



**HAL**  
open science

## Actes de la 6e conférence ANSOLE au Cameroun (ANSOLECAM 2019) : “ Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique ”

Martin Kamta, César Kapseu, Emmanuel Nso Jong, Claude Vidal Aloyem  
Kaze, Daniel Ayuk Mbi Egbe

### ► To cite this version:

Martin Kamta, César Kapseu, Emmanuel Nso Jong, Claude Vidal Aloyem Kaze, Daniel Ayuk Mbi Egbe (Dir.). Actes de la 6e conférence ANSOLE au Cameroun (ANSOLECAM 2019): “ Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique ”. 2019. hal-02435680

**HAL Id: hal-02435680**

**<https://auf.hal.science/hal-02435680>**

Submitted on 11 Jan 2020

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

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



# ACTES DE LA 6<sup>E</sup> CONFÉRENCE ANSOLE AU CAMEROUN (ANSOLECAM 2019)

**Thème : « Energies Renouvelables pour la  
Sécurité Energétique en Afrique »**

**EDITEURS SCIENTIFIQUES :**

**Martin KAMTA, César KAPSEU, Emmanuel JONG NSO, Claude Vidal  
ALOYEM KAZE, Daniel Ayuk Mbi EGBE**

*Sous le haut Patronage de Pr UPHIE CHINJE Melo, Recteur de  
l'Université de Ngaoundere, Cameroun*

*Préface de Pr UPHIE CHINJE Melo*

*Du 14 au 15 Octobre 2019,  
A l'ENSAI de l'Université de  
Ngaoundere, Cameroun*



## AUTRES OUVRAGES PRODUITS PAR LES AUTEURS

---

1. **KAPSEU C.**, Noël DJONGYANG, George ELAMBO NKENG, Maturin PETSOKO et **Daniel AYUK MBI EGBE**, **Énergies renouvelables en Afrique subsaharienne**, Université de Ngaoundéré, Cameroun, ISBN : 978-2-296-99102-6, 209 pages, (Préface : Pr. Jacques FAME NDONGO, Postface : Pr. Samuel DOMNGANG).
2. **KAPSEU C.**, Carl MBOFUNG et Paul H. AMVAM ZOLLO (2008) ; **Actes de la conférence internationale « Développement de l'agroalimentaire et création des richesses »**, Université de Ngaoundéré, Cameroun, 480 pages.
3. **KAPSEU C.**, C.F. ABI, **Guide pratique du séchage industriel de MUJUNDAR : Principes, équipements et nouveaux développements**. Juillet 2010, ISBN 974-85913-9-5, Presses de Galma (Imprimerie du Soleil), Yaoundé, Cameroun, 218 pages.
4. **KAPSEU C.**, J. NGANHOU, J. BOUDRANT, J. CROUZET, (2002) **Actes du Séminaire d'Animation Régionale du Réseau des Chercheurs Génie des Procédés appliqué à l'Agro-alimentaire** de l'Agence Universitaire de la Francophonie, Yaoundé, Cameroun, 416 pages.
5. KENGUE J., **KAPSEU C.** et KAYEM G.J. (2002) ; **Actes du 3ème Séminaire International sur la valorisation du Safoutier et autres oléagineux non conventionnels**, Yaoundé, Cameroun, Presses Universitaires d'Afrique.
6. **KAPSEU C.** et KAYEM J. (2000) ; **Actes du séminaire International sur le séchage et sur la valorisation du karité et de l'aiélé**, Yaoundé, Cameroun, Presses Universitaires de Yaoundé, 463 pages, ISBN 2-911541-10-3.
7. **KAPSEU C.** et KAYEM G. J. (1998) ; **Actes du 2ème Séminaire International sur la valorisation du Safoutier et autres oléagineux non conventionnels**, Yaoundé, Cameroun, Presses Universitaires de Yaoundé, 444 pages.
8. **KAPSEU C.**, ALI Ahmed, GHOGOMU Paul Mingo, MBOFUNG Carl, NDONG Guy Martial Essengue, **Sucreries de canne à sucre en Afrique subsaharienne : procédés et métiers**, Harmattan Paris et Cameroun. 2014, 279 pages Préface de Louis Yinda et Postface de Amvam Zollo Paul Henri (ISBN : 978-2-343-04564-1) (27 Euros).
9. « **Jeunes, Energies propres** » FORCE Eric et **KAPSEU César** (sous la supervision de), livret, Ambassade de France, 2012 (année Internationale des Energies Renouvelables, 47 pages.
10. **KAPSEU C.**, NZIE W., **NSO E.**, SIELIECHI J., NGOMO H. **Actes du colloque international sur la biodiversité et changements globaux : valorisation des effluents des industries, des résidus agro-pastoraux et forestiers**, Université de Ngaoundéré, Cameroun (éditeurs :) Imprimerie : Ets Tifanie&Nanomie, Yaoundé Cameroun ; 449 pages. (40000 FCFA) Numéro(s) ISBN :978-98-56-485-00-4

**Photographie de la 1ère de couverture :** Vue panoramique de l'entrée principale de l'ENSAI de l'Université de Ngaoundéré.

