production solaire d'eau chaude en Afrique de l'Ouest 13

Deployment, performance and perspectives of solar water heating in West Africa 13

DRECHES DE BRASSERIE : UNE IMPORTANTE SOURCE DE PRODUCTION DE BIOGAZ AU BURKINA FASO 14

BREWERY DRESSING: AN IMPORTANT SOURCE OF BIOGAS PRODUCTION IN BURKINA FASO 14

Effets du dopage de la couche mince photovoltaïque FAPbBr3 par le Méthylamine (MA) 15

Effects of doping the FAPbBr3 thin-film photovoltaic layer with methylamine (MA) 15

Estimation du potentiel électrique du biogaz issu de la Co-digestion de fientes de poule et de bouse de vache à Sokodé 17

Estimation of the Electrical Potential of Biogas Produced from the Co-digestion of Chicken Manure and Cow Dung in Sokodé 17

Etude de la caractérisation de résidus agricoles pour la réalisation de combustibles pour foyers domestiques 18

Characterization of Agricultural Residues for the Production of Domestic Cooking Fuels 18

Étude de la conversion par combustion de coques de coton pour la production d'électricité selon le cycle de Rankine–Hirn 19

Study of the Conversion of Cottonseed Hulls by Combustion for Electricity Generation Using the Rankine–Hirn Cycle 19

Étude de la réalisation d'une centrale solaire photovoltaïque de 15 kW à l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou, Guinée 21

Feasibility study for a 15 kW photovoltaic solar power plant at the Higher Institute of Technology of Mamou, Guinea 21

Etude de l’évolution de la production et du potentiel énergétique des déchets ménagers, et de la consommation électrique des ménages dans le District Autonome d’Abidjan entre 2014 et 2024. 22

Study of the evolution of production and energy potential of household waste, and of household electricity consumption in the Autonomous District of Abidjan between 2014 and 2024 22

Étude des performances thermiques du béton de nodules latéritiques 23

Study of the thermal performance of lateritic nodule concrete 23

Etude numérique de la vitesse du vent sur la performance thermique des séchoirs solaires en condition climatique réelle d’utilisation 24

Numerical study of wind speed on the thermal performance of solar dryers under real climatic conditions of use 24

Evaluation du potentiel solaire flottant du barrage hydroélectrique de Nangbéto au Togo 25

Assessment of the floating photovoltaic potential of the Nangbéto hydroelectric dam in Togo ... 25

Evaluation économique comparative entre voitures électriques et thermiques pour un usage de taxi en Cote d’Ivoire 26

Comparative Economic Evaluation of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles for Taxi Use in Côte d'Ivoire 26

Indicateurs de performance du système de compostage thermophile : effets des techniques de retournement sur les paramètres évolutifs, la durée de maturation et le rendement 27

Performance indicators for thermophilic composting systems: effects of turning techniques on evolutionary parameters, maturation time, and yield 27

Influence de la tortuosité sur le transport des espèces dans les couches de diffusions gazeuses de la pile à combustible à membrane échangeuse de protons 28

Influence of tortuosity on species transport in the gas diffusion layers of proton exchange membrane fuel cells 28

Influence du taux de dopage de la base sur les paramètres électriques d’une cellule photovoltaïque sous illumination intense. 29

Influence of the doping concentration of the base on the electrical parameters of a photovoltaic cell under intense illumination. 29

Intégration à grande échelle du solaire photovoltaïque dans les réseaux électriques africains : enjeux techno-économiques et perspectives de résilience 30

Large-Scale Solar Photovoltaic Integration in African Power Grids: Techno-Economic Challenges and Resilience Perspectives 30

Modélisation et analyse numérique des cycles de Brayton au CO2 supercritique à recompression pour la valorisation énergétique industrielle 31

Numerical modeling and analysis of Brayton cycles with supercritical CO2 recompression for industrial energy recovery. 31

MODELISATION ET VALIDATION EXPERIMENTALE DU SECHAGE DU GINGEMBRE DANS UN SECHOIR SOLAIRE DE TYPE SERRE 32

MODELING AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF GINGER DRYING IN A GREENHOUSE-TYPE SOLAR DRYER UNDER TROPICAL CLIMATE 32

MODÉLISATION ET VALIDATION EXPÉRIMENTALE DU SÉCHAGE SOLAIRE DU MAÏS DANS UN SÉCHOIR DE TYPE SERRE SOUS CLIMAT TROPICAL 33

MODELING AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF SOLAR DRYING OF MAIZE IN A GREENHOUSE-TYPE DRYER UNDER TROPICAL CLIMATE 33

Modélisation hydride et intelligence artificielle : Un levier pour l’optimisation des cellules solaires organiques 34

Keywords: organic photovoltaics, hybrid modeling, real-world conditions; energy transition in Africa, artificial intelligence. 34

Optimisation de la Biométhanisation des Boues Fécales par Modélisation Thermique en Milieu Lacustres 35

OPTIMIZING FEACAL SLUDGE BIOGAS by THERMAL MODELING IN LAKE ENVIRONMENTS 35

Performances tribologiques et énergétiques d’un moteur Diesel alimenté par des mélanges de liquide de coque de noix de cajou (CNSL) purifié 36

Tribological and Energetic Performance of a Diesel Engine Fueled with Purified Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) Blends 36

Potentiel des antioxydants polyphénoliques issus des cabosses de cacao pour la stabilisation oxydative du biodiesel : analyse comparative avec les antioxydants synthétiques 37

Potential of Polyphenolic Antioxidants Derived from Cocoa Pod Husks for Biodiesel Oxidative Stabilization: A Comparative Analysis with Synthetic Antioxidants 37

Prédiction de la production d’énergie électrique en fonction des saisons de l’année pour la CEET à Lomé au Togo avec la modélisation par ARIMA 39

Prediction of electricity production according to the seasons of the year for CEET in Lomé, Togo, using ARIMA modeling 39

Production d’énergie renouvelable à partir des matières végétales et déchets organiques locaux : bilan énergétique 40

Production of renewable energy from local plant matter and organic waste: energy balance sheet 40

Proposition d’une Architecture Intelligente Econome de Supervision des Paramètres Météorologiques et Energétiques d’une Installation Solaire Photovoltaïque 41

Proposal of an Intelligent Energy-Efficient Architecture for Meteorological and Energy Parameters Monitoring of a Solar Energy Installation 41

REALISATION D’UN ELECTROLYSEUR DE PRODUCTION D’HIDROGENE 43

CONSTRUCTION OF A HYDROGEN PRODUCTION ELECTROLYSER 43

Simulation à l'aide du logiciel SCAPS d'une cellule solaire à hétérojonction utilisant le CdTe/pérovskite ($CH_3NH_3SnI_3$) comme matériaux actifs 44

Simulation using SCAPS software of a heterojunction solar cell using CdTe/perovskite ($CH_3NH_3SnI_3$) as active materials 44

Synthèse, caractérisation structurale et étude DFT d'une pérovskite hybride 0D sans plomb pour des applications énergétiques durables 46

Synthesis, Structural Characterization and DFT Investigation of a Lead-Free 0D Hybrid Perovskite for Sustainable Energy Applications 46

Transition énergétique, urbanisation et durabilité environnementale : Quelle implication pour une transformation structurelle durable dans les économies MINT. 48

Energy Transition, Urbanization, and Environmental Sustainability: Implications for Sustainable Structural Transformation in MINT Economies 48

Vérification de l'effet d'un prétraitement thermique par séchage sur les biomasses de riz pour une production de biogaz 49

Assessment of the effect of thermal pretreatment by drying on rice biomass for biogas production 49

Optimisation théorique des cellules solaires këserite sans Cd à structure Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo (X = Zn, Mn) avec 30,53 % d'efficacité énergétique 51

Theoretical optimisation of Cd-free kesterite solar cells with Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo structure (X = Zn, Mn) with 30.53% energy efficiency 51

Potentiel photovoltaïque (PV) de l'Ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : modélisation et comparaison de trois technologies 53

Photovoltaic (PV) potential in the mountainous West of Côte d'Ivoire: modeling and comparison of three technologies 53

PTR ÉNERGIE

OL.1

Analyse comparative des réglages de CPS pour un modèle hybride de prévision énergétique

Comparative analysis of CPS parameters for a hybrid energy forecasting model

Kekely Moïse Kwoasi BIRAMAH[1], biramahkwoasi@gmail.com ; Patrice Koffi CHETANGNY[1]; Mawuéna MEDEWOU[1]; Victor ZOGBOCHI[1]; Marcaire AGBOMAHENA[1]; Gérald BARBIER[2]; Didier CHAMAGNE[3]

[1] Laboratoire d'Electrotechnique, de Télécommunication et d'informatique Appliquée (LETIA), Université d' Abomey-Calavi, BENIN

[2] Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT) Université de Haute Alscace (UHA – ENSIA) Mulhouse, FRANCE

[3] Université de Franche-Comté, CNRS, Institut FEMTO-ST, F-90000 BELFORT, FRANCE

Résumé

La fiabilité des prévisions électriques est cruciale pour la gestion des systèmes énergétiques. Ces prévisions sont rendues complexes par la non-stationnarité et les ruptures structurelles fréquentes des séries temporelles, liées à la croissance, aux aléas climatiques et à la transition énergétique.
Pour y répondre, cette étude utilise le modèle Prophet, dont le paramètre clé changepoint_prior_scale (cps) contrôle la sensibilité aux ruptures de tendance. Un cps faible donne un modèle lisse, tandis qu'un cps élevé permet des variations plus marquées, représentant un compromis fondamental entre sous-ajustement et sur-ajustement.
Nous proposons une méthodologie systématique pour calibrer ce paramètre via une approche hybride Prophet-XGBoost. Plutôt que d'utiliser une valeur par défaut, plusieurs configurations sont testées et évaluées rigoureusement à l'aide des métriques MAE, RMSE et MAPE sur un échantillon de test. Les modèles optimisés sont ensuite utilisés pour produire des prévisions sur un an. L'étude conclut que le calibrage explicite du paramètre cps est déterminant, surtout lors de changements structurels soudains. Cette prise en compte méthodique des ruptures de tendance améliore significativement la précision et la fiabilité des modèles de prévision énergétique.

Abstract

The reliability of electricity forecasts is crucial for energy system management. These forecasts are complicated by non-stationarity and frequent structural breaks in time series, linked to growth, climate variability, and the energy transition.
To address this, this study uses the Prophet model, whose key parameter changepoint_prior_scale (cps) controls sensitivity to trend breaks. A low cps gives a smooth model, while a high cps allows for more pronounced variations, representing a fundamental trade-off between underfitting and overfitting.
We propose a systematic methodology for calibrating this parameter using a hybrid Prophet-XGBoost approach. Rather than using a default value, several configurations are tested and rigorously evaluated using MAE, RMSE, and MAPE metrics on a test sample. The optimized models are then used to produce one-year forecasts. The study concludes that explicit calibration of the cps parameter is crucial, especially during sudden structural changes. This methodical consideration of trend breaks significantly improves the accuracy and reliability of energy forecasting models.

OL.2

Approche multi-résolution intégrant un modèle physique non linéaire et un réseau LSTM pour la modélisation et la prévision de la puissance photovoltaïque

Multi-Resolution Approach Integrating a Nonlinear Physical Model and an LSTM Network for Photovoltaic Power Modelling and Forecasting

Kpatchaa Tombana BABA[1], kpatchaababa@gmail.com ; Eyouléki T. PALANGA[2]

[1] CERME

[2] LARSI

Résumé

Dans un contexte de transition énergétique, la précision de la prévision de la puissance photovoltaïque constitue un enjeu majeur pour l'intégration optimale des énergies renouvelables dans les réseaux électriques. Cette étude propose une approche hybride innovante combinant un modèle physique non linéaire fondé sur les équations de conversion photovoltaïque et un réseau neuronal LSTM, conçu pour capturer les dynamiques temporelles et les non-linéarités des séries solaires.
La méthodologie repose sur : (i) une sélection rigoureuse des variables pertinentes via analyse de corrélation ; (ii) l'intégration du modèle physique dans l'architecture neuronale au moyen d'une couche Lambda ; et (iii) l'apprentissage des résidus par le LSTM afin de corriger les limites du modèle déterministe. Les données utilisées proviennent de mesures réelles enregistrées à pas d'une minute sur plus de trois ans.
Les résultats montrent une nette supériorité des modèles d'intelligence artificielle par rapport au modèle physique seul (RMSE = 338.55 ; MAE = 182.08). LSTM et RNN réduisent l'erreur à des niveaux très faibles (RMSE = 3.29 et 2.87). L'approche hybride proposée obtient la meilleure performance globale, avec un RMSE de 2.83 et un MAE de 1.26, démontrant l'intérêt d'une intégration profonde entre connaissances physiques et apprentissage automatique.
Cette contribution met en évidence la robustesse, la précision et l'interprétabilité accrue des modèles hybrides pour la prévision de la production photovoltaïque, notamment en conditions environnementales variables. Elle ouvre également la voie à des modèles généralisables applicables à d'autres systèmes renouvelables et à des sites dépourvus d'historiques de mesure.

Abstract

In the context of the energy transition, accurate forecasting of photovoltaic power output represents a major challenge for the optimal integration of renewable energy sources into electrical grids. This study proposes an innovative hybrid approach that combines a nonlinear physical model based on photovoltaic conversion equations with a Long Short-Term Memory (LSTM) neural network designed to capture the temporal dynamics and nonlinearities of solar time series.
The proposed methodology relies on: (i) a rigorous selection of relevant variables through correlation analysis; (ii) the integration of the physical model into the neural architecture via a Lambda layer; and (iii) residual learning performed by the LSTM network to compensate for the limitations of the deterministic model. The dataset consists of real measurements recorded at one-minute intervals over a period exceeding three years.
The results demonstrate a clear superiority of artificial intelligence models over the physical model alone (RMSE = 338.55; MAE = 182.08). The LSTM and RNN models significantly reduce the prediction error, achieving RMSE values of 3.29 and 2.87, respectively. The proposed hybrid approach delivers the best overall performance, with an RMSE of 2.83 and an MAE of 1.26, highlighting the benefits of a deep integration between physical knowledge and machine learning.
This contribution underscores the robustness, accuracy, and enhanced interpretability of hybrid models for photovoltaic power forecasting, particularly under variable environmental conditions. It also paves the way for generalisable models applicable to other renewable energy systems and to sites lacking long-term historical measurements.

OL.3

Caractérisation physico-chimique des coques de coton pour la valorisation énergétique industrielle

Physicochemical Characterization of Cottonseed Hulls for Industrial Energy Valorization

POUROWA KAROUWE[1], kyamep@gmail.com ; Tchamye Tcha-Esso BOROZE[1]; Kokou GNRONFOU[2]; Akoua Gabriella AMOUZOU-ATCHOE[2]

[1] Regional Center of Excellence for Electricity Management (CERME), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé -TOGO ; Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO

[2] Department of Physics, University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO; Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO

Résumé

La valorisation énergétique de la biomasse résiduelle constitue un levier stratégique majeur dans le contexte de la transition énergétique et de la réduction de la dépendance aux combustibles fossiles. Parmi ces ressources, les résidus agro-industriels issus de la filière cotonnière, notamment les coques de coton, présentent un potentiel encore insuffisamment exploité pour la production d'énergie électrique. Ce travail s'inscrit dans cette problématique et porte sur la caractérisation physico-chimique des coques de coton en vue de leur utilisation comme combustible dans des systèmes de combustion industrielle.

L'objectif principal de l'étude est d'évaluer les propriétés physico-chimiques et le potentiel énergétique réel des coques de coton afin de juger de leur aptitude à une valorisation énergétique industrielle. Pour ce faire, des analyses immédiates et élémentaires ont été réalisées en laboratoire sur des échantillons représentatifs. La démarche méthodologique comprend la détermination des teneurs en humidité, matières volatiles, carbone fixe et cendres, ainsi que l'analyse élémentaire du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Des essais calorimétriques ont permis de mesurer expérimentalement le pouvoir calorifique supérieur (PCS), tandis que le pouvoir calorifique inférieur (PCI) a été estimé à partir de relations empiriques issues de la littérature scientifique.

Les résultats montrent que les coques de coton peuvent être assimilées à une biomasse de formule chimique normalisée $C_{100}H_{168}O_{76}N_3$. Les valeurs de PCS obtenues varient entre 19 et 20 MJ/kg, tandis que les PCI se situent entre 13,7 et 16,4 MJ/kg. Les compositions biochimiques révèlent également des fractions significatives de glucides, lipides et protéines.

En conclusion, les coques de coton présentent un potentiel énergétique compatible avec les exigences de la combustion industrielle. L'équation de combustion complète établie constitue une base pertinente pour l'évaluation ultérieure des performances énergétiques et environnementales de cette biomasse dans des applications de production d'électricité.

Abstract

The energy valorization of residual biomass represents a major strategic lever in the context of the energy transition and the reduction of dependence on fossil fuels. Among these resources, agro-industrial residues from the cotton sector, particularly cottonseed hulls, exhibit a potential that remains insufficiently exploited for electricity generation. This work is situated within this context and focuses on the physicochemical characterization of cottonseed hulls with a view to their use as fuel in industrial combustion systems.

The main objective of the study is to evaluate the physicochemical properties and the real energy potential of cottonseed hulls in order to assess their suitability for industrial energy valorization. To this end, proximate and ultimate analyses were carried out in the laboratory on representative samples. The methodological approach includes the determination of moisture content, volatile matter, fixed carbon, and ash, as well as the elemental analysis of carbon, hydrogen, oxygen, and nitrogen. Calorimetric tests were performed to experimentally measure the higher heating value (HHV), while the lower heating value (LHV) was estimated using empirical correlations from the scientific literature.

The results show that cottonseed hulls can be assimilated to a biomass with a normalized chemical formula of $C_{100}H_{168}O_{76}N_3$. The HHV values obtained range between 19 and 20 MJ/kg, while the LHV values lie between 13.7 and 16.4 MJ/kg. The biochemical compositions also reveal significant fractions of carbohydrates, lipids, and proteins.
In conclusion, cottonseed hulls exhibit an energy potential compatible with the requirements of industrial combustion. The established complete combustion equation provides a relevant basis for the subsequent evaluation of the energy and environmental performance of this biomass in electricity generation applications

OL.4

Conception et caractérisation d’un matériau composite terre–paille–latex pour la construction durable en climat tropical

Design and characterization of an earth–straw–latex composite material for sustainable construction in tropical climates

Yao N'GUESSAN[1], nguessanyaoci@gmail.com ; Parfait OUATTARA[1]

[1] Laboratoire de Mécanique, Energétique et Science des Matériaux (LAMESMA). Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUËT BOIGNY (INP-HB), BP 1093 Yamoussoukro, Côte d’Ivoire

Résumé

Dans un contexte de hausse du coût des matériaux conventionnels et de recherche de solutions constructives à faible impact environnemental, les matériaux biosourcés constituent une alternative prometteuse pour le bâtiment en climat tropical. Cette étude porte sur la conception et la caractérisation d’un matériau composite associant la terre locale, la paille végétale et le latex naturel, destiné à la réalisation de logements thermiquement confortables et durables.
La démarche adoptée repose sur une approche expérimentale progressive et structurée. A ce stade de l’étude, les travaux ont porté sur la caractérisation physico-chimique, hydrique et mécanique des matériaux constitutifs, à savoir la terre (granulométrie, plasticité, porosité), la paille végétale (propriétés physiques et comportement vis-à-vis de l’eau) et le latex naturel (viscosité, adhérence et pouvoir hydrophobe). Sur cette base, un programme expérimental a été défini, incluant la sélection des essais à réaliser ainsi que l’élaboration de formulations de composites terre–paille et terre–paille–latex adaptées aux objectifs de performance mécanique, hydrique et thermique.
La phase suivante du projet consistera à acquérir et mettre en œuvre les équipements de mesure nécessaires afin de réaliser les essais mécaniques (compression, flexion), hydriques (absorption d’eau, capillarité) et thermiques sur les éprouvettes formulées. Les résultats issus de ces essais permettront d’analyser l’influence combinée des fibres végétales et du latex naturel sur le comportement du matériau composite. Un dispositif de suivi hygrothermique instrumenté, basé sur des capteurs de température et d’humidité connectés à une plateforme Arduino, est également prévu afin d’étudier le comportement du matériau dans des conditions proches de l’usage réel. Les analyses futures viseront à identifier les formulations optimales et à formuler des conclusions en termes de durabilité et de confort thermique pour les constructions en climat tropical.

Abstract

In a context marked by rising costs of conventional construction materials and the search for low-environmental-impact building solutions, bio-based materials represent a promising alternative for construction in tropical climates. This study focuses on the design and characterization of a composite material combining local earth, vegetal straw, and natural latex, intended for the construction of thermally comfortable and durable housing.
The adopted methodology is based on a progressive and structured experimental approach. At the current stage of the study, the work has focused on the physico-chemical, hydric, and mechanical characterization of the constituent materials, namely earth (granulometric distribution, plasticity, porosity), vegetal straw (physical properties and water-related behavior), and natural latex (viscosity, adhesion, and hydrophobic properties). On this basis, an experimental program has been defined, including the selection of relevant tests and the development of earth–straw and earth–straw–latex composite formulations tailored to mechanical, hydric, and thermal performance objectives.
The next phase of the project will consist in acquiring and implementing the required measurement equipment in order to carry out mechanical (compression and flexural strength), hydric (water absorption and capillary rise), and thermal tests on the formulated specimens. The results obtained from these tests will enable the analysis of the combined influence of vegetal fibers and natural latex on the behavior of the composite material. In addition, an instrumented hygrothermal monitoring system based on temperature and relative humidity sensors connected to an Arduino platform is planned to investigate the material’s behavior under conditions close to real use. Future analyses will aim to

identify optimal formulations and to draw conclusions in terms of durability and thermal comfort for buildings in tropical climates.

OL.5

Déploiement, performances et perspectives de la production solaire d'eau chaude en Afrique de l'Ouest

Deployment, performance and perspectives of solar water heating in West Africa

Kokouvi Edem N'TSOUKPOE, edem.ntsoukpoe@2ie-edu.org

Laboratoire Énergies Renouvelables et Efficacité Énergétique (LabEREE), Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement, 01 BP 594 Ouagadougou 01, Burkina Faso

Résumé

L'eau chaude solaire (ECS) en Afrique de l'Ouest présente un potentiel énergétique élevé, (irradiation globale de 1500-2600 kWh·m^{-2}·an^{-1}), mais son niveau de pénétration reste faible, avec moins de 0,1 m^2 de capteurs pour 1000 habitants dans la plupart des pays. Les chauffe-eau solaires thermosiphon dominent le parc, représentant plus de 90 % des installations. Des enquêtes menées auprès de plus de 1700 ménages à Ouagadougou et Lomé révèlent des taux d'adoption très contrastés (9 % contre 0,4 %), étroitement liés aux politiques publiques. Les performances énergétiques mesurées sur plusieurs années sur diverses installations (ménages, hôtel, buanderie d'hôpital) indiquent des rendements annuels de 19 % à 41 % et des temps de retour sur investissement allant de 2,4 à 10 ans. Les capteurs à tubes sous vide apparaissent très satisfaisants aussi bien en climat sahélien qu'en climat humide côtier. Une étude de terrain spécifique portant sur 31 systèmes à tubes sous vide en fonctionnement depuis 1 à 15 ans à Ouagadougou montre un taux de fonctionnement de 94 % et un taux de satisfaction des usagers de 97 %. Toutefois, des problèmes de maintenance récurrents ont été observés, notamment des défaillances de flotteurs et des phénomènes de corrosion liés à la faible qualité de certains ballons de stockage. Les applications de chaleur solaire pour les procédés productifs restent marginales, malgré l'existence de démonstrateurs fonctionnels utilisant des réflecteurs Scheffler ou des capteurs cylindro-paraboliques. Les travaux mettent en évidence plusieurs questions scientifiques ouvertes : intégration des usages réels dans le dimensionnement, évaluation à long terme des performances en conditions sahéliennes et côtières, comparaison rigoureuse avec les solutions photovoltaïques et hybrides, et identification des segments d'usage à fort impact énergétique. Ces enjeux conditionnent l'évolution de la thermique solaire vers des applications structurantes et durables dans la région.

Abstract

Solar water heating (SWH) in West Africa presents a high energy potential (global irradiation of 1,500–2,600 kWh·m^{-2}·yr^{-1}), but its level of penetration remains low, with less than 0.1 m^2 of collectors per 1,000 inhabitants in most countries. Thermosiphon solar water heaters dominate the installed stock, accounting for more than 90% of installations. Surveys conducted among more than 1,700 households in Ouagadougou and Lomé reveal highly contrasting adoption rates (9% versus 0.4%), closely linked to public policies. Energy performances measured over several years on various installations (households, hotel, hospital laundry) indicate annual efficiencies ranging from 19% to 41% and payback periods between 2.4 and 10 years. Evacuated tube collectors appear very satisfactory in both Sahelian and humid coastal climates. A specific field study of 31 evacuated tube systems operating for 1 to 15 years in Ouagadougou shows a functionality rate of 94% and a user satisfaction rate of 97%. However, recurrent maintenance issues were observed, notably float valve failures and corrosion phenomena related to the low quality of certain storage tanks. Solar heat applications for productive processes remain marginal, despite the existence of functional demonstrators using Scheffler reflectors or parabolic trough collectors. The studies highlight several open scientific questions: integration of real usage patterns into system design, long-term performance assessment under Sahelian and coastal conditions, rigorous comparison with photovoltaic and hybrid solutions, and identification of high-impact end-use segments. These challenges condition the evolution of solar thermal technologies towards structurally significant and sustainable applications in the region.

OL.6

DRECHES DE BRASSERIE : UNE IMPORTANTE SOURCE DE PRODUCTION DE BIOGAZ AU BURKINA FASO

BREWERY DRESSING: AN IMPORTANT SOURCE OF BIOGAS PRODUCTION IN BURKINA FASO

Sié Auguste PALM[1], augusteplm@yahoo.fr ; Oumar SANOGO[1]; Kayaba HARO[1]; Sayouba SAWADOGO[1]; Antoine BERE[2]

[1] Centre National de Recherche Scientifique et Technologique

[2] Université Joseph KI-ZERBO

Résumé

La drèche de brasserie constitue un déchet d'industrie agro-alimentaire sous exploité. Riche en matière organique, elle est susceptible d'être transformée en bioénergie. L'objectif ce travail est de produire du biogaz en utilisant la drèche de brasserie comme intrant afin de contribuer à la diversification des sources d'énergie du Burkina Faso et limiter ainsi l'utilisation des ressources d'énergies fossiles, la pollution et les émissions des gaz à effet de serre. Dans le cadre de cette recherche, la teneur en matière organique de la drèche a été déterminée par la méthode gravimétrique. Par ailleurs, le banc d'essai Gunt CE 642 a été utilisé pour la digestion anaérobie des drèches de brasserie en mode de fonctionnement discontinu (batch). Un procédé mésophile a été mis en œuvre avec un substrat à base de drèche avec une teneur en matière sèche de 5% et un rapport inoculum/substrat (1:9). Une teneur en matière organique totale de 59,11% a été établie pour la drèche. La digestion de 19,72 litres de substrat a conduit à la production d'un volume cumulé de méthane de 112,89 litres au bout de 78 jours (temps de rétention hydraulique) avec une concentration maximale de méthane de 67,4%. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour la production d'énergie renouvelable par valorisation des drèches de brasserie.
Mots-clés : Bioénergie; mésophile; déchet agro-industriel, méthanisation

Abstract

Brewery spent grain is an underutilized waste product from the agri-food industry. Rich in organic matter, it can be converted into bioenergy. The aim of this work is to produce biogas using brewery spent grain as an input in order to contribute to the diversification of energy sources in Burkina Faso and thus limit the use of fossil fuels, pollution, and greenhouse gas emissions. As part of this research, the organic matter content of the spent grain was determined using the gravimetric method. In addition, the Gunt CE 642 test bench was used for the anaerobic digestion of brewers' grains in batch mode. A mesophilic process was implemented with a substrate based on grains with a dry matter content of 5% and an inoculum/substrate ratio of 1:9. A total organic matter content of 59.11% was established for the spent grain. The digestion of 19.72 liters of substrate led to the production of a cumulative volume of methane of 112.89 liters after 78 days (hydraulic retention time) with a maximum methane concentration of 67.4%. These results open up interesting prospects for the production of renewable energy through the recovery of brewery waste.
Keywords: Bioenergy; mesophile; agro-industrial waste, methanization

OL.7

Effets du dopage de la couche mince photovoltaïque FAPbBr3 par le Méthylamine (MA)

Effects of doping the FAPbBr3 thin-film photovoltaic layer with methylamine (MA)

Youssouf DOUMBIA, doumbiayoussouf59@yahoo.fr

Université Peleforo GON Coulibaly (UPGC) de Korhogo, Korhogo, Côte d'Ivoire

Résumé

Le présent travail a pour but de montrer les effets du dopage de FAPbBr3. Après les différentes caractérisations (Diffraction des rayons X, l'analyse de l'absorption de la lumière et la bande interdite ainsi que l'analyse des images de surface) nous pouvons retenir que :
- L'incorporation de MA avec un rayon atomique plus petit que celui de FA provoque une diminution des paramètres de réseau qui explique le déplacement des pics vers les grands angles. La bonne résolution et la non-duplication des pics montrent que les films minces sont monophasés. Les intensités des différents pics étant similaires, on peut dire que la structure cristalline des films minces n'est pas liée aux pourcentages de MA utilisés pour le dopage de FA1-xMAxPbBr3. La taille des grains (D) des couches est comprise entre 452 nm et 501 nm.
- La taille des grains à la surface des couches varie. Pour les couches à 6%, 8% et 10% MA, on a des surfaces bien couvertes, denses, sans vides ni fissures, ce qui correspond à la surface souhaitée. La couche à 4% MA présente une surface peu recouverte avec des granulométries très variables et présente quelques vides. La couche de 2% de MA présente une surface dense sans fissures ni vides mais un peu plus opaque. D'après ces images de surface, on peut dire que l'image de surface s'améliore avec le pourcentage de méthylamonium MA. La meilleure surface est celle de la couche de 10 % de MA qui est bien couverte, dense, sans trous d'épingle ni vides ou fissures, avec une bonne granulométrie.
- L'absorption la plus élevée est celle de la couche de 10% de MA entre 300nm et environ 600nm, tandis que sur l'ensemble du spectre d'absorption visible (300nm - 900nm), les couches de 4% et 8% de MA ont les coefficients d'absorption les plus faibles. Entre 600 nm et 900 nm, la couche de 2 % de MA a le coefficient d'absorption de la lumière le plus élevé. À partir d'environ 700 nm, les absorptions sont presque égales à la différence de la couche de 2% de MA.
- La bande interdite varie entre 2,40 eV et 2,68 eV comme le montre le tableau. On constate que la bande interdite diminue avec le pourcentage de MA (tableau IV.8). La plus petite bande interdite est celle de la couche à 10% MA et la plus grande celle de la couche à 2% MA. Les bandes interdites de tous les films minces élaborés sont du même ordre que celle de la couche à 0% MA (FAPbBr3, Eg = 2.3 eV) mais légèrement supérieures. Cette légère supériorité peut se comprendre par l'incorporation de méthylamonium (MA) qui possède une bande interdite plus grande que celle du FA.

Mots clés : Dopage, caractérisation, Absorption, diffraction de rayons X

Abstract

The aim of this study is to demonstrate the effects of doping FAPbBr3. After various characterisations (X-ray diffraction, light absorption and band gap analysis, and surface image analysis), we can conclude that:
- The incorporation of MA, which has a smaller atomic radius than FA, causes a decrease in lattice parameters, which explains the shift of peaks towards larger angles. The good resolution and non-duplication of the peaks show that the thin films are single-phase. As the intensities of the different peaks are similar, we can say that the crystalline structure of the thin films is not related to the percentages of MA used for doping FA1-xMAxPbBr3. The grain size (D) of the layers is between 452 nm and 501 nm.
- The size of the grains on the surface of the layers varies. For layers with 6%, 8% and 10% MA, the surfaces are well covered, dense, without voids or cracks, which corresponds to the desired surface. The layer with 4% MA has a poorly covered surface with highly variable grain sizes and some voids. The

layer with 2% MA has a dense surface without cracks or voids but is slightly more opaque. Based on these surface images, we can say that the surface image improves with the percentage of methylammonium MA. The best surface is that of the 10% MA layer, which is well covered, dense, without pinholes, voids or cracks, and has good particle size distribution.
The highest absorption is that of the 10% MA layer between 300 nm and approximately 600 nm, while over the entire visible absorption spectrum (300 nm - 900 nm), the 4% and 8% MA layers have the lowest absorption coefficients. Between 600 nm and 900 nm, the 2% MA layer has the highest light absorption coefficient. From approximately 700 nm onwards, the absorptions are almost equal to the difference in the 2% MA layer.
- The band gap varies between 2.40 eV and 2.68 eV, as shown in the table. It can be seen that the band gap decreases with the percentage of MA (Table IV.8). The smallest band gap is that of the layer with 10% MA and the largest is that of the layer with 2% MA. The band gaps of all the thin films produced are of the same order as that of the 0% MA layer (FAPbBr3, Eg = 2.3 eV) but slightly higher. This slight superiority can be explained by the incorporation of methylammonium (MA), which has a larger band gap than FA.