© CAMREN & WAPEA, Decembre 2019

Univerité de Ngaoundéré

BP. 455 Ngaoundéré, Cameroun

<http://www.univ-dere.cm>

ISBN : 978-9956-485-01-7

## PREFACE

Avec une vision partagée, stimulante et porteuse d'avenir qui mobilise les membres de la communauté universitaire, l'Université de Ngaoundéré (UN) compte devenir l'une des meilleures universités en Afrique Centrale.

Pour matérialiser ses valeurs sous forme d'objectifs, de programmes, d'actions et d'activités finalités, l'UN se fixe des missions fondamentales parmi lesquelles on retiendra les principales qui sont :

- Définir, développer et consolider des domaines de recherche et de formation aux frontières des disciplines et des connaissances actuelles.
- Assurer un enseignement et une recherche qui la placent au niveau des meilleures universités africaines.
- Identifier, dans un processus continu et selon des critères partagés par la t
- Former les personnels de haut niveau, scientifiquement et techniquement qualifiés, adaptés au contexte africain et du monde contemporain, conscients de leurs responsabilités vis-à-vis de leurs peuples et capables de les servir avec dévouement ;
- Développer la Recherche dans toutes les disciplines de la Science, de la Technique et de la Culture;
- Mobiliser l'ensemble des ressources intellectuelles au service du développement économique et culturel du Cameroun, de la sous-région et de l'Afrique, et participer à la résolution des problèmes nationaux et continentaux.

Selon le document de la stratégie de la croissance et de l'emploi (DSCE) de la République du Cameroun, l'énergie est un facteur important de développement dans l'amélioration des conditions de vie des populations, les participants aux consultations participatives ont proposé de poursuivre les programmes d'électrification rurale afin de permettre aux paysans de disposer des équipements qui leur permettent de transformer leurs productions, de faciliter le travail des femmes et de limiter l'exode rural des jeunes. Elles recommandent également de réduire les coupures intempestives et régulières de courant électrique. Pour atteindre les objectifs du DSCE, le principal défi est d'accroître significativement la production par une valorisation du potentiel hydroélectrique et gazier, des **énergies alternatives** et la modernisation des réseaux de distribution. Il s'agira pour le pays de se situer toujours en situation de satisfaire la demande intérieure, mais aussi de développer l'exportation vers la sous-région des surplus de capacités énergétiques dans un marché qu'on ressent ouvert.

La 6<sup>ème</sup> CONFERENCE ANSOLE AU CAMEROUN (ANSOLECAM 2019) qui s'est tenue à l'Université de Ngaoundéré du 14 au 15 Octobre 2019 apporte une plus-value significative dans la vie des citoyens camerounais et cadre avec le plan stratégique de notre institution et le document de la stratégie de la croissance et de l'emploi (DSCE). Cet événement qui a porté sur **les Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en**

**Afrique**, aborde huit axes de réflexion interdépendants portant sur les thèmes suivants :

- 1: Capacité de maîtrise et de recherche en Energies Renouvelables en Afrique : Mesures nécessaires pour atteindre les standards internationaux
- 2: Incubateur d'entreprise : Réalité et illusion
- 3: Energie solaire photovoltaïque et systèmes PV
- 4: Hydro-électricité et Energie éolienne
- 5: Energie solaire thermique et systèmes PVT
- 6: Bio -Energie
- 7: Cellules solaires : diagnostic, fiabilité et longévité
- 8: Radiation solaire et changement climatique

Si avec cette conférence, on constate que le déficit énergétique peut être résorbé par les énergies renouvelable ; ceci du même coup contribue à la lutte contre la pauvreté et limite considérablement l'impact des changements climatiques dans les pays du Sud.