Keywords: Doping, characterisation, absorption, X-ray diffraction

OL.8

Estimation du potentiel électrique du biogaz issu de la Co-digestion de fientes de poule et de bouse de vache à Sokodé

Estimation of the Electrical Potential of Biogas Produced from the Co-digestion of Chicken Manure and Cow Dung in Sokodé

Nitale M'Balikine KROU[1], krounitale@gmail.com ; Ogouvidé AKPAKI[2]; Gnon BABA[3]

[1] Université de Kara,Laboratoire Chimie Organique et Sciences de l'Environnement (LaCOSE), Togo

[2] Université de Kara,Laboratoire Chimie Organique et Sciences de l'Environnement , Togo

[3] Université de Lomé, Laboratoire de Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets (GTVD), Togo

Résumé

La gestion des fientes de poule (FP) et de la bouse de vache (BVa) constitue un enjeu environnemental et énergétique majeur dans la ville de Sokodé (Togo), où l'accès à l'électricité demeure limité. Dans ce contexte, la valorisation de ces déchets organiques par la production de biogaz apparaît comme une alternative durable, permettant à la fois de réduire les nuisances environnementales et de contribuer à l'approvisionnement énergétique local. Cette étude a pour objectif d'estimer le potentiel électrique théoriquement mobilisable à partir du biogaz issu de la Co-digestion anaérobie de FP et de BVa. Des essais de digestion anaérobie ont été réalisés à température ambiante pendant 28 jours dans des digesteurs de laboratoire de 1,5 L, en testant différents ratios de substrats. La production journalière de biogaz a été suivie, et la composition du gaz a été analysée par chromatographie en phase gazeuse afin de déterminer la teneur en méthane. Le potentiel énergétique a ensuite été estimé à partir du pouvoir calorifique inférieur du méthane et de rendements standards de conversion électrique. Les résultats montrent que le mélange 2/3 FP + 1/3 BVa présente les meilleures performances, avec une teneur en méthane de 68 %, contre 58 % pour les FP seules. Le volume total de biogaz produit dans ce scénario (33 g/MS de FP et 67 g/MS de BVa) est de $4{,}16\times10^{-3}$ m³, correspondant à une énergie électrique théorique de $2{,}67\times10^{-3}$ kWh sur 28 jours. Bien que ces valeurs soient limitées par l'échelle expérimentale, elles démontrent la faisabilité du procédé et constituent une base méthodologique pertinente pour le dimensionnement futur de digesteurs à plus grande échelle à Sokodé.

Abstract

The management of chicken manure (CM) and cow dung (CD) represents a major environmental and energy challenge in the city of Sokodé (Togo), where access to electricity remains limited. In this context, the valorization of these organic wastes through biogas production appears as a sustainable alternative, enabling both the reduction of environmental nuisances and the contribution to local energy supply. This study aims to estimate the theoretically recoverable electrical potential of biogas produced from the anaerobic co-digestion of CM and CD. Anaerobic digestion experiments were conducted at ambient temperature for 28 days in 1.5 L laboratory-scale digesters, testing different substrate ratios. Daily biogas production was monitored, and gas composition was analyzed using gas chromatography to determine methane content. The energy potential was then estimated based on the lower heating value of methane and standard electrical conversion efficiencies. The results show that the 2/3 CM + 1/3 CD mixture exhibits the best performance, with a methane content of 68%, compared to 58% for CM alone. The total biogas volume produced under this scenario (33 g/DM of CM and 67 g/DM of CD) reached 4.16×10^{-3} m³, corresponding to a theoretical electrical energy of 2.67×10^{-3} kWh over 28 days. Although these values are limited by the small experimental scale, they demonstrate the feasibility of the process and provide a relevant methodological basis for future scaling-up and the design of larger digesters for effective biogas energy valorization in Sokodé.

OL.9

Etude de la caractérisation de résidus agricoles pour la réalisation de combustibles pour foyers domestiques

Characterization of Agricultural Residues for the Production of Domestic Cooking Fuels

Akoua Gabriella AMOUZOU-ATCHOE[1], akouagab@gmail.com ; Tchamye Tcha - Esso BOROZE[2]; Kokou GNRONFOU[2]; POUROWA KAROUWE[2]

[1] Equipe de recherche sur la mécanisation de l'agriculture et le génie des procédées (ERMAP)

[2] Equipe de recherche sur la mécanisation de l'agriculture et le génie des procédées (ERMAP), Université de Lomé, Togo

Résumé

Le bois-énergie demeure incontestablement la principale source d'énergie de cuisson des pays du Sud. En Afrique subsaharienne, il représente plus de trois quarts de la consommation en énergie des ménages. Au Togo, le bois énergie représente 76% de la balance énergétique nationale en 2018. Cette exploitation du bois de manière intensive et non contrôlée expose les forêts à des dégradations importantes et à des risques environnementaux majeurs. Pourtant, il existe d'autres types de biomasse dont la biomasse résiduelle qui peuvent être valoriser afin de palier à ces problèmes. Certains résidus agricoles constituent un problème environnemental en raison de leur volume important, leur dégradation lente et leur élimination inadéquate. Raison pour laquelle, la valorisation de ces résidus comme biocombustibles s'est révélée être une option prometteuse.
Au Togo, les résidus agricoles sont abondants et sont la plupart du temps bruler à l'air libre, ce qui est une source de pollution de l'environnement dans le pays. Dans le but de valoriser ces résidus, nous avons opté pour leur densification en granulé. Trois résidus dont les balles de riz, les coques de noix palmiste et les sciures de bois sont choisis. L'analyse proximale a été effectué sur les résidus choisi afin de déterminer la teneur en humidité, la teneur en cendres, l'azote totale et le pouvoir calorifique. Les résultats montrent que les balles de riz ont un pouvoir calorifique de 13,6297 MJ/kg, ce qui est plus bas que celui des coques de noix palmiste (19,2176 MJ/kg) et des sciures de bois (17,6914 MJ/kg). La teneur en cendre des balles de riz est de 23,53%, ce qui est très élevé par rapport aux coques de noix palmiste (4,1%) et des sciures de bois (5,2%). Suite à ces résultats obtenus, les granulés sont produits en mélangeant les résidus entre elles.

Abstract

Wood energy remains undoubtedly the main source of cooking energy in southern countries. In sub-Saharan Africa, it accounts for more than three-quarters of household energy consumption. In Togo, wood energy accounted for 76% of the national energy balance in 2018. This intensive and uncontrolled exploitation of wood exposes forests to significant degradation and major environmental risks. However, there are other types of biomass, particularly residual biomass, that can be valorized to help mitigate these problems. Some agricultural residues constitute an environmental concern due to their large volume, slow degradation, and inappropriate disposal. For this reason, the valorization of these residues as biofuels has proven to be a promising option.
In Togo, agricultural residues are abundant and are mostly burned in openfires, which is a source of environmental pollution in the country. In order to make use of these residues, we have opted to densify them into pellets. Three residues have been selected: rice husks, palm kernel shells, and sawdust. Proximate analysis was performed on the selected residues to determine moisture content, ash content, total nitrogen, and calorific value. The results show that rice husks have a calorific value of 13.6297 MJ/kg, which is lower than that of palm kernel shells (19.2176 MJ/kg) and sawdust (17.6914 MJ/kg). The ash content of rice husks is 23.53%, which is very high compared to palm kernel shells (4.1%) and sawdust (5.2%). Based on these results, pellets are produced by mixing the residues together.

OL.10

Étude de la conversion par combustion de coques de coton pour la production d'électricité selon le cycle de Rankine–Hirn

Study of the Conversion of Cottonseed Hulls by Combustion for Electricity Generation Using the Rankine–Hirn Cycle

POUROWA KAROUWE[1], kyamep@gmail.com ; Tchamye Tcha-Esso BOROZE[1]; Kokou GNRONFOU[2]; Akoua Gabriella AMOUZOU-ATCHOE[2]

[1] Regional Center of Excellence for Electricity Management (CERME), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé -TOGO ; Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO

[2] Department of Physics, University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO; Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé, 01 B.P. 1515 Lomé-TOGO

Résumé

Les résidus agro-industriels constituent une ressource énergétique renouvelable prometteuse, cependant le potentiel spécifique des coques de coton pour la production d'électricité par des cycles thermodynamiques demeure encore peu documenté. La présente étude s'inscrit dans cette problématique et porte sur la valorisation énergétique des coques de coton par combustion industrielle, couplée au cycle thermodynamique de Rankine–Hirn.

L'objectif principal est d'évaluer le potentiel de conversion énergétique des coques de coton et de quantifier la production électrique pouvant être obtenue à partir de ce combustible biomasse. La méthodologie adoptée repose sur une modélisation et une simulation thermodynamique du procédé, structurée en trois phases successives : la combustion des coques de coton dans une chaudière à biomasse, la production de vapeur saturée dans le cadre du cycle de Rankine, et la conversion finale de l'énergie thermique en énergie électrique via un ensemble turbine à vapeur–alternateur, conformément au cycle de Hirn.

Les résultats issus des simulations montrent que la puissance thermique disponible varie entre 8 500 et 10 200 kW. Pour des débits de vapeur compris entre 2 et 6 $t \cdot h^{-1}$, la puissance utile de la chaudière est comprise entre 1 200 et 3 860 kW. La puissance électrique nette produite est estimée entre 2 250 et 2 350 kW pour des débits de vapeur allant de 3 à 6 $t \cdot h^{-1}$, correspondant à une production journalière comprise entre 36 000 et 37 600 kWh pour un fonctionnement de 16 heures.

En conclusion, cette étude confirme le fort potentiel énergétique des coques de coton et valide la pertinence du couplage combustion–cycle de Rankine–Hirn pour la production d'électricité à partir de biomasse.

Abstract

Agro-industrial residues represent a promising renewable energy resource; however, the specific potential of cottonseed hulls for electricity generation through thermodynamic cycles remains insufficiently documented. This study addresses this issue by focusing on the energy valorization of cottonseed hulls through industrial combustion coupled with the Rankine–Hirn thermodynamic cycle.

The main objective is to evaluate the energy conversion potential of cottonseed hulls and to quantify the electrical power that can be generated from this biomass fuel. The adopted methodology is based on thermodynamic modeling and simulation of the process, structured into three successive phases: the combustion of cottonseed hulls in a biomass boiler, the production of saturated steam within the Rankine cycle framework, and the final conversion of thermal energy into electrical energy via a steam turbine–generator set, in accordance with the Hirn cycle.

Simulation results show that the available thermal power ranges between 8,500 and 10,200 kW. For steam flow rates between 2 and 6 $t \cdot h^{-1}$, the useful boiler power lies between 1,200 and 3,860 kW. The net electrical power produced is estimated to be between 2,250 and 2,350 kW for steam flow rates ranging from 3 to 6 $t \cdot h^{-1}$, corresponding to a daily electricity production between 36,000 and 37,600 kWh for 16 hours of operation.

In conclusion, this study confirms the high energy potential of cottonseed hulls and validates the

relevance of coupling combustion with the Rankine–Hirn cycle for electricity generation from biomass.

OL.11

Étude de la réalisation d'une centrale solaire photovoltaïque de 15 kW à l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou, Guinée

Feasibility study for a 15 kW photovoltaic solar power plant at the Higher Institute of Technology of Mamou, Guinea

ANSOUMANE SAKOUVOGUI[1], ansoumane2025@gmail.com ; Elhadj Ousmane CAMARA[1]

[1] Département Énergétique, Institut Supérieur de Technologie de Mamou

Résumé

La présente communication porte sur l'étude de la réalisation d'une microcentrale photovoltaïque de 15 kW à l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou. Cette installation vise un double objectif : améliorer la disponibilité de l'électricité sur le campus et servir de support pédagogique pour le département Énergétique. L'étude aborde les aspects de dimensionnement, de choix technologiques, d'implantation, ainsi que l'analyse technico-économique du système. Les principaux résultats obtenus sont : l'irradiation solaire moyenne annuelle du site (5,54 kWh/m2/J) ; température moyenne annuelle (25,09°C) ; la puissance installée est de 15 kW ; constituée de 34 panneaux solaires de 445Wc ; 8 batteries lithium de 100 Ah ; trois régulateur MPPT 450V/100 à 200 A ; trois onduleurs de 5 kVA ; les câbles en cuivre de sections : panneaux - régulateurs (10 mm2) ; régulateurs - batteries (70 mm2) batteries - onduleurs (70 mm2). Le coût d'investissement du projet est de 417988000 GNF. Il a été cofinancé par l'Institut Supérieur de Technologie de Mamou et avec la Région des Hauts-de-France, dans le cadre du projet Acteurs Energie pour l'Afrique. Les résultats obtenus montrent que la centrale permet de réduire la dépendance au réseau national de l'Électricité de Guinée et du Groupe Électrogène, de stabiliser l'alimentation électrique pour les activités académiques, et d'offrir un outil pratique d'apprentissage pour les étudiants. Cette étude s'inscrit dans une démarche de transition énergétique locale, valorisant les ressources renouvelables en zone urbaine et rurale.

Abstract

This paper presents a study of the implementation of a 15 kW photovoltaic micropower plant at the Higher Institute of Technology of Mamou. This installation aims to achieve two objectives: to improve the availability of electricity on campus and to serve as a teaching tool for the Energy Department. The study addresses aspects of sizing, technological choices, site layout, and the techno-economic analysis of the system. The main results obtained are: the average annual solar irradiance of the site (5.54 kWh/m²/day); average annual temperature (25.09°C); the installed power is 15 kW; consisting of 34 solar panels of 445 Wp; and 8 lithium batteries of 100 Ah. Three 450V/100 to 200A MPPT regulators; three 5 kVA inverters; copper cables with the following cross-sections: panels - regulators (10 mm²); regulators - batteries (70 mm²); batteries - inverters (70 mm²). The project's investment cost is 417,988,000 GNF. It was co-financed by the Higher Institute of Technology of Mamou and the Hauts-de-France Region, within the framework of the Energy Actors for Africa project. The results obtained show that the power plant reduces dependence on the national grid of Electricité de Guinée and the generator set, stabilizes the power supply for academic activities, and provides a practical learning tool for students. This study is part of a local energy transition approach, promoting the use of renewable resources in urban and rural areas.

OL.12

Etude de l'évolution de la production et du potentiel énergétique des déchets ménagers, et de la consommation électrique des ménages dans le District Autonome d'Abidjan entre 2014 et 2024.

Study of the evolution of production and energy potential of household waste, and of household electricity consumption in the Autonomous District of Abidjan between 2014 and 2024

Wanignon Ferdinand FASSINOU[1], faswaniferd@yahoo.fr ; Drissa OUATTARA[2]; Yao TCHETCHE[3]

[1] Département de Physique / Laboratoire des Sciences des Matériaux, de l'Environnement et de l'Energie solaire / Université Felix Houphouët Boigny Cocody d'Abidjan, Côte d'Ivoire

[2] UFR Sciences Fondamentales et Appliquées / Institut de la Recherche sur les Energies Nouvelles (IREN) / Université Nangui Abrogoua d'Abidjan Côte d'Ivoire

[3] UFR Sciences Fondamentales et Appliquées / Laboratoire de Physique Fondamentale et Appliquée (LPFA) / Université Nangui ABROGOUA, Abidjan, Côte d'Ivoire

Résumé

La gestion des déchets ménagers constitue un enjeu majeur pour tous les gouvernants des villes et villages au vu de leur augmentation croissante. La présente communication vise à analyser l'évolution de la quantité de déchets en lien avec la consommation électrique et la population du District Autonome d'Abidjan de 2014 à 2024 tout en évaluant le potentiel énergétique de ces déchets. Pour ce faire, des données sur la quantité de déchets ménagers collectés dans le district autonome d'Abidjan de 2014 à 2024 par l'Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANAGED), les données sur la population et la consommation électrique du district recueillies dans la littérature, ont été analysées à cette fin.
Les résultats de l'étude montrent une croissance progressive et régulière des quantités de déchets ménagers collectés, avec une augmentation d'environ 60 % sur la période étudiée. L'analyse de la tendance met en évidence une dynamique linéaire de croissance, indiquant une poursuite de l'augmentation de la quantité des déchets à moyen et long termes. En outre, l'étude révèle que la consommation électrique croit presque linéairement avec l'accroissement de la population. L'étude met ainsi en évidence le lien étroit entre la croissance urbaine, la consommation électrique et l'augmentation de la production de déchets, tout en soulignant l'intérêt de considérer les déchets ménagers comme une ressource énergétique dont le potentiel électrique varierait entre 378 GWh en 2014 à plus de 600 GWh en 2024. En définitive il apparaît clairement que la consommation de l'électricité dans le District Autonome d'Abidjan croit simultanément avec l'augmentation de la population et la production de déchets ménagers.

Abstract

Household waste management is a major challenge for all urban and rural authorities, given its increasing volume. This paper aims to analyze the evolution of waste quantities in relation to electricity consumption and population in the Abidjan Autonomous District from 2014 to 2024, while also assessing the energy potential of this waste. To this end, data on the quantity of household waste collected in the Abidjan Autonomous District from 2014 to 2024 by the National Waste Management Agency (ANAGED), along with data on the district's population and electricity consumption gathered from the literature, were analyzed.
The study's results show a gradual and steady increase in the amount of household waste collected, with an increase of approximately 60% over the period studied. Analysis of this trend reveals a linear growth dynamic, indicating a continued increase in waste volume in the medium and long term. Furthermore, the study reveals that electricity consumption grows almost linearly with population growth. The study thus highlights the close link between urban growth, electricity consumption, and increased waste production, while also emphasizing the potential of considering household waste as an energy resource with an electricity potential ranging from 378 GWh in 2014 to over 600 GWh in 2024. Ultimately, it is clear that electricity consumption in the Abidjan Autonomous District is increasing in tandem with population growth and household waste production.

OL.13

Étude des performances thermiques du béton de nodules latéritiques

Study of the thermal performance of lateritic nodule concrete

Ernesto Cabral HOUEHANOU[1], hernesto71@yahoo.com ; Yémalin Daniel AGOSSOU[2]; Armand A. DJOSSOU[1]; Marc DAOUDOU[3]

[1] Laboratoire des Procédés et de l'Innovation Technologique (LaPIT) de l'Institut National Supérieur de Technologie Industrielle (INSTI)-Lokossa, BP 133 Lokossa (Bénin)

[2] L2EGC/ENSTP-UNSTIM Abomey, Rép. du Bénin

[3] Laboratoire des Matériaux et Structures (LAMS), Cotonou, Bénin

Résumé

La valorisation des matériaux locaux constitue aujourd'hui une approche privilégiée et durable dans le domaine du génie civil. Dans ce contexte, le présent travail porte sur une étude expérimentale des bétons à base de nodules latéritiques, visant la production de bétons à usage structurel et l'évaluation de leurs performances thermiques, en comparaison avec un béton ordinaire. Plusieurs formulations de béton BO, BNL1, BNL2 et BNL3 ont été élaborées pour atteindre une résistance à la compression cible de 25 MPa à 28 jours. Les résultats mécaniques obtenus sont respectivement 27,14 ; 22,3 ; 22,91 et 23,2 MPa montrant que les bétons à nodules latéritiques présentent des résistances légèrement inférieures à celles du béton ordinaire, tout en restant compatibles avec une utilisation structurelle. Les performances thermiques ont été évaluées à travers la conductivité, l'effusivité et la diffusivité thermiques. Les résultats sont respectivement 1,55 ; 0,915 ; 0,869 et 0,776 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ensuite 2026,546 ; 2287,429 ; 1761,126 et 1763,529 $J \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \cdot s^{-1}$² enfin 7,49.10-7 1,68.10-7 2,59.10-7 et 1,92.10-7 $m^2 \cdot s^{-1}$,indiquant que le béton ordinaire présente une forte aptitude à transmettre la chaleur, tandis que l'incorporation de nodules latéritiques entraîne une diminution notable de ces paramètres, traduisant une meilleure inertie thermique, particulièrement pour les formulations BNL2 et BNL3.Ces bétons constituent ainsi une alternative locale pertinente, adaptée aux bâtiments à faible consommation énergétique en climat tropical.

Abstract

The use of local materials is now a preferred and sustainable approach in the field of civil engineering. In this context, the present work focuses on an experimental study of lateritic nodule-based concretes, aimed at the production of concretes for structural use and the evaluation of their thermal performance, in comparison with ordinary concrete. Several concrete formulations, BO, BNL1, BNL2, and BNL3, were developed to achieve a target compressive strength of 25 MPa at 28 days. The mechanical results obtained were 27.14, 22.3, 22.91, and 23.2 MPa, respectively, demonstrating that lateritic nodule concretes exhibit slightly lower strengths than ordinary concrete, while remaining suitable for structural applications. Thermal performance was evaluated through thermal conductivity, effusivity, and diffusivity. The results are respectively 1.55; 0.915; 0.869 and 0.776 $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ then 2026.546; 2287.429; 1761,126 and 1763,529 $J \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} \cdot s^{-1}$² finally 7.49.10-7 1.68.10-7 2.59.10-7 and 1.92.10-7 $m^2 \cdot s^{-1}$, indicating that ordinary concrete has a high capacity to transmit heat, while the incorporation of lateritic nodules leads to a notable decrease in these parameters, reflecting better thermal inertia, particularly for the BNL2 and BNL3 formulations. These concretes thus constitute a relevant local alternative, suitable for low energy consumption buildings in tropical climates.

OL.14

Etude numérique de la vitesse du vent sur la performance thermique des séchoirs solaires en condition climatique réelle d'utilisation

Numerical study of wind speed on the thermal performance of solar dryers under real climatic conditions of use

Kokou AGBOSSOU, atheophile124@yahoo.fr

Laboratoire Sur l'Energie Solaire (L E S)

Résumé

Le travail présenté porte sur une étude numérique de l'influence de la vitesse du vent sur la performance thermique d'un séchoir solaire fonctionnant en conditions climatiques réelles d'utilisation. L'étude a été menée sur un site situé dans la région Maritime (latitude 6,4261°N, longitude 1,2133°E au Togo. La simulation est réalisée à l'aide d'un modèle mathématique développé sous Fortran (PGI 2008), basé sur les bilans de masse et d'énergie appliqués au capteur solaire, à l'air de séchage et à la chambre de séchage. Les échanges thermiques convectifs internes et externes sont modélisés en tenant compte d'une vitesse du vent variant de 0,25 m/s à 1,5 m/s, représentative des conditions climatiques locales.

Les résultats montrent que la vitesse du vent influence significativement la température de l'air de séchage et le rendement thermique du séchoir. Pour une faible vitesse du vent, de l'ordre de 0,25 m/s, les pertes thermiques par convection externe sont limitées, permettant d'atteindre une température maximale de 64 °C et un rendement thermique maximal de 69 %. Lorsque la vitesse du vent augmente, le renouvellement de l'air dans la chambre de séchage s'améliore, mais les pertes thermiques deviennent plus importantes. Pour des vitesses du vent proche de 1,5 m/s, ces pertes entraînent une diminution de la température utile et une baisse de la performance thermique globale du système.

L'étude met en évidence l'existence d'une plage optimale de vitesse du vent, comprise entre 0,25 m/s à 1,5 m/s correspondant au meilleur compromis entre intensification des transferts thermiques et limitation des pertes d'énergie. Les résultats soulignent l'importance de l'intégration des conditions climatiques locales dans la conception et l'optimisation des séchoirs solaires destinés aux applications agroalimentaires.

Abstract

The work presented concerns the numerical study of wind speed effect on the thermal performance of a solar dryer operating under real climatic conditions. The study was conducted at a site located in the Maritime region (latitude 6.4261°N, longitude 1.2133°E) in Togo. The simulation was performed using a mathematical model developed in Fortran (PGI 2008), based on mass and energy balances applied to the solar collector, the drying air, and the drying chamber. Internal and external convective heat exchanges were modeled taking into account a wind speed varying from 0.25 m/s to 1.5 m/s, representative of local climatic conditions.

The results show that wind speed significantly influences the drying air temperature and the dryer's thermal efficiency. At low wind speeds, around 0.25 m/s, external convective heat losses are limited, allowing a maximum temperature of 64°C and a maximum thermal efficiency of 69% to be reached. As the wind speed increases, the air renewal in the drying chamber improves, but heat losses become more significant. At wind speeds close to 1.5 m/s, these losses lead to a decrease in the usable temperature and a drop in the overall thermal performance of the system.

The study highlights the existence of an optimal wind speed range, between 0.25 m/s and 1.5 m/s, which represents the best compromise between maximizing heat transfer and limiting energy losses. The results underscore the importance of integrating local climatic conditions into the design and optimization of solar dryers for applications in agricultural products.

OL.15

Evaluation du potentiel solaire flottant du barrage hydroélectrique de Nangbéto au Togo

Assessment of the floating photovoltaic potential of the Nangbéto hydroelectric dam in Togo

Débola Mikemina[1], debolamik@gmail.com ; Patrice Koffi Chetangny[1]; Mawuena Medewou[1]; Victor Zogbochi[1]; Bienvenu Macaire Agbomahena[1]; Gérald Barbier[2]; Didier Chamagne[3]

[1] Laboratoire d'Electrotechnique, de Télécommunication et d'informatique Appliquée (LETIA) University of Abomey-Calavi Abomey-Calavi, BENIN

[2] Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT) Université de Haute Alscace (UHA – ENSIA) Mulhouse, FRANCE

[3] Université Marie- et Louis Pasteur, CNRS, Institut FEMTO-ST, F-90000 BELFORT, FRANCE

Résumé

Le solaire photovoltaïque flottant constitue une solution innovante face aux contraintes foncières des systèmes photovoltaïques terrestres traditionnels. En particulier, il permet de préserver les terres agricoles, de réduire l'évaporation de l'eau et d'améliorer les performances des panneaux grâce au refroidissement naturel. L'objectif de cette étude est d'évaluer le potentiel du photovoltaïque flottant (FPV) du barrage hydroélectrique de Nangbéto, en estimant la capacité installée potentielle ainsi que la production annuelle d'électricité du barrage. Une méthodologie combinant le traitement d'images Sentinel-2, l'indice NDWI et des analyses SIG sous QGIS 3.40 a permis d'identifier la surface encore immergée du barrage. Des données météorologiques issues de la base NASA POWER ainsi que des données sur les variations de cotes ont été utilisées. Une méthode d'estimation inspirée d'une étude menée au Brésil a été appliquée pour évaluer la capacité installée potentielle et la production annuelle du système photovoltaïque flottant. Les résultats montrent une capacité installée potentielle de 1071,39 MW, avec une production annuelle estimée à 1361,14 GWh/an. La mise en œuvre de cette technologie permettrait de libérer plus de 1400 hectares de terres pour d'autres usages économiques ou agricoles, tout en contribuant à une réduction significative de la dépendance énergétique du Togo et du Bénin.

Abstract

Floating solar PV is an innovative solution to the land constraints of traditional land-based PV systems. In particular, it makes it possible to preserve agricultural land, reduce water evaporation, and improve the performance of the panels thanks to natural cooling. The objective of this study is to evaluate the floating photovoltaic (FPV) potential of the Nangbéto hydroelectric dam, by estimating the potential installed capacity as well as the annual electricity production of the dam. A methodology combining Sentinel-2 image processing, NDWI index, and GIS analyses under QGIS 3.40 enabled the identification of the still submerged surface of the dam. Meteorological data from the NASA POWER database and data on variations in ratings were used. An estimation method inspired by a study in Brazil was applied to assess the potential installed capacity and annual production of the floating PV system. The results show a potential installed capacity of 1071.39 MW, with an estimated annual production of 1361.14 GWh/year. The implementation of this technology frees up more than 1400 hectares of land for other economic or agricultural uses. This will also allow the considerable reduction of Togo and Benin's energy dependence.

OL.16

Evaluation économique comparative entre voitures électriques et thermiques pour un usage de taxi en Cote d'Ivoire

Comparative Economic Evaluation of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles for Taxi Use in Côte d'Ivoire

Sampson Oladapo OYEDELE[1], oyesamson2000@gmail.com ; Ibrahima Soumahoro[1]; Souleymane TUO[2]; Boko AKA[3]; N'GUESSAN KRE[1]

[1] Université NANGUI -Abrogoua ,Cote d'Ivoire

[2] Universite de MAN

[3] IREN,Université NANGUI -Abrogoua ,Cote d'Ivoire

Résumé

La transition énergétique et la réduction des émissions de gaz à effet de serre imposent une réorientation du secteur du transport urbain vers des solutions plus durables. Cette étude évalue la viabilité économique de l'utilisation des véhicules électriques comme taxis à Abidjan, en Côte d'Ivoire. L'analyse repose sur une comparaison entre un véhicule électrique de type compact et un véhicule thermique équivalent, en considérant le coût d'acquisition, le coût d'exploitation, la consommation énergétique, et les frais d'entretien sur une période de dix ans. Les indicateurs économiques utilisés comprennent le coût total de possession (TCO), la valeur actuelle nette (VAN) et le taux de rentabilité interne (TRI). Les résultats montrent que, malgré un coût d'investissement initial plus élevé, la voiture électrique devient économiquement avantageuse à partir de la sixième année d'exploitation grâce à la réduction des coûts d'énergie et d'entretien. Cette étude souligne ainsi le potentiel des taxis électriques pour réduire les coûts d'exploitation et les émissions de CO_2 dans le transport urbain ivoirien.

Abstract

The energy transition and the need to reduce greenhouse gas emissions necessitate a shift in the urban transport sector toward more sustainable solutions. This study assesses the economic viability of using electric vehicles as taxis in Abidjan, Côte d'Ivoire. The analysis is based on a comparison between a compact electric vehicle and an equivalent internal combustion engine vehicle, considering acquisition costs, operating expenses, energy consumption, and maintenance costs over a ten-year period. The economic indicators used include the Total Cost of Ownership (TCO), Net Present Value (NPV), and Internal Rate of Return (IRR). The results show that, despite a higher initial investment cost, the electric vehicle becomes economically advantageous from the sixth year of operation due to lower energy and maintenance costs. This study highlights the potential of electric taxis to reduce operating expenses and CO_2 emissions in Ivorian urban transport.

OL.17

Indicateurs de performance du système de compostage thermophile : effets des techniques de retournement sur les paramètres évolutifs, la durée de maturation et le rendement

Performance indicators for thermophilic composting systems: effects of turning techniques on evolutionary parameters, maturation time, and yield

Abdoul Kawiyou TRAORE[1], traoreabdoul650@gmail.com ; Kouassi DONGO[1]

[1] Ecole Doctorale Science, Technologie et Agriculture Durable; Université Felix Houphouët-Boigny ; Côte D'Ivoire

Résumé

L'étude visait à optimiser le processus de compostage thermophile par une comparaison des techniques de retournement sur les paramètres évolutifs, la durée de maturation et le rendement. Trois techniques ont été appliquées sur neuf tas d'andain homogène d'une tonne chacun. La première impliquait un retournement manuel hebdomadaire durant le premier mois, puis bihebdomadaire pendant les deux derniers mois. La deuxième se basait sur la température interne pour effectuer les retournements entre 50 et 65°C. La troisième utilisait une aération passive avec des tuyaux PVC perforés. Des mesures in situ ont été prises au début, pendant et après la maturation, incluant la masse des biodéchets, la quantité d'eau et la forme des andains. Les paramètres tels que la température, le pH, l'humidité et le taux d'oxygène ont été mesurés dès le 7ième jour, puis tous les 3ième ou 4ième jours du processus. À la fin, le rendement, le taux de refus, ainsi que la durée de maturation ont été déterminés. Les données collectées ont été soumises à une analyse corrélative (corrélation de Person) grâce aux logiciels RStudio et Microsoft Excel. Il en résulte que l'optimisation du système dépend des conditions de vie et d'activité des microorganismes essentiels pour la dégradation des matières organiques, ce qui nécessite un équilibre entre les paramètres évolutifs, notamment la température, oxygène, humidité et pH. Or cet équilibre est fortement influencé par les techniques de retournement. La première technique a prouvé son efficacité, affichant une durée moyenne de maturation de 103 jours, contrairement aux techniques deux et trois (136 et 153 jours). Les moyennes de production de compost sont de 108 kg, 88 kg et 85 kg, tandis que les celles des taux de refus sont estimées à 25,4 kg, 31 kg et 35,4 kg.

Abstract

The study aimed to optimize the thermophilic composting process by comparing turning techniques in terms of evolutionary parameters, maturation time, and yield. Three techniques were applied to nine homogeneous windrows, each weighing one ton. The first involved manual turning once a week during the first month, then twice a week during the last two months. The second was based on internal temperature, with turning carried out between 50 and 65°C. The third used passive aeration with perforated PVC pipes. In situ measurements were taken at the beginning, during, and after maturation, including the mass of bio-waste, the amount of water, and the shape of the windrows. Parameters such as temperature, pH, humidity, and oxygen levels were measured from the 7th day onwards, then every 3rd or 4th day of the process. At the end, the yield, rejection rate, and maturation time were determined. The data collected were subjected to a correlative analysis (Person's correlation) using RStudio and Microsoft Excel software. The results show that optimization of the system depends on the living conditions and activity of the microorganisms essential for the degradation of organic matter, which requires a balance between evolving parameters, including temperature, oxygen, humidity, and pH. However, this balance is strongly influenced by turning techniques. The first technique proved to be effective, with an average maturation time of 103 days, unlike techniques two and three (136 and 153 days). Average compost production is 108 kg, 88 kg, and 85 kg, while rejection rates are estimated at 25.4 kg, 31 kg, and 35.4 kg.

OL.18

Influence de la tortuosité sur le transport des espèces dans les couches de diffusions gazeuses de la pile à combustible à membrane échangeuse de protons

Influence of tortuosity on species transport in the gas diffusion layers of proton exchange membrane fuel cells

Enonsi Augustin LEODE[1], ea89leode@gmail.com ; Gabin KOTO N'GOBI[1]; Odilon TOWANOU[2]; Bienvenu Glinma GLINMA[3]; Hyacinthe Finagnon AGNIMONHAN[3]; Clément Adéyèmi KOUCHADE[2]; Basile KOUNOUHEWA[2]

[1] Laboratoire de Sciences des Matériaux et Modélisation (LaSMMo)

[2] Laboratoire de Sciences des Matériaux et Modélisation (LaSMMo),

[3] Laboratoire de Chimie Organique des Substances Naturelles et Application (LaCOSNA),

Résumé

Les piles à combustible à membrane échangeuse de protons (PEM) sont des dispositifs électrochimiques qui convertissent directement l'énergie chimique de l'hydrogène en électricité, offrant un rendement élevé et un faible impact environnemental. Parmi les composants clés des piles à combustible PEM, la couche de diffusion gazeuse (GDL) joue un rôle essentiel en facilitant le transport des gaz réactifs et en assurant une distribution uniforme du courant dans la pile. Cette étude examine l'influence de la tortuosité de la GDL, un paramètre structurel caractérisant la complexité des voies de diffusion, sur les performances des piles à combustible PEM. COMSOL Multiphysics a été utilisé pour développer un modèle numérique et simuler les effets de la tortuosité isotrope et anisotrope sur (a) le transport des espèces et (b) la distribution de la densité de courant dans la pile. Les résultats indiquent qu'une tortuosité plus élevée entrave considérablement la diffusion des réactifs, ce qui entraîne une dégradation des performances, en particulier à faible densité de courant. L'analyse des courbes de polarisation confirme une baisse marquée du rendement de la cellule lorsque les valeurs de tortuosité augmentent. En outre, l'étude révèle que la tortuosité anisotrope introduit des modèles de diffusion non uniformes, ce qui affecte l'efficacité des cellules. Ces résultats soulignent l'importance cruciale de la microstructure de la GDL dans la conception des piles à combustible PEM et suggèrent qu'il convient d'optimiser la tortuosité aux côtés d'autres paramètres tels que la porosité, la pression du gaz et la conductivité, est essentiel pour améliorer la durabilité et les performances des cellules dans les applications pratiques.