Au-delà de la prise en compte des besoins vitaux des camerounais, cette conférence a permis de mettre en exergue les questions d'actualité liées aux délestages et à l'efficacité énergétique. Il n'est pas inutile de rappeler l'impact des délestages sur l'économie. Ainsi les chercheurs, les enseignants, les étudiants, les industriels, les entrepreneurs mais aussi les décideurs et les acteurs du développement trouveront dans ce livre des actes une source d'informations récentes dans un cadre multidisciplinaire.

Le Cameroun est en train de mettre en œuvre une politique de développement déclinée dans le document de stratégie pour la croissance et l'emploi (DSCE) ; laquelle devra hisser le Cameroun au rang des pays émergents. Les grandes opportunités lancées par Son Excellence Paul BIYA, Président de la République du Cameroun, répondent concrètement à cette ambition. Et cette conférence apporte ses réponses aux problèmes de la sécurité énergétique.

Nous saisissons cette occasion pour renouveler les remerciements et la reconnaissance de l'Université de Ngaoundéré aux partenaires qui ont contribué de façon décisive non seulement à la réussite de la tenue du colloque mais également à la réalisation des actes dudit colloque. Il s'agit de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro industrielles (ENSAI), de la Faculté des sciences, de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT) et de l'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale (EGCIM) de l'Université de Ngaoundéré.

Au nom de l'Université de Ngaoundéré, nous leur adressons nos félicitations pour la détermination, le dévouement et la maîtrise qui ont permis de produire un travail de qualité.

Bonne lecture !

Le Recteur de l'Université de Ngaoundéré

**Prof. UPHIE CHINJE MELO**

Membre de l'Académie des Sciences du Cameroun

## REMERCIEMENTS

La 6<sup>ème</sup> conférence ANSOLE au Cameroun du 14 au 15 octobre 2019 s'est tenue sous le thème : « Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique », dans les locaux de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI) de l'Université de Ngaoundéré. L'organisation de cette conférence et la réalisation du livre des actes de la conférence ont été conduites par l'Université de Ngaoundéré en collaboration avec l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) et plusieurs autres institutions partenaires. A toutes ces institutions nous adressons nos sincères remerciements pour leur disponibilité et la qualité du soutien qu'elles ont apporté pour remarquablement contribuer à la réussite de cet événement.

Ce colloque a été organisé sous le haut patronage de Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré en la personne du Professeur UPHIE CHINJE MELO qui a accompagné le comité d'organisation et le comité scientifique. Les Vice-Recteurs en charge de la recherche et de la coopération et des relations avec le monde des Entreprises, de l'Enseignement et le Secrétaire Général de l'Université de Ngaoundéré nous ont fournis de précieux conseils. Nous leur manifestons toute notre gratitude.

Cette édition des actes de la 6<sup>ème</sup> conférence ANSOLE au Cameroun du 14 au 15 octobre 2019 a été supportée principalement par la DIRECTION REGIONALE AFRIQUE CENTRALE et des GRANDS LACS (DRACGL) de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), dans le cadre de la convention N° DRACGL-2019-4642, considérant l'appel d'offre permanent 2019 « soutien à l'organisation d'une manifestation scientifique », présenté par l'Université de Ngaoundéré et porté par le Pr Kapseu César.

Nous adressons tous nos remerciements au personnel et aux étudiants de l'Université de Ngaoundéré, aux journalistes ainsi qu'au Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI) de l'Université de Ngaoundéré et ses collaborateurs. A toute l'équipe de production des actes de la conférence et à tous ceux qui ont contribué à la réussite de cet événement et dont les noms ne sont pas ici mentionnés.

Nous remercions enfin nos familles pour la patience tout au long de l'organisation de cette conférence ainsi que lors de la production des actes de ladite conférence.

Les éditeurs scientifiques.

## RESUME

---

*Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique* est un ouvrage transversal, touchant ainsi tous les secteurs des Energies Renouvelables. Il se destine tant aux spécialistes des questions Energétiques, qu'aux étudiants et même au grand public. Il devrait à ce titre devenir l'outil indispensable pour de très nombreux professionnels de l'Energie ainsi que les décideurs publics et privés qui pourront y trouver de nombreuses données destinées à orienter leurs décisions. Cet ouvrage comporte 3 parties (Cérémonies d'ouverture et de clôture, Communications et Curriculum Vitae des participants) et des annexes. La première partie porte sur la Cérémonie d'ouverture. Il présente les Mots de bienvenue de manière successive de quelques personnalités. A savoir le Mot du maire de la commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup>. Le Mot du point focal de ANSOLE Université de Ngaoundéré. Le Mot du Représentant Régional d'ANSOLE pour l'Afrique centrale. Le Mot du Directeur Régional Afrique Centrale et Grands Lacs de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Le Mot du Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI). Le Mot de Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré et Représentante de Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur. La partie 2 traite de la Cérémonie de clôture. Il présente le communiqué final et le discours de clôture par Mme le Recteur de l'Université de Ngaoundéré, de la 6<sup>ème</sup> Conférence sur les Energies Renouvelables du 14 au 15 Octobre 2019. La partie 3 est consacrée aux communications et Curriculum Vitae des participants 40 communications sont ainsi présentées. La partie 4 est consacrée aux annexes. Elle prend en compte la conférence en images.