Abstract

Proton exchange membrane (PEM) fuel cells are electrochemical devices that directly convert the chemical energy of hydrogen into electricity, offering high efficiency and low environmental impact. Among the key components of PEM fuel cells, the gas diffusion layer (GDL) plays a critical role in facilitating the transport of reactive gases and ensuring uniform current distribution throughout the cell. This study examines the influence of GDL tortuosity, a structural parameter characterizing the complexity of diffusion pathways, on PEM fuel cell performance. COMSOL Multiphysics was used to develop a numerical model and simulate the effects of isotropic and anisotropic tortuosity on (a) species transport and (b) current density distribution in the cell. The results indicate that higher tortuosity significantly impedes the diffusion of reactants, leading to performance degradation, particularly at low current densities. Analysis of polarization curves confirms a marked decrease in cell efficiency as tortuosity values increase. Furthermore, the study reveals that anisotropic tortuosity introduces non-uniform diffusion patterns, which affects cell efficiency. These results highlight the critical importance of microstructure of the GDL in the design of PEM fuel cells and suggest that optimizing tortuosity alongside other parameters such as porosity, gas pressure, and conductivity is essential for improving cell durability and performance in practical applications.

OL.19

Influence du taux de dopage de la base sur les paramètres électriques d'une cellule photovoltaïque sous illumination intense.

Influence of the doping concentration of the base on the electrical parameters of a photovoltaic cell under intense illumination.

Issouf OUEDRAOGO[1], issoufoued222@gmail.com ; Aboubacar SORO[1]; Mahamadi SAVADOGO[1]

[1] Laboratoire d'Énergies Thermiques REnouvelables (L.E.T.RE),Université Joseph KI-ZERBO,BURKINA FASO

Résumé

Les performances d'une cellule photovoltaïque sont étroitement liées à un ensemble de facteurs qui peuvent être intrinsèque à la cellule elle-même ou extérieurs à celle-ci. C'est dans cette optique que cette étude s'inscrit dans une volonté de mieux comprendre l'impact du taux de dopage de la base sur les paramètres électriques d'une cellule photovoltaïque sous une illumination intense
Après une modélisation mathématique de la cellule PV considérée puis quelques hypothèses formulées, les expressions des paramètres électriques sont établies en fonction du taux de dopage de la base. Par la suite, nous utilisons un traitement numérique pour mettre en évidence les comportements de ces paramètres en fonction du niveau de dopage de la base. Les résultats montrent que lorsque le taux de dopage de la base augmente, le courant de court-circuit diminue. Par contre, nous assistons à une augmentation de la tension en circuit ouvert, de la puissance électrique délivrée et du rendement de conversion lorsque le taux de dopage de la base augmente.

Abstract

The performance of a photovoltaic cell is closely linked to a set of factors that may be intrinsic to the cell itself or external to it. With this in mind, this study aims to better understand the impact of the doping level of the base on the electrical parameters of a photovoltaic cell under intense illumination.
After mathematical modeling of the PV cell in question and a few assumptions, the expressions for the electrical parameters are established as a function of the doping rate of the base. We then use digital processing to highlight the behavior of these parameters depending on the doping level of the base. The results show that when the base doping concentration increases, the short-circuit current decreases. However, we observe an increase in open-circuit voltage, electrical power output, and conversion efficiency when the base doping concentration increases.

OL.20

Intégration à grande échelle du solaire photovoltaïque dans les réseaux électriques africains : enjeux techno-économiques et perspectives de résilience

Large-Scale Solar Photovoltaic Integration in African Power Grids: Techno-Economic Challenges and Resilience Perspectives

Ahmed Sawadogo[1], ahmed.sawadogo@2ie-edu.org ; Y. Moussa Soro[1]; W. K. Igor Ouédraogo[1]

[1] Institut International d'Ingénierie de 'Eau et de l'Environnement

Résumé

La transition énergétique en Afrique repose de plus en plus sur l'intégration du solaire photovoltaïque à grande échelle afin de répondre aux défis de sécurité énergétique, de résilience face aux chocs exogènes et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Toutefois, les réseaux électriques africains, souvent caractérisés par une faible interconnexion et une forte dépendance aux moyens thermiques, font face à des contraintes spécifiques qui limitent l'absorption de fortes pénétrations photovoltaïques.

Cette communication propose une analyse des enjeux techno-économiques liés à l'intégration progressive du solaire photovoltaïque dans les réseaux électriques africains. L'étude s'appuie sur une approche de modélisation énergétique permettant d'examiner différents scénarios de déploiement du photovoltaïque et d'identifier les principaux facteurs influençant la performance globale du système électrique, notamment en termes de coûts de production, de flexibilité opérationnelle et de résilience.

Les résultats mettent en évidence l'existence de zones de performance optimale pour l'intégration du photovoltaïque, au-delà desquelles des mécanismes d'accompagnement deviennent nécessaires afin de préserver l'équilibre et la fiabilité du réseau. Cette contribution vise à alimenter la réflexion scientifique et stratégique au sein de l'espace CAMES.

Abstract

Africa's energy transition increasingly relies on large-scale solar photovoltaic integration to address energy security challenges, enhance resilience, and reduce greenhouse gas emissions. However, African power grids face specific constraints that limit high PV penetration levels.

This paper discusses techno-economic challenges associated with progressive PV integration using an energy system modeling approach. The analysis highlights optimal performance ranges for PV deployment and emphasizes the role of complementary measures to maintain grid reliability.

This contribution supports evidence-based dialogue in line with the objectives of a coherent energy research policy within the CAMES area.

OL.21

Modélisation et analyse numérique des cycles de Brayton au CO2 supercritique à recompression pour la valorisation énergétique industrielle

Numerical modeling and analysis of Brayton cycles with supercritical CO2 recompression for industrial energy recovery.

Olorounto Louis AREDOKOU, belantonious@gmail.com

Energétique et environnement, UNSTIM, Bénin

Résumé

La récupération de la chaleur excédentaire des procédés existants pour produire de l'électricité est une alternative intéressante pour améliorer l'efficacité énergétique et pour réduire durablement les dépenses énergétiques. Dans ce contexte, la promotion de la filière des énergies renouvelables et plus particulièrement de la filière thermique est très prometteuse. En s'alignant sur les objectifs susmentionnés, le présent article aborde l'étude numérique des cycles de production d'électricité au dioxyde de carbone supercritique à recompression pour des applications industrielles. Le cycle de Brayton au CO2 supercritique et le cycle au CO2 supercritique à recompression ont été analysés distinctement et le résultat après l'analyse des deux cycles combinés sont mentionnés. Il ressort de l'étude que le rendement de chacun des cycles en fonction de la température maximale. Les valeurs 0,39 ; 0,41 ;0,43 ; 0,44 et 0,45 sont les rendements thermiques maximaux du cycle à recompression correspondnats à chacune des températures maximale 550°C, 600°C, 650°C, 700°C et 750°C. En raison du faible travail de compression, le cycle S-CO2 présente un rendement thermique élevé lorsqu'il est appliqué à des températures modérées. Une température maximale (350°C à 400°C) de la source de chaleur permet d'obtenir des rendements thermiques allant de 40 % à plus de 50 %.

Abstract

Recovering excess heat from existing processes to produce electricity is an attractive alternative for improving energy efficiency and sustainably reducing energy costs. In this context, promoting the renewable energy sector, and more specifically the thermal energy sector, is very promising. In line with the aforementioned objectives, this article presents a numerical study of supercritical carbon dioxide recompression electricity generation cycles for industrial applications. The Brayton cycle using supercritical CO2 and the supercritical CO2 recompression cycle were analyzed separately, and the results after combining the two cycles are presented. The study shows that the efficiency of each cycle varies with the maximum temperature. The values are 0.39, 0.41, and 0.43. 0.44 and 0.45 are the maximum thermal efficiencies of the recompression cycle corresponding to each of the maximum temperatures of 550°C, 600°C, 650°C, 700°C, and 750°C. Due to the low work function, the S-CO2 cycle exhibits high thermal efficiency when applied at moderate temperatures. A maximum heat source temperature (350°C to 400°C) allows for thermal efficiencies ranging from 40% to over 50%.

OL.22

MODELISATION ET VALIDATION EXPERIMENTALE DU SECHAGE DU GINGEMBRE DANS UN SECHOIR SOLAIRE DE TYPE SERRE

MODELING AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF GINGER DRYING IN A GREENHOUSE-TYPE SOLAR DRYER UNDER TROPICAL CLIMATE

Kokou GNRONFOU[1], gnronfoudaniel@gmail.com ; tchamye tcha-esso BOROZE[2]; essohouna TAKOUGNADI[1]

[1] 3. Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé

[2] 2. Regional Center of Excellence for Electricity Management (CERME), University of Lomé

Résumé

Ce travail présente la modélisation et l'analyse expérimentale du séchage du gingembre dans un séchoir solaire de type serre. L'objectif est d'optimiser les performances thermiques et énergétiques du système en couplant la modélisation numérique et les mesures expérimentales. Le modèle repose sur les équations de bilans d'énergie et de masse appliquées à la couverture, à l'air, au produit et au sol, discrétisées sous forme matricielle et résolues par pas de temps de 15 minutes. Les températures simulées et mesurées montrent une excellente concordance, avec un écart moyen absolu (MAE) de 4,2 °C et un coefficient de corrélation R^2 = 0,98. Les températures de l'air varient entre 46 et 49 °C, tandis que celles du produit atteignent 33 à 45 °C, favorisant une déshydratation douce et homogène. L'efficacité énergétique moyenne du système est de 44,5 %, avec des rendements horaires pouvant atteindre 80 %. La cinétique de séchage du gingembre présente un régime à taux décroissant, avec une réduction de la teneur en eau de 85 % à 1,7 % (base sèche) en cinq jours, atteignant l'équilibre hygroscopique à 10 % de matière sèche au début du jour 4. Ces résultats confirment la validité du modèle et la pertinence du séchage solaire sous serre couplé à une énergie d'appoint biomasse pour les produits tropicaux à forte valeur ajoutée.

Abstract

This study presents the modeling and experimental analysis of ginger drying in a greenhouse-type solar dryer. The objective is to optimize the system's thermal and energy performance by combining numerical modeling with experimental measurements. The model is based on energy and mass balance equations applied to the cover, air, product, and soil, discretized in matrix form and solved with a 15-minute time step. Simulated and measured temperatures show excellent agreement, with a mean absolute error (MAE) of 4.2 °C and a correlation coefficient of R^2 = 0.98. Air temperatures range from 46 to 49 °C, while product temperatures reach 33 to 45 °C, promoting gentle and uniform dehydration. The system's average energy efficiency is 44.5%, with hourly yields reaching up to 80%. The drying kinetics of ginger follow a falling-rate regime, with moisture content decreasing from 85% to 1.7% (dry basis) over five days, reaching hygroscopic equilibrium at 10% dry matter by the start of day 4. These results confirm the model's validity and highlight the relevance of greenhouse solar drying coupled with biomass auxiliary heating for high-value tropical products.

OL.23

MODÉLISATION ET VALIDATION EXPÉRIMENTALE DU SÉCHAGE SOLAIRE DU MAÏS DANS UN SÉCHOIR DE TYPE SERRE SOUS CLIMAT TROPICAL

MODELING AND EXPERIMENTAL VALIDATION OF SOLAR DRYING OF MAIZE IN A GREENHOUSE-TYPE DRYER UNDER TROPICAL CLIMATE

Kokou GNRONFOU[1], gnronfoudaniel@gmail.com ; tchamye tcha-esso BOROZE[2]; essohouna TAKOUGNADI[1]

[1] 3. Research Team on Agricultural Mechanization and Process Engineering (ERMAP), University of Lomé

[2] 2. Regional Center of Excellence for Electricity Management (CERME), University of Lomé

Résumé

Le séchage solaire constitue une technique durable de post-récolte pour la valorisation du maïs dans les régions tropicales ; toutefois, ses performances dépendent fortement de la stabilité thermique du système et de la variabilité du rayonnement solaire. Cette étude présente la modélisation et la validation expérimentale d'un séchoir solaire de type serre, développée à partir d'équations couplées de bilans de chaleur et de masse, formulées sous forme matricielle. Les résultats de simulation ont été comparés aux données expérimentales obtenues sur un prototype instrumenté au cours de trois journées consécutives de séchage. Une excellente concordance est observée entre les valeurs simulées et mesurées (MAE < 5 °C; R^2 > 0,98). Les températures internes de l'air, comprises entre 45 et 57 °C, assurent une évaporation homogène et permettent d'atteindre une teneur en eau d'équilibre hygroscopique de 10 % en deux jours. L'efficacité thermique moyenne du système est de 8,81 %, traduisant une valorisation efficace de l'énergie solaire. Les résultats obtenus confirment la pertinence du couplage solaire–biomasse pour la stabilisation du processus de séchage, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la préservation de la qualité du maïs séché en climat tropical.

Abstract

Solar drying is a sustainable post-harvest technique for maize valorization in tropical regions, but its performance strongly depends on thermal stability and solar radiation variability. This study presents the modeling and experimental validation of a solar greenhouse dryer, developed using coupled heat and mass balance equations expressed in matrix form. Simulations were compared with experimental data obtained from an instrumented prototype during three consecutive drying days. A strong agreement was found between simulated and measured values (MAE < 5 °C; R^2 > 0.98). Internal air temperatures (45-57 °C) ensured uniform evaporation, reaching a hygroscopic equilibrium moisture content of 10% within two days. The average thermal efficiency was 8.81%, indicating effective solar energy utilization. The obtained results confirm the relevance of solar-biomass coupling in stabilizing the drying process, improving energy efficiency, and maintaining the quality of dried maize under tropical climates.

OL.24

Modélisation hydride et intelligence artificielle : Un levier pour l'optimisation des cellules solaires organiques

Keywords: organic photovoltaics, hybrid modeling, real-world conditions; energy transition in Africa, artificial intelligence.

Donald Placide TOKPASSI, guekpon1@yahoo.fr

Laboratoire de Recherche Pluridisciplinaire de l'Enseignement Technique (LARPET)

Résumé

L'accès universel à l'Energie en Afrique nécessite des technologies innovantes légères et à faible coût. Les cellules solaires Organiques répondent à ce besoin, mais leur performance reste instable face aux rigueurs des environnements réels du continent (fortes chaleurs, poussières, variations d'humidité). Pour transformer ce potentiel en une source d'énergies fiable, cette communication présente une approche de modélisation hybride.
Notre méthode rompt avec les modèles de laboratoire classique pour proposer un système de prédiction intelligent. Ce modèle fusionne les équations fondamentales de la physique des semi-conducteurs (pour la rigueur scientifique) avec des algorithmes de Machine Leaning (pour la flexibilité).
L'objectif est de capturer l'impact réel des facteurs environnementaux locaux sur les paramètres critiques de la cellules (résistance série, mobilité des charges et efficacité de conversion)
Au-delà de l'aspect technique, ce modèle constitue un outil de décision stratégique pour le déploiement de micro réseaux solaires résilients en Afrique. Anticipant la dégradation et des baisses de rendement liées au climat, nous favorisons une gestion optimisée des ressources énergétique pour une Afrique plus solidaire et autonome.

Abstract

Universal access to energy in Africa requires innovative, lightweight, and low-cost technologies. Organic solar cells address this need, but their performance remains unstable in the face of the continent's harsh real-world environments (high temperatures, dust, and humidity variations). To transform this potential into a reliable energy source, this paper presents a hybrid modeling approach.

Our method breaks with traditional laboratory models to offer an intelligent prediction system. This model merges the fundamental equations of semiconductor physics (for scientific rigor) with machine learning algorithms (for flexibility).

The goal is to capture the real-world impact of local environmental factors on critical cell parameters (series resistance, charge mobility, and conversion efficiency).
Beyond its technical aspects, this model constitutes a strategic decision-making tool for the deployment of resilient solar microgrids in Africa. Anticipating climate-related degradation and yield declines, we promote optimized energy resource management for a more united and self-reliant Africa.

Keywords: organic photovoltaics, hybrid modeling, real-world conditions; energy transition in Africa, artificial intelligence.