## SOMMAIRE

---

Preface.....	1
Remerciements.....	3
Resume.....	4
Sommaire.....	5
Avant-propos.....	6
Organisation de la conférence.....	7
Programme de la conférence.....	9
Cérémonie d'ouverture.....	17
Conférences plénières.....	33
Resumes et textes scientifiques.....	49
Cérémonie de clôture.....	212
Annexes.....	218
Annexe 1 : Liste des participants et des médias.....	219
Annexe 2 : Contact des institutions partenaires.....	224
Liste des abréviations.....	235
La conférence en images.....	237
Index des auteurs.....	245
Index des mots clés.....	247
Table des matières.....	248
CV court des éditeurs scientifiques.....	252



## AVANT-PROPOS

---

### A-Concept et but

La 6<sup>ème</sup> conférence internationale ANSOLE (African Network for SOLar Energy) au Cameroun (ANSOLECAM2019) est un forum multidisciplinaire pour des échanges sur les dernières avancées dans la recherche scientifique et technologique dans le domaine des énergies renouvelables. C'est également un forum pour des échanges sur la production énergétique et la distribution solaire au Cameroun. La conférence est d'un intérêt particulier aux chercheurs, les scientifiques, les ingénieurs, les praticiens et les étudiants qui travaillent dans le domaine ci-dessus mentionné. La conférence est organisée **du 14 au 15 octobre 2019** à l'Ecole Nationale des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI) de l'Université de Ngaoundéré, Cameroun sous le **Thème : « Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique »**

### B-Sujets

#### B-1- Session orale et poster

Hydroélectricité ; Energie solaire photovoltaïque ; Energie solaire thermique ; Energie éolienne ; Energie de biomasse ; Energie géothermique ; Stockage d'énergie ; Efficacité énergétique ; Systèmes Smart PV ; Collecteurs thermiques solaires et systèmes PV/T ; Cellules solaires ; Cellules solaires organiques ; Diagnostic, fiabilité et longévité de Cellules solaires ; Systèmes MPPT ; etc.

#### B-2- Session Workshop

Efficacité énergétique des usines photovoltaïques en utilisant le logiciel d'expert en matière RETScreen

Processus de production de Biogaz : Technologie de prétraitement de biomasse

Visite d'usine propre de production énergétique

Visite de mini-plant photovoltaïque, IUT, Université de Ngaoundéré  
Visite d'unité de production de Biogaz, Manwi-Ngaoundéré 3<sup>ème</sup>

## ORGANISATION DE LA CONFERENCE

---

### 1- COMITÉ NATIONAL ET INTERNATIONAL D'ORGANISATION

#### **PATRONAGE :**

**Prof. UPHIE CHINJE Melo**, Recteur de l'Université de Ngaoundéré

#### **SUPERVISEUR :**

**Pr. NSO Emmanuel Jong**, Directeur de l'Ecole Nationale des Sciences Agro-Industrielle (ENSAI), Université de Ngaoundéré

#### **COORDONNATEURS :**

**Pr. MOHAMDOU BOUBA ADJI**, Directeur de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT), Université de Ngaoundéré

**Pr. MVONDO AWONO Jean Pierre**, Doyen de la Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré

**Pr. NKOUAM Gilles Bernard**, Directeur de l'Ecole de Génie Chimique et des Industries Minérales (EGCIM), Université de Ngaoundéré

#### **ORGANISATEUR PRINCIPAL :**

**Pr. Martin KAMTA**, point focal d'ANSOLE, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

#### **ORGANISATEUR INTERNATIONAL :**

**Prof. Daniel Ayuk Mbi Egbe**, Coordonateur d'ANSOLE & BALEWARE, ANSOLE e.V., Jena, Germany & Johannes Kepler University Linz, Austria