OL.25

Optimisation de la Biométhanisation des Boues Fécales par Modélisation Thermique en Milieu Lacustres

OPTIMIZING FEACAL SLUDGE BIOGAS by THERMAL MODELING IN LAKE ENVIRONMENTS

Gabin Koto n'gobi[1], kotgabin36@yahoo.fr ; Josias Dossa[1]

[1] UAC

Résumé

Les milieux lacustres tels que les lacs Nokoué, Victoria, Tonlé Sap et Titicaca sont confrontés à des problématiques d'accès à l'énergie, d'assainissement et de santé publique, sous l'effet de pressions anthropiques, notamment l'utilisation du bois-énergie et la pratique de la défécation à l'air libre. La valorisation des boues fécales en biogaz à travers les toilettes reliées à des biodigesteurs (Toilet-Linked Biogas Plants, TLBP) constitue une solution énergétique durable permettant de répondre simultanément à ces enjeux. La prévision fiable de la production de biogaz nécessite des modèles intégrant explicitement les principaux paramètres de fonctionnement, en particulier la température, le temps de rétention hydraulique et la charge organique, comme c'est le cas du modèle de Hashimoto. Notre travail vise à prédire la production du biogaz à partir des boues fécales en milieux lacustres en combinant des approches de modélisation thermique et biochimique. Trois configurations de biodigesteurs : dôme fixe, digesteur en forme de piston (plug-flow) et les digesteurs plastiques sont comparées afin d'identifier la géométrie qui permet d'optimiser l'isolation thermique et le rendement en biogaz sous différentes conditions climatiques. La méthodologie repose sur l'utilisation de COMSOL Multiphysics pour la modélisation des transferts thermiques et du modèle de Hashimoto. Les résultats montrent que le biodigesteur à dôme fixe présente les meilleures performances en matière d'isolation thermique. Toutefois, le biodigesteur en plastique rigide atteint les niveaux de production de biogaz les plus élevés sur l'ensemble des sites étudiés. Ce dernier maintient une productivité stable dans les environnements lacustres de Nokoué, Victoria, Tonlé Sap et Titicaca, avec des moyennes annuelles respectives de 166,5 ± 6,8, 142,8 ± 5,2, 180,5 ± 11,1 et 20,5 ± 8,4 L $CH_4.m^{-3}.j^{-1}$.

Abstract

Lake environments such as Nokoué, Victoria, Tonlé Sap and Titicaca face interconnected issues of energy access, sanitation, and public health due to anthropogenic pressures including the use of wood and open defecation. Transforming faecal sludge into biogas through Toilets Link Biogas Plants (TLBPs) offers sustainable energetic solution. To accurately predict biogas prodcution, a model must consider temperature, hydraulic retention time, and organic loading rate, as in the Hashimoto model. This study predicts biogas production from faecal sludge in lake environments. It compares fixed dome, plug-flow, and rigid plastic designs to determine which configuration provides the optimal thermal-insulation balance and maximizes biogas yield under different climatic conditions. The methodology combines COMSOL Multiphysics for modeling heat transfer and the Hashimoto model for predicting biogas production, based on those thermal conditions. Results indicate that the fixed dome biodigester provides the optimal thermal-insulation. However, the rigid plastic model achieved the highest biogas production across all study sites. The rigid plastic biodigester maintained consistent productivity in the Nokoué, Victoria, Tonlé Sap, and Titicaca lake environments, with annual averages of 166.5±6.8, 142.8±5.2, 180.5±11.1, and 20.5±8.4 L $CH4/m^{-3}.d^{-1}$, respectively.

OL.26

Performances tribologiques et énergétiques d'un moteur Diesel alimenté par des mélanges de liquide de coque de noix de cajou (CNSL) purifié

Tribological and Energetic Performance of a Diesel Engine Fueled with Purified Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) Blends

Adama COULIBALY[1], adamskcool@gmail.com ; Mohamed Koïta SAKO[2]; Doudjo SORO[3]

[1] LAPISEN INPHB

[2] Côte d'Ivoire; LAPISEN INPHB

[3] Côte d'Ivoire; LAPISEN INPHB

Résumé

La décarbonation des systèmes énergétiques à base de diesel requiert des carburants liquides renouvelables pouvant être directement intégrés dans les moteurs à allumage par compression existants, sans compromettre leurs performances ni leur durabilité. Le liquide de coque de noix de cajou (CNSL), sous-produit agricole abondant dans les régions productrices de cajou, demeure largement sous-utilisé malgré son fort potentiel énergétique et sa lubrification intrinsèque.
Dans cette étude, le CNSL purifié a été évalué comme carburant renouvelable à forte substitution au moyen d'une analyse énergétique et tribologique intégrée. Un moteur diesel monocylindre a été exploité avec du diesel et des mélanges diesel–CNSL contenant entre 10 et 60 % de CNSL, sous conditions de charge constante. Les indicateurs de performance moteur, incluant la puissance effective, la consommation spécifique de carburant, la température des gaz d'échappement et le rendement thermique effectif, ont été mesurés, suivis d'une inspection post-essai des composants critiques (extrémité d'injecteur, tête de piston et tête de soupape) afin d'évaluer la formation de dépôts et l'intégrité des surfaces.
Les résultats démontrent une stabilité de fonctionnement du moteur sur l'ensemble de la gamme de mélanges, avec une amélioration du rendement thermique et une réduction des températures d'échappement pour des teneurs modérées à élevées en CNSL. Les analyses tribologiques ont révélé une formation limitée de dépôts carbonés et aucune dégradation anormale des surfaces, mettant en évidence la contribution lubrifiante du CNSL purifié.
Ces conclusions apportent la première validation à l'échelle système du CNSL purifié en tant que biocarburant à forte substitution, compatible avec les moteurs diesel. L'étude établit le CNSL comme une voie viable pour l'intégration de carburants renouvelables dans les systèmes énergétiques à base de diesel, soutenant les stratégies d'économie circulaire et la résilience énergétique locale

Abstract

The decarbonization of diesel-based energy systems requires renewable liquid fuels that can be directly integrated into existing compression-ignition engines without compromising performance or durability. Cashew nut shell liquid (CNSL), an abundant agricultural by-product in cashew-producing regions, remains largely underutilized despite its high energetic potential and intrinsic lubricity.
In this study, purified CNSL was evaluated as a high-substitution renewable fuel through an integrated energetic and tribological assessment. A single-cylinder diesel engine was operated using diesel and CNSL–diesel blends containing 10–60% CNSL under constant load conditions. Engine performance indicators, including brake power, specific fuel consumption, exhaust gas temperature, and brake thermal efficiency, were measured, followed by post-test inspection of critical components (injector tip, piston head, and valve head) to assess deposit formation and surface integrity.
The results demonstrate stable engine operation across the entire blending range, with improved thermal efficiency and reduced exhaust temperatures at moderate to high CNSL contents. Tribological analyses revealed limited carbon deposition and no abnormal surface degradation, highlighting the lubricating contribution of purified CNSL.
These findings provide the first system-level validation of purified CNSL as a high-substitution, engine-compatible biofuel. The study establishes CNSL as a viable pathway for renewable fuel integration in diesel-based energy systems, supporting circular economy strategies and localized energy resilience

OL.27

Potentiel des antioxydants polyphénoliques issus des cabosses de cacao pour la stabilisation oxydative du biodiesel : analyse comparative avec les antioxydants synthétiques

Potential of Polyphenolic Antioxidants Derived from Cocoa Pod Husks for Biodiesel Oxidative Stabilization: A Comparative Analysis with Synthetic Antioxidants

Leguè Riphin KOFFI[1], legue.koffi22@inphb.ci ; Soumahoro GUEU[1]

[1] UMRI SAPT 2, Institut National Polytechnique Félix HOUPHOUET-BOIGNY, CÔTE D'IVOIRE

Résumé

La stabilité oxydative constitue l'un des principaux verrous technologiques du biodiesel, en raison de sa richesse en acides gras insaturés, favorisant les réactions d'auto-oxydation lors du stockage. À l'échelle industrielle, cette limitation est généralement surmontée par l'addition d'antioxydants synthétiques tels que le butylhydroxytoluène (BHT), le butylhydroxyanisole (BHA) et le tert-butylhydroquinone (TBHQ), dont l'efficacité est avérée mais dont l'usage soulève des préoccupations croissantes en matière de toxicité, de durabilité et de compatibilité avec les principes de la chimie verte [1,2].
La présente étude vise à évaluer le potentiel antioxydant des polyphénols extraits des cabosses de cacao (Theobroma cacao), un résidu agricole abondant et sous-valorisé en Côte d'Ivoire, en vue de leur utilisation comme additifs naturels pour la stabilisation oxydative du biodiesel. Les composés phénoliques ont été extraits par macération hydroalcoolique (éthanol/eau, 70/30), conduisant à un rendement d'extraction de 15,07 ± 0,04 %, traduisant une bonne affinité du solvant pour la matrice végétale. Les extraits obtenus présentent des teneurs élevées en polyphénols totaux (47,59 ± 0,45 mg EAG/g), flavonoïdes (54,21 ± 0,25 mg EQ/g) et tanins (20,24 ± 0,04 mg EAT/g), indiquant une richesse phénolique significative. L'activité antioxydante évaluée par le test DPPH révèle une IC_{50} de 5,04 mg/mL.
Bien que cette valeur soit supérieure à celles rapportées pour les antioxydants synthétiques purs, l'analyse comparative avec la littérature montre que les systèmes polyphénoliques complexes peuvent conférer une stabilisation oxydative efficace du biodiesel à des concentrations adaptées, tout en offrant des avantages environnementaux et socio-économiques majeurs [3,4]

Mots-clés : Biodiesel ; antioxydants naturels et synthétiques ; cabosses de cacao ; polyphénols ; stabilité oxydative

Abstract

Oxidative stability remains one of the major technological limitations of biodiesel, mainly due to its high content of unsaturated fatty acids, which promotes auto-oxidation reactions during storage. At the industrial scale, this issue is commonly mitigated through the addition of synthetic antioxidants such as butylated hydroxytoluene (BHT), butylated hydroxyanisole (BHA), and tert-butylhydroquinone (TBHQ). Although effective, these additives raise increasing concerns regarding toxicity, sustainability, and compliance with green chemistry principles [1,2].
This study aims to assess the antioxidant potential of polyphenols extracted from cocoa pod husks (Theobroma cacao), an abundant and under-utilized agricultural residue in Côte d'Ivoire, for their possible application as natural additives in biodiesel oxidative stabilization. Phenolic compounds were extracted by hydroalcoholic maceration (ethanol/water, 70/30), yielding an extraction efficiency of 15.07 ± 0.04%, indicating good solvent affinity for the plant matrix. The resulting extracts exhibited high levels of total polyphenols (47.59 ± 0.45 mg GAE/g), flavonoids (54.21 ± 0.25 mg QE/g), and tannins (20.24 ± 0.04 mg TAE/g), confirming a significant phenolic richness. Antioxidant activity assessed using the DPPH assay showed an IC_{50} of 5.04 mg/mL.
Although this value is higher than those reported for pure synthetic antioxidants, comparative analysis with recent literature indicates that complex polyphenolic systems can provide effective biodiesel oxidative stabilization at appropriate concentrations, while offering substantial environmental and

socio-economic benefits through waste valorization and reduced reliance on petrochemical additives [3,4].

Keywords: Biodiesel; natural and synthetic antioxidants; cocoa pod husks; polyphenols; oxidative stability.

OL.28

Prédiction de la production d'énergie électrique en fonction des saisons de l'année pour la CEET à Lomé au Togo avec la modélisation par ARIMA

Prediction of electricity production according to the seasons of the year for CEET in Lomé, Togo, using ARIMA modeling

Yao BOKOVI[1], bokoviyao@gmail.com ; Eyouléki Tcheyi Gnadi PALANGA[2]; Iparbè KROU[1]

[1] Centre d'Excellence Régional pour la Maîtrise de l'Electricité (CERME), Université de Lomé, Togo

[2] Laboratoire de Recherche en Sciences de l'Ingénieur (LARSI), de l'Ecole Polytechnique de Lomé, Université de Lomé, Togo

Résumé

Cette communication présente les résultats de la modélisation de la production d'énergie électrique de la CEET à Lomé, au Togo, en tenant compte des saisons. L'objectif est d'évaluer les prévisions sur différentes périodes en fonction des saisons. Quatre saisons ont été identifiées : grande saison sèche, grande saison pluvieuse, petite saison sèche et petite saison pluvieuse. Les valeurs d'exploitation de l'année 2021 ont permis de faire l'étude. Une caractérisation mensuelle des données structurées par saison est effectuée. ARIMA est utilisé comme algorithme pour créer les modèles qui sont évalué par des métriques telles que : MAE, MSE, RMSE, et R^2. Les résultats de la caractérisation montrent qu'en saison des pluies, la production reste supérieure à la consommation, tandis que le phénomène inverse est observé en saison sèche. Certains cas particuliers contraires sont aussi observés. La modélisation pour la grande saison pluvieuse donne : MAE = 4,20 ; MSE = 55,35 ; RMSE = 7,54 % et R^2 = 89,73 % puis MAE = 4,59 ; MSE = 56,94 ; RMSE = 7,55 % et R^2 = 89,10 % pour les deux saisons pluvieuses cumulées. Ces résultats sont meilleurs que ceux de l'année donnant : MAE = 5,4 MSE = 94,88 ; RMSE = 9,74 % et R^2 = 88,06 %. En revanche, pour les deux saisons sèches combinées, ils sont légèrement faibles avec : MAE = 6,00 ; MSE = 159,87 ; RMSE = 12,64 % et R^2 = 86,55 %. Des cas isolés contraire sont également observés avec la petite saison pluvieuse qui : MAE = 8,11 ; MSE = 65,82 ; RMSE = 5,82 % et R^2 = 84,58 %. Ce qui peut être due à sa période assez courte. Il s'avère nécessaire d'étendre la période d'étude sans négliger les anomalies climatiques observées dans le monde entier.

Abstract

This paper presents the results of a seasonal model of electricity production at CEET in Lomé, Togo. The objective is to evaluate forecasts over different periods according to the seasons. Four seasons were identified: a long dry season, a long rainy season, a short dry season, and a short rainy season. Operating values from 2021 were used for the study. A monthly characterization of the seasonally structured data was performed. ARIMA was used as the algorithm to create the models, which were evaluated using metrics such as MAE, MSE, RMSE, and R^2. The characterization results show that during the rainy season, production remains higher than consumption, while the opposite is observed during the dry season. Some contrasting cases were also observed. The model for the long rainy season yielded: MAE = 4.20; MSE = 55.35; RMSE = 7.54% and R^2 = 89.73%, then MAE = 4.59; MSE = 56.94; RMSE = 7.55% and R^2 = 89.10% for the two combined rainy seasons. These results are better than those of the previous year, which yielded: MAE = 5.4, MSE = 94.88, RMSE = 9.74%, and R^2 = 88.06%. However, for the two combined dry seasons, the results are slightly lower, with: MAE = 6.00; MSE = 159.87; RMSE = 12.64% and R^2 = 86.55%. Isolated exceptions are also observed with the short rainy season, which yielded: MAE = 8.11; MSE = 65.82; RMSE = 5.82% and R^2 = 84.58%. This may be due to its relatively short duration. It is necessary to extend the study period without neglecting the climatic anomalies observed worldwide.

OL.29

Production d’énergie renouvelable à partir des matières végétales et déchets organiques locaux : bilan énergétique

Production of renewable energy from local plant matter and organic waste: energy balance sheet

Kwamivi Nyonuwosro SEGBEAYA[1], segbeayakwamivinnyo@gmail.com ; M'Ponkrou TAKIN[2]

[1] Laboratoire Chimie Organique et Sciences de l'Environnement (LaCOSE)

[2] Laboratoire Chimie Organique et Sciences de l'Environnement (LaCOSE), Université de Kara, Togo

Résumé

La transition vers des sources d’énergie renouvelables constitue un enjeu crucial face aux défis environnementaux actuels. Dans ce contexte, l’utilisation de matières végétales locales et de déchets organiques apparaît comme une solution prometteuse pour produire de l’énergie durable. Cette étude vise à évaluer le bilan énergétique de la conversion de différentes biomasses biodégradables en énergie exploitable. L’analyse a pris en compte les intrants énergétiques liés à la collecte, au traitement et aux technologies de conversion déterminer à chaque étape, ainsi que les sorties énergétiques obtenues via la digestion anaérobie et la production de bioéthanol obtenu à travers les caractéristiques énergétiques des différents bioéthanols. Les rendements énergétiques ont été évalués en mesurant les pouvoirs calorifiques supérieur (PCS) et inférieur (PCI) à l’aide d’une bombe calorifique. Les résultats montrent que la production de bioéthanol nécessite une énergie totale de 4,258 kWh. Le pouvoir calorifique moyen des substrats étudiés est de 22,982 MJ/L, soit une énergie générée de 6,434 kWh. Le gain énergétique net s’élève ainsi à 2,176 kWh. Ces données suggèrent qu’une valorisation efficace des ressources de biomasse locales peut jouer un rôle clé dans la production d’énergie verte, tout en réduisant les émissions de carbone et en promouvant l’économie circulaire. Néanmoins, pour pérenniser ces systèmes, des politiques publiques adaptées sont indispensables afin de renforcer les infrastructures locales, encourager la participation communautaire et soutenir l’innovation technologique vers une résilience énergétique durable.

Abstract

The transition to renewable energy sources is a pivotal issue in the context of today's environmental challenges. In this context, the utilisation of local plant matter and organic waste emerges as a promising solution for the production of sustainable energy. The objective of this study is to evaluate the energy balance associated with the conversion of various biodegradable biomasses into utilizable energy. The analysis encompassed the energy inputs associated with the collection, processing, and conversion technologies at each stage, along with the energy outputs obtained through anaerobic digestion and bioethanol production, considering the energy characteristics of the various bioethanols. The assessment of energy yields was conducted by measuring the upper (HCV) and lower (LHV) calorific values using a calorific bomb. The results demonstrate that bioethanol production necessitates a total energy input of 4,258 kWh. The average calorific value of the substrates studied was 22.982 MJ/L, giving an energy output of 6.434 kWh. The net energy gain is, therefore, 2.176 kWh. These findings imply that the effective utilisation of local biomass resources can be instrumental in promoting green energy production while concurrently reducing carbon emissions and fostering the principles of a circular economy. However, to ensure the sustainability of these systems, there is a necessity for the implementation of appropriate public policies. Such policies would need to focus on the strengthening of local infrastructure, the encouragement of community participation, and the provision of support for technological innovation in the field of sustainable energy resilience.

OL.30

Proposition d’une Architecture Intelligente Econome de Supervision des Paramètres Météorologiques et Energétiques d’une Installation Solaire Photovoltaïque

Proposal of an Intelligent Energy-Efficient Architecture for Meteorological and Energy Parameters Monitoring of a Solar Energy Installation

Nankeng Serge TAPIGUE[1], serge.tapigue@gmail.com ; Konan Jean Aurélien KOUAKOU[2]

[1] Laboratoire de technologie, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

[2] Cabinet EMERAUDE, Côte d'Ivoire

Résumé

L'accès universel à une énergie fiable et durable constitue l'un des défis majeurs du XXIe siècle, et tout particulièrement dans les régions subsahariennes. Dans ce contexte, la transition énergétique constitue aujourd’hui l’épine dorsale des stratégies de développement durable visant à concilier croissance économique, sécurité énergétique et réduction des impacts environnementaux face aux nombreux défis tels la croissance démographique, l’urbanisation accélérée et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

La Côte d’Ivoire s’inscrit dans cette dynamique en investissant durablement dans l’énergie solaire. Cependant, la performance de ces installations est intrinsèquement liée à la variabilité des conditions météorologiques, telles que l'irradiation solaire, la température ambiante, le taux d’humidité, la vitesse du vent, etc. La gestion conventionnelle de ces systèmes, souvent basée sur une maintenance curative ou des inspections manuelles, s'avère insuffisante pour garantir une efficacité optimale sur le long terme. L'absence de données précises et corrélées en temps réel limite la capacité des exploitants à anticiper les baisses de production et à optimiser les interventions de maintenance.

Dans cette étude, un dispositif de supervision en temps réel des données climatiques et énergétiques a été mis en place, en veillant dans sa conception, à son optimisation énergétique. Ce dispositif a tout d’abord nécessité le développement d’une architecture hybride de télécommunication pour la transmission à distance des données. Puis un dispositif de collecte des données à base d’équipements connectés, a été développé pour la récupération des différents paramètres pertinents de l’installation solaire, ces données devant alimenter la base de données d’apprentissage d’une future IA. Une IHM permettant la visualisation et optimisant par la même occasion la prise de décision sur des opérations de maintenance à effectuer sur le système photovoltaïque, a été développée.

Abstract

Universal access to reliable and sustainable energy is one of the major challenges of the 21st century, particularly in sub-Saharan Africa. In this context, the energy transition is now the backbone of sustainable development strategies aimed at reconciling economic growth, energy security, and the reduction of environmental impacts when facing numerous challenges such as population growth, rapid urbanization, and the need to reduce greenhouse gas emissions.

Côte d'Ivoire is part of this dynamic by making long-term investments in solar energy. However, performances of these installations is intrinsically linked to the variability of weather conditions, such as solar irradiance, ambient temperature, humidity, wind speed, etc. Conventional management of these systems, often based on reactive maintenance (curative maintenance) or manual inspections, proves insufficient to guarantee optimal long-term efficiency. The lack of precise and correlated real-time data limits operators' ability to anticipate production drops and optimize maintenance interventions.

In this study, a real-time monitoring system for climate and energy data was implemented, with energy optimization as a priority in its design. This system initially required the development of a hybrid

telecommunications architecture for remote data transmission. Subsequently, a data collection system based on connected equipment was developed to retrieve the various relevant parameters of the solar installation. This data will feed into the training database of a future AI. A user interface (HMI) was also developed to visualize and optimize decision-making regarding maintenance operations to be performed on the photovoltaic system.

OL.31

REALISATION D'UN ELECTROLYSEUR DE PRODUCTION D'HIDROGENE

CONSTRUCTION OF A HYDROGEN PRODUCTION ELECTROLYSER

Tolègbé. Lansoudé EDAH[1], etolistie@yahoo.fr ; Coffi Wilfrid ADIHOU[2]; Edmond Claude VODOUNNOU[1]; Comlan Aristide HOUNGAN[3]; Malahimi ANJORIN[1]; Djromahouton Odélien ASSOGBA[1]

[1] LEMA/EPAC/UAC BEININ

[2] LEMA/EPAC/UAC BEININ et LARPET/ENSET/UNSTIM

[3] LARPET/ENSET/UNSTIM BENIN

Résumé

Cette étude est axée sur la réalisation d'un électrolyseur pour la production d'hydrogène. La production de dihydrogènes dans les pays sous-développés ou en voie de développement connais assez d'obstacles dont l'un se trouve au niveau de la disponibilité de l'électrolyseur. Ces travaux ont pour but de réaliser un électrolyseur avec des matériaux localement disponible. Pour ce faire, après étude de chaque composant de l'électrolyseur, les différents matériaux ont été identifiés tels que des tôles de 1,5mm en acier inoxydable pour les plaques actives et neutres du générateur, des vis M8 et des écrous M6 en acier inoxydable pour l'assemblage, un tuyau en acier inoxydable de diamètre 200 mm et d'épaisseur 2 mm servant de réservoir, des joint d'étanchéités en métalloplastique, le filtre ou barboteur en plastique dure (épaisseur 2 mm) hermétiquement fermé, les raccords de refoulement et d'évacuation de l'hydrogène en plastique transparent, les câbles de connexion électrique en cuivre de section 6mm2. L'électrolyseur réalisé a été utilisé pour la production de l'hydrogène à base de la solution de KOH. Les résultats obtenus ont été comparer avec ceux de Namah Saleh et Mousa May dans la littérature afin de se rassurer du bon fonctionnement du dispositif.

Abstract

This study focuses on the development of an electrolyzer for hydrogen production. Hydrogen production in underdeveloped or developing countries faces numerous obstacles, one of which is the limited availability of electrolyzers. The aim of this work is to construct an electrolyzer using locally available materials. To this end, after studying each component of the electrolyzer, the following materials were identified: 1.5 mm thick stainless steel sheets for the active and neutral plates of the generator, M8 screws and M6 stainless steel nuts for assembly, a 200 mm diameter, 2 mm thick stainless steel pipe serving as a reservoir, metal-plastic seals, a hermetically sealed hard plastic filter or bubbler (2 mm thick), transparent plastic hydrogen discharge and outlet fittings, and 6 mm² copper electrical connection cables. The electrolyzer that was built was used to produce hydrogen from the KOH solution. The results obtained were compared with those of Namah Saleh and Mousa May in the literature to confirm the proper functioning of the device

OL.32

Simulation à l'aide du logiciel SCAPS d'une cellule solaire à hétérojonction utilisant le CdTe/pérovskite ($CH_3NH_3SnI_3$) comme matériaux actifs

Simulation using SCAPS software of a heterojunction solar cell using CdTe/perovskite ($CH_3NH_3SnI_3$) as active materials

Souleymane TUO[1], souleymane.tuo@univ-man.edu.ci ; Boris Lezie IRIE-BI[2]; Sampson OYEDELE[3]

[1] Département de Physique, Université de Man, Côte d'Ivoire

[2] Département de Chimie, Université de Man, Côte d'Ivoire

[3] Département de Mathématique, Physique et Informatique, Université Nagui Abrogoua

Résumé

Identifier des alternatives efficaces et écologiquement durables au silicium reste un défi majeur pour les technologies photovoltaïques de nouvelle génération. Parmi les candidats émergents, les matériaux pérovskites ont suscité un intérêt considérable en raison de leurs propriétés optoélectroniques favorables et de leur traitement à basse température. Dans ce travail, une cellule solaire hétérojonction innovante CdS/CdTe/$CH_3NH_3SnI_3$/Spiro-OMeTAD est étudiée à l'aide de simulations numériques réalisées avec le logiciel SCAPS-1D. La bicouche CdTe/$CH_3NH_3SnI_3$ agit comme région active à double absorption, tandis que le CdS et le Spiro-OMeTAD servent respectivement de couches de transport d'électrons et de trous. Une analyse paramétrique systématique est effectuée afin d'évaluer l'influence de l'épaisseur de l'absorbeur, de la concentration de dopage, de la densité des défauts et de la température de fonctionnement sur les performances du dispositif. Les résultats de la simulation indiquent qu'un alignement énergétique approprié entre les couches de CdTe et de $CH_3NH_3SnI_3$, combiné à des paramètres optoélectroniques optimisés, peut améliorer considérablement la séparation des charges et réduire les pertes par recombinaison. Dans des conditions optimisées et idéales, le dispositif proposé présente une tension en circuit ouvert de 1,185 V, une densité de courant de court-circuit de 34,78 mA cm^{-2}, un facteur de remplissage de 81,44 % et un rendement de conversion énergétique de 33,58 %.

Ces valeurs de performance doivent être interprétées comme une limite supérieure théorique dérivée d'hypothèses de modélisation numérique. Néanmoins, les tendances observées soulignent le potentiel de la combinaison du CdTe et des pérovskites à base d'étain sans plomb dans une architecture à hétérojonction à double absorbeur. Cette étude fournit des directives de conception utiles pour le développement de cellules solaires à couche mince à haut rendement et sans plomb, et peut servir de référence pour de futures recherches expérimentales.

Abstract

Identifying efficient and environmentally sustainable alternatives to silicon remains a major challenge for next-generation photovoltaic technologies. Among emerging candidates, perovskite materials have attracted considerable attention due to their favorable optoelectronic properties and low-temperature processing. In this work, an innovative CdS/CdTe/$CH_3NH_3SnI_3$/Spiro-OMeTAD heterojunction solar cell is investigated using numerical simulations performed with the SCAPS-1D software. The CdTe/$CH_3NH_3SnI_3$ bilayer acts as the dual-absorber active region, while CdS and Spiro-OMeTAD serve as the electron and hole transport layers, respectively.

A systematic parametric analysis is carried out to evaluate the influence of absorber thickness, doping concentration, defect density, and operating temperature on device performance. The simulation results indicate that an appropriate energetic alignment between the CdTe and $CH_3NH_3SnI_3$ layers, combined with optimized optoelectronic parameters, can significantly enhance charge separation and reduce recombination losses. Under optimized and idealized conditions, the proposed device exhibits an open-circuit voltage of 1.185 V, a short-circuit current density of 34.78 mA cm^{-2}, a fill factor of 81.44%, and a power conversion efficiency of 33.58%.

These performance values should be interpreted as a theoretical upper limit derived from numerical modeling assumptions. Nevertheless, the observed trends highlight the potential of combining CdTe with lead-free tin-based perovskites in a dual-absorber heterojunction architecture. This study provides

useful design guidelines for the development of high-efficiency, lead-free thin-film solar cells and may serve as a reference for future experimental investigations.

OL.33

Synthèse, caractérisation structurale et étude DFT d'une pérovskite hybride 0D sans plomb pour des applications énergétiques durables

Synthesis, Structural Characterization and DFT Investigation of a Lead-Free 0D Hybrid Perovskite for Sustainable Energy Applications

Pakidame BOUNDJA[1], boundjapakidame0@gmail.com ; Ayi Djifa HOUNSI[2]; Nicolas CLAISER[3]; Emmanuel WENGER[3]; Milohum Mikesokpo DZAGLI[4]; Claude LECOMTE[3]

[1] Physique-LPMCS, CERME, Université de Lomé, TOGO

[2] Physique-LPMCS, Université de Lomé, Togo

[3] CRM2, Université de Lorraine, France

[4] Physique-LPMCS,CERME, Université de Lomé, Togo

Résumé

La croissance rapide de la demande énergétique en Afrique, combinée aux effets du changement climatique et à l'accès limité à une électricité fiable, souligne l'urgence de développer des technologies énergétiques durables, abordables et adaptées aux réalités locales. Dans ce contexte, la mise au point de matériaux fonctionnels avancés pour les applications optoélectroniques et photovoltaïques joue un rôle clé dans l'atteinte de la résilience énergétique et de l'autonomie scientifique. Parmi ces matériaux, les pérovskites hybrides se distinguent par leurs remarquables propriétés optoélectroniques, tandis que les pérovskites hybrides zéro-dimensionnelles (0D) offrent une stabilité structurale accrue, un fort confinement quantique et une toxicité réduite lorsqu'elles sont conçues sans plomb.

Dans ce travail, nous rapportons la synthèse, la caractérisation structurale, l'analyse de surface d'Hirshfeld et les investigations par la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) d'une pérovskite hybride 0D sans plomb, $(C_6H_{14}N_2)ZnBr_4$. Le composé a été synthétisé par la méthode d'évaporation lente. La diffraction des rayons X sur monocristal révèle qu'il cristallise dans le système monoclinique, groupe d'espace centrosymétrique $P2_1/c$. La structure est constituée de tétraèdres isolés $ZnBr_4$ séparés par des cations organiques, confirmant ainsi sa nature zéro dimensionnelle.

L'analyse de surface de Hirshfeld met en évidence le rôle dominant des interactions H···Br/Br···H dans la stabilisation de l'empilement cristallin. Afin de mieux comprendre les propriétés électroniques, des calculs DFT ont été réalisés. La structure de bande et la densité d'états révèlent un large gap de 6,4351 eV, caractéristique d'un fort confinement électronique propre aux systèmes 0D.

Cette étude expérimentale et théorique combinée contribue à la conception de matériaux respectueux de l'environnement pour des applications énergétiques durables. Elle s'inscrit dans la vision d'une Afrique résiliente, innovante et scientifiquement autonome face aux défis énergétiques mondiaux.

Abstract

The rapid growth of energy demand in Africa, combined with climate change and limited access to reliable electricity, highlights the urgent need for sustainable, affordable, and locally adaptable energy technologies. In this context, the development of advanced functional materials for optoelectronic and photovoltaic applications plays a crucial role in achieving energy resilience and scientific autonomy. Among these materials, hybrid perovskites have emerged as promising candidates due to their remarkable optoelectronic properties, while zero-dimensional (0D) hybrid perovskites offer enhanced structural stability, strong quantum confinement, and reduced toxicity when designed without lead.

In this work, we report the synthesis, structural characterization, Hirshfeld surface analysis, and density functional theory (DFT) investigation of a lead-free 0D hybrid perovskite, $(C_6H_{14}N_2)ZnBr4$. The compound was synthesized using a slow evaporation method. Single-crystal X-ray diffraction reveals that it crystallizes in the monoclinic system with the centrosymmetric space group $P2_1/c$. The structure is composed of isolated ZnBr4 tetrahedra separated by organic cations, confirming its zero-dimensional nature.

Hirshfeld surface analysis highlights the dominant role of H···Br/Br···H interactions in stabilizing the crystal packing. To gain insight into the electronic properties, DFT calculations were performed. The band structure and density of states reveal a wide bandgap of 6.4351 eV, characteristic of strong

electronic confinement in 0D systems.
This combined experimental and theoretical study contributes to the design of environmentally friendly materials for sustainable energy related applications. It aligns with the vision of an Africa that is resilient, innovative, and scientifically empowered through locally driven research addressing global energy challenges.

OL.34

Transition énergétique, urbanisation et durabilité environnementale : Quelle implication pour une transformation structurelle durable dans les économies MINT.

Energy Transition, Urbanization, and Environmental Sustainability: Implications for Sustainable Structural Transformation in MINT Economies

Bédi Guy Hervé DRAMA, guyhervedrama@gmail.com

Université Peleforo Gon Coulibaly (Korhogo), Cote d'Ivoire

Résumé

Cette recherche examine les dynamiques complexes entre les émissions de dioxyde de carbone, la consommation d'énergies renouvelables et l'urbanisation au sein des économies MINT (Mexique, Indonésie, Nigeria, Turquie) durant la période 1991-2022. En mobilisant une méthodologie de régression quantile en panel avec effets fixes, l'étude révèle des patterns hétérogènes significatifs selon les niveaux d'émissions et de développement. Les résultats démontrent que l'expansion des énergies renouvelables exerce un effet réducteur robuste sur les émissions carbonées à travers l'ensemble de la distribution. L'urbanisation manifeste un impact environnemental nuancé, contribuant à la réduction des émissions aux quantiles inférieurs et intermédiaires, tout en perdant sa significativité aux niveaux d'émissions les plus élevés. Ces constats suggèrent l'existence de trajectoires différenciées de transformation structurelle nécessitant des politiques environnementales calibrées selon les contextes nationaux spécifiques.

Abstract

This study examines the complex dynamics between carbon dioxide emissions, renewable energy consumption, and urbanization in MINT economies (Mexico, Indonesia, Nigeria, and Turkey) over the period 1991–2022. Employing a panel quantile regression methodology with fixed effects, the analysis reveals significant heterogeneous patterns across different levels of emissions and stages of development. The results indicate that the expansion of renewable energy consumption exerts a robust mitigating effect on carbon emissions across the entire conditional distribution. Urbanization exhibits a nuanced environmental impact, contributing to emission reductions at lower and intermediate quantiles, while losing statistical significance at the highest emission levels. These findings suggest the existence of differentiated structural transformation trajectories, calling for environmental and energy policies tailored to country-specific contexts and developmental stages.

OL.35

Vérification de l'effet d'un prétraitement thermique par séchage sur les biomasses de riz pour une production de biogaz

Assessment of the effect of thermal pretreatment by drying on rice biomass for biogas production

Binta NIOME[1], binta.niome23@inphb.ci ; Ekoun Paul Magloire KOFFI[2]; Baba NGOM[3]

[1] Institut National Polytechnique Félix Houphouët BOIGNY (INP-HB) et Ecole Polytechnique de Thiès (EPT)

[2] Institut National Polytechnique Félix Houphouët BOIGNY (INP-HB), Yamoussoukro, BP : 1093, Côte d'Ivoire

[3] Ecole Polytechnique de Thiès (EPT), BP : A10 THIES, Sénégal

Résumé

Le Sénégal, grand producteur et consommateur de riz en Afrique de l'Ouest, sa production est estimée à 2,053 millions tonnes de riz paddy en 2025. Cette production engendre une importante quantité de déchets difficiles à gérer. Actuellement, les riziculteurs les éliminent par enfouissement ou incinération. Des pratiques qui entraînent des émissions de gaz à effet de serre, nuisent à la santé publique et dégradent la qualité des sols.
Cette étude vise à valoriser énergétiquement des biomasses issues du riz au Sénégal par transformation biochimique, dans une optique de lutte contre le changement climatique. En raison de leur nature lignocellulosique et de leur forte récalcitrance, ces résidus nécessitent un prétraitement afin d'améliorer leur biodégradabilité. Un broyage mécanique est d'abord réalisé pour réduire la taille des particules, suivi d'un prétraitement thermique par séchage visant à optimiser la transformation biochimique. Les biomasses étudiées sont la paille, la balle, le son et la poudre de riz.
Afin d'évaluer l'effet du prétraitement thermique sur ces biomasses, une caractérisation physico-chimique a été réalisée avant et après le séchage. Celle-ci a permis d'effectuer l'analyse immédiate selon les méthodes ASTM, d'identifier les groupes fonctionnels par FTIR, et de caractériser la topographie et la morphologie par microscopie électronique à balayage (MEB), couplée à une analyse EDX pour déterminer la composition élémentaire de chaque biomasse.
Les résultats obtenus ont montré que plus le produit est fin plus le séchage est efficace car les échantillons de la poudre et du son ont donné plus de différences significatives que la paille et la balle de riz. En plus ? ces deux biomasses de faibles granulométries ont montré qu'elles seront plus biodégradables. Ainsi, cette étude, qui favorise un prétraitement thermique économe et soucieux de notre environnement, met en lumière une comparaison globale d'un ensemble de biomasses retrouvé dans les rizeries au Sénégal.

Abstract

Senegal, a major producer and consumer of rice in West Africa, is expected to produce approximately 2.053 million tonnes of paddy rice in 2025. This production generates a large amount of waste that is difficult to manage. Currently, rice farmers dispose of these residues through landfilling or open burning, practices that lead to greenhouse gas emissions, pose risks to public health, and degrade soil quality.

This study aims to promote the energy recovery of rice-derived biomasses in Senegal through biochemical conversion, as part of efforts to combat climate change. Due to their lignocellulosic nature and high recalcitrance, these residues require pretreatment to enhance their biodegradability. Mechanical grinding is first applied to reduce particle size, followed by thermal pretreatment through drying in order to optimize biochemical transformation. The biomasses investigated include rice straw, husk, bran, and rice powder.

To assess the effect of thermal pretreatment on these biomasses, physicochemical characterization was carried out before and after drying. This characterization included proximate analysis according to

ASTM methods, identification of functional groups using FTIR, and analysis of surface topology and morphology by scanning electron microscopy (SEM), coupled with EDX analysis to determine the elemental composition of each biomass.

The results showed that the finer the material, the more effective the drying process, as rice powder and bran exhibited more significant changes compared to rice straw and husk. Moreover, these two low-granulometry biomasses demonstrated higher potential biodegradability. Consequently, this study—promoting an environmentally friendly and cost-effective thermal pretreatment—highlights a comprehensive comparison of various rice-derived biomasses commonly found in rice mills in Senegal.

P.1

Optimisation théorique des cellules solaires kësterite sans Cd à structure Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo (X = Zn, Mn) avec 30,53 % d'efficacité énergétique

Theoretical optimisation of Cd-free kesterite solar cells with Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo structure (X = Zn, Mn) with 30.53% energy efficiency

Mondjou Georges Constant BEH[1], mondjou.beh22@inphb.ci ; Fransisco Kouadio KONAN[2]; Bouchaib HARTITI[3]; Cisse Théodore HABA[1]; Ahmed ZITI[3]; Abdelkrim BATAN[4]; Philippe THEVENIN[5]

[1] INP-HB, Unité Mixte de Recherche en Science et Technique de l'Ingénieur, LIEESE (Laboratoire d'Ingénierie Électronique, d'Électricité et des Systèmes Embarqués), BP 1093 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

[2] Ecole Normale Supérieure (ENS) Abidjan, Département des Sciences et Technologies

[3] Laboratoire de Mathématiques et Sciences Physiques Appliquées aux Sciences de l'Ingénieur (MSPASI), FSTM, Universite Hassan II de Casablanca (UH2C), BP 146 Mohammedia 20650

[4] IMERN Laboratory, SME2D Team, FST Errachidia, University Moulay Ismail of Meknès, BP 509 Boutalamine, Errachidia 52000, Morocco

[5] MOPS laboratory, University of Lorraine, Centrale Supelec - 2, rue E. Belin B.P. 57070, Metz, France

Résumé

Face à la crise énergétique mondiale et aux enjeux du changement climatique, les énergies renouvelables, et particulièrement l'énergie solaire, apparaissent comme une solution alternative et stratégique pour un développement durable. Cependant, l'évolution des technologies photovoltaïques à couches minces reste freinée par le coût élevé et la toxicité de certains matériaux conventionnels. Dans ce contexte, les matériaux de type kësterite quaternaire CXTS (X = Zn, Mn), se démarquent comme étant des couches absorbantes prometteuses grâce à leur abondance, non-toxicité et propriétés optoélectroniques adaptées à la conversion photovoltaïque. En effet, l'un des principaux défis est la substitution des couches minces tampon CdS par de nouvelles couches minces tampon sans le cadmium (Cd). L'objectif de ce travail est d'optimiser des cellules solaires kësterite sans Cd à structure Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo (X = Zn, Mn) avec différentes couches absorbantes CZTS (Cu_2ZnSnS_4), CMTS (Cu_2MnSnS_4) et un empilement séquentiel CZTS/CMTS. L'optimisation numérique porte sur plusieurs paramètres clés, notamment l'épaisseur, la densité des défauts, la concentration de dopage et l'affinité électronique. Les résultats de l'étude caractérisation numérique avec l'introduction de ZnSnO en remplacement du CdS dans les hétérojonctions optimisées CZTS/CMTS montrent un rendement meilleur de 30,53 %, une tension en circuit ouvert de 0,99 V, une densité de courant de 35 mA/cm² et un facteur de remplissage de 87 %. Ces résultats démontrent le potentiel des cellules solaires à couches minces CXTS sans Cd comme vecteur émergent de production d'énergie solaire propre, écologique, efficace et durable.

Abstract

Faced with the global energy crisis and the challenges of climate change, renewable energies, and solar energy in particular, are emerging as a strategic alternative solution for sustainable development. However, the development of thin-film photovoltaic technologies remains hampered by the high cost and toxicity of certain conventional materials. In this context, CXTS (X = Zn, Mn) quaternary kysterite-type materials stand out as promising absorbing layers thanks to their abundance, non-toxicity and optoelectronic properties suitable for photovoltaic conversion. Indeed, one of the main challenges is the substitution of CdS buffer films by new cadmium (Cd)-free buffer films. The aim of this work is to optimise Cd-free kesterite solar cells with an Al-ZnO/i-ZnO/ZnSnO/CXTS/Mo structure (X = Zn, Mn) with different absorber layers CZTS (Cu_2ZnSnS_4), CMTS (Cu_2MnSnS_4) and a sequential CZTS/CMTS stack. Numerical optimisation focuses on several key parameters, including thickness, defect density, doping concentration and electron affinity. The results of the numerical characterisation study with the introduction of ZnSnO as a replacement for CdS in the optimised CZTS/CMTS heterojunctions show an improved efficiency of 30.53%, an open circuit voltage of 0.99 V, a current density of 35 mA/cm² and a fill factor of 87%. These results demonstrate the potential of Cd-free CXTS thin-film solar cells as an

emerging vehicle for clean, green, efficient and sustainable solar power generation.

P.2

Potentiel photovoltaïque (PV) de l'Ouest montagneux de la Côte d'Ivoire : modélisation et comparaison de trois technologies

Photovoltaic (PV) potential in the mountainous West of Côte d'Ivoire: modeling and comparison of three technologies

Fransisco Konan[1], kfransisco@gmail.com ; Bouchaib Hartiti[2]; Kouakou Koffi[3]; Abdelkrim Batan[4]; Philippe Thevenin[5]; Boko Aka[3]

[1] Ecole Normale Supérieure (ENS) Abidjan, Département des Sciences et Technologies, Laboratoire des Sciences Physiques Fondamentales et Appliquées, Equipe de recherche : Sol-gel, Matériaux, Energies Renouvelables et Environnement, 08 BP 10 Abidjan 08, Côte

[2] Laboratoire de Mathématiques et Sciences Physiques Appliquées aux Sciences de l'Ingénieur (MSPASI), FSTM, Hassan II, University of Casablanca (UH2C) BP 146 Mohammedia 20650, Morocco

[3] Université Nangui Abrogoua, Laboratoire d'Energie Solaire et de Nanotechnologie (LESN) – IREN (Institut de Recherches sur les Energies Nouvelles), 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

[4] FST Errachidia, Equipe Sciences des Materiaux, University Moulay Ismail of Meknes, BP 509 Boutalamine 52000 Errachidia, Morocco

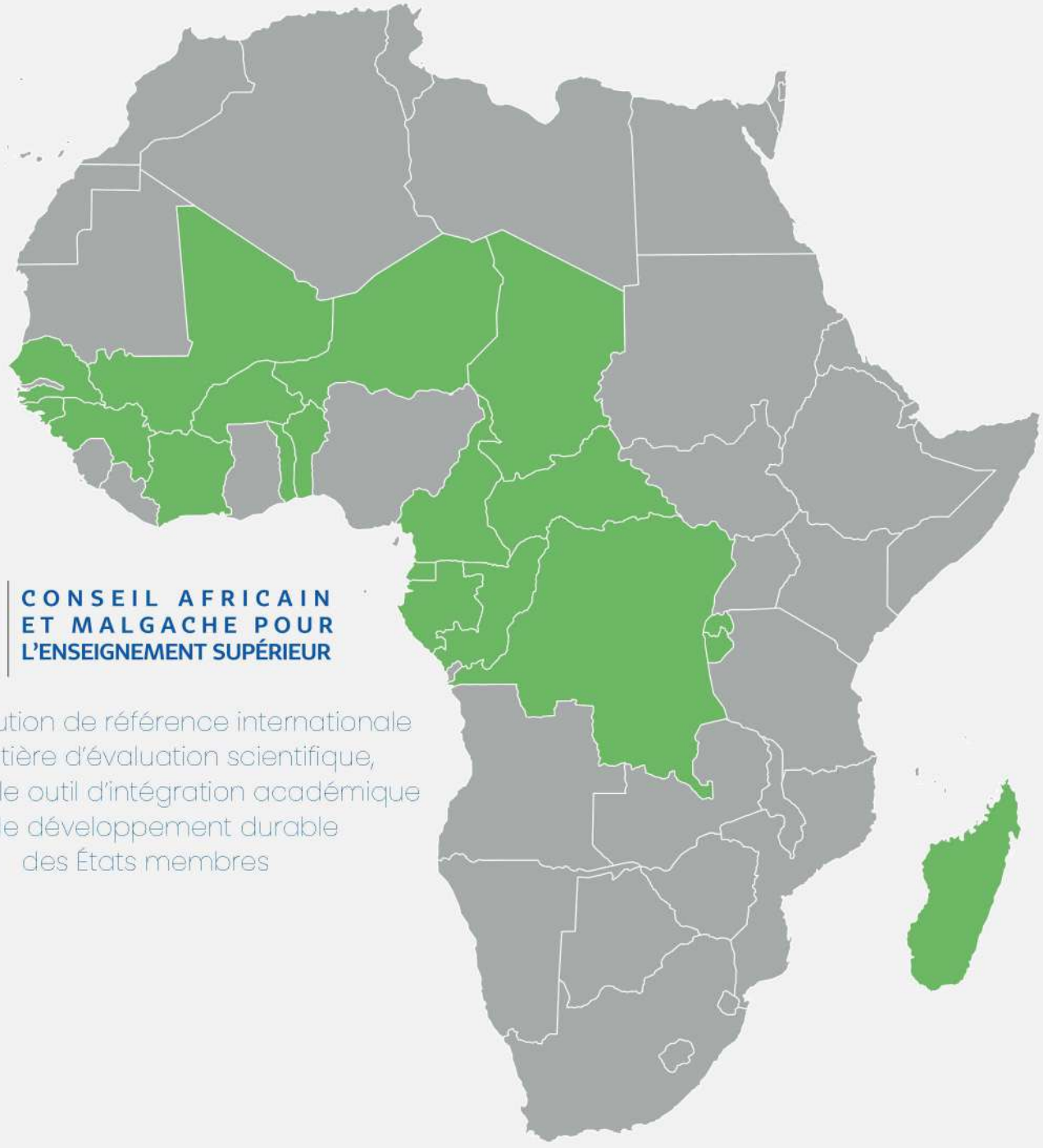
[5] MOPS laboratory, University of Lorraine, Centrale Supelec - 2, rue E. Belin B.P. 57070, Metz, France

Résumé

Dans le cadre de la transition énergétique en Afrique de l'Ouest, cette recherche fournit des données précises pour guider le déploiement stratégique de centrales solaires en Côte d'Ivoire. Elle évalue les performances énergétiques de trois technologies photovoltaïques (silicium amorphe, monocristallin et polycristallin) dans neuf localités de l'Ouest montagneux de la Côte d'Ivoire, situées le long d'un axe Sud-Ouest–Nord-Ouest autour de la longitude 7,5° Ouest. À l'aide de simulations haute-fidélité réalisées avec PVSyst et Meteonorm, nous analysons des indicateurs clés tels que la productivité finale (Yf), le ratio de performance (PR), la densité annuelle d'énergie (AED) et la production annuelle d'énergie (Eac). Les résultats montrent une augmentation quasi linéaire de la production avec la latitude et l'altitude, avec un gain de près de 610 kWh/an entre Tabou (22 m) et Odienné (428 m). Le monocristallin affiche une légère supériorité, mais le polycristallin se distingue par un rapport coût-performance optimal. Le silicium amorphe, bien que moins performant en zone côtière, voit son écart se réduire à moins de 5 % en altitude, grâce à sa moindre sensibilité thermique. Des régressions quadratiques basées uniquement sur la latitude permettent de prédire la production annuelle avec une erreur moyenne inférieure à 0,5 %. Ces résultats offrent un outil robuste pour la planification énergétique durable dans les régions montagneuses tropicales et soutiennent directement les objectifs nationaux de décarbonation (PANER) et les ODD 7 (énergie propre) et 13 (climat).

Abstract

In the context of the energy transition in West Africa, this research provides precise data to guide the strategic deployment of solar power plants in Côte d'Ivoire. It evaluates the energy performance of three photovoltaic technologies (amorphous silicon, monocrystalline, and polycrystalline) in nine localities in the mountainous west of Côte d'Ivoire, located along a Southwest–Northwest axis around the longitude 7.5° West. Using high-fidelity simulations conducted with PVSyst and Meteonorm, we analyse key indicators such as final productivity (Yf), performance ratio (PR), annual energy density (AED), and annual energy production (Eac). The results show an almost linear increase in production with latitude and altitude, with a gain of nearly 610 kWh/year between Tabou (22 m) and Odienné (428 m). The monocrystalline shows a slight superiority, but the polycrystalline stands out for its optimal cost-performance ratio. Amorphous silicon, although less efficient in coastal areas, sees its gap reduced to less than 5% at higher altitudes, thanks to its lower thermal sensitivity. Quadratic regressions based solely on latitude allow for the prediction of annual production with an average error of less than 0.5%. These results offer a robust tool for sustainable energy planning in tropical mountainous regions and directly support national decarbonisation goals (PANER) and SDGs 7 (clean energy) and 13 (climate).



CONSEIL AFRICAIN ET MALGACHE POUR L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Une Institution de référence internationale
en matière d'évaluation scientifique,
un véritable outil d'intégration académique
et de développement durable
des États membres

1200 Logements, Ouagadougou, Burkina Faso
01 BP 134 Ouagadougou 01
Tél. : (+226) 25 36 81 46
E-mail : cames@lecames.org
Site web : https://www.lecames.org