#### **MEMBRES :**

**Prof. César Kapseu**, représentant régional d'ANSOLE en Afrique Centrale, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr. Claude Vidal Aloyem Kaze**, représentant national d'ANSOLE au Cameroun, HTTTC Bambili, Université de Bamenda

**Prof. Kuitche Alexis**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Pr. Ngassoum Martin**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Pr. Jiokap Yvette**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Pr. Yves Joseph Effa**, FS, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Pr. Nkouam Gilles Bernard**, EGCIM, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr. Jean Louis Fendji E. K.**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr. Boussaïbo André**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr. David Jaurès Fotsa-Mbogne**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr-HDR. Ndjiya Ngasop**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**Dr. Eric Duckler Kenmoe Fankem**, FS, Université de Ngaoundéré, Cameroun

**M. Rodrigue Saoungoumi Sourpele**, Webmaster, ENSAI, Université de Ngaoundéré

## 2- COMITÉ SCIENTIFIQUE

**Prof. DOKA Serge Y.**, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. George Elambo Nkeng**, ENSTP, Yaoundé, Cameroun  
**Prof. Thomas Njiné**, PKFokam Institute of Excellence, Yaoundé, Cameroun  
**Prof. Emmanuel Tanyi**, Université de Buea, Cameroun  
**Prof. Daniel A.M. Egbe**, Johannes Kepler University Linz, Australie  
**Prof. César Kapseu**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Paul Wofo**, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Prof. Jean-Marie Ndjaka**, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Prof. René Tchinda** IUT-FV Bandjoun, Université de Dschang, Cameroun  
**Prof. Donatien Njomo**, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Prof. Kuitche Alexis**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Bitjoka Laurent**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Martin Kamta**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Serge Silvain Zekeng**, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Prof. Germaine Djuidje Aloyem**, Faculté des Sciences, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Prof. Yves Joseph Effa**, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Eustace Nfah Mbaka**, HTTTC Bambili, Université de Bamenda, Cameroun  
**Prof. Noël Ndjongyang**, ENSP, Université de Maroua  
**Prof. Edoun Marcel**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Ngassoum Martin**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Jiokap Yvette**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Haman-Djalo**, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Prof. Mouangue Ruben**, IUT, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Pr. Fifen Jean Jules**, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Dr. Eric Duckler KENMOE FANKEM**, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Dr. Claude V. Aloyem Kaze** HTTTC Bambili, Université de Bamenda, Cameroun  
**Dr. Joseph Kenfack**, Ecole Polytechnique de Yaoundé, Université de Yaoundé I, Cameroun  
**Dr Daniel Lissouck**, HTTTC Kumba, Université de Buea  
**Dr-HDR. Ndjiya Ngasop**, ENSAI, Université de Ngaoundéré, Cameroun  
**Dr. Abraham Dandoussou**, HTTTC Kumba, Université de Buea  
**Dr. Guy Bertrand Tchaya**, ENSP, Université de Maroua, Cameroun

## PROGRAMME DE LA CONFERENCE

### Dimanche 13 Octobre 2019

Arrive des participants et enregistrement à l'hôtel	
19H00	<i>Accueil et pré-enregistrement</i>

### Lundi 14 octobre 2019

Enregistrement et cérémonie d'ouverture à l'amphi 150, ENSAI	
08H00	Enregistrement et réseautage
08H30	Arrivée des partenaires professionnels et de certains étudiants
08H35	Arrivée du maire, de Ngaoundéré 3 <sup>ème</sup> et du représentant de l'AUF, université de Ngaoundéré
08H40	Arrive de : Doyens et directeurs de l'université de Ngaoundéré Vice Recteurs
09H00	Arrive de Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré et accueil par le Directeur de l'ENSAI
09H05	<b>Cérémonie d'ouverture</b> , Président : <i>Dr. Claude Vidal Aloyem Kaze</i>
	Mot de bienvenu par : Le maire de Ngaoundéré 3 <sup>ème</sup> Le point focal ANSOLE, Université de Ngaoundéré Le représentant Afrique Centrale de ANSOLE Le coordonateur de ANSOLE Le representant de l'AUF, Université de Ngaoundéré Le Directeur de l'ENSAI Discours d'ouverture de Madame le Recteur de l'University de Ngaoundéré
09H40	<b>Plénière 1 : Capacity Building and Research in Renewable Energy in Africa: Measures Necessary to Attain International Standards</b> Daniel Ayuk Mbi Egbe <i>International Coordinator of ANSOLE &amp; BALEWARE, ANSOLE e.V., Wagnergasse 25, 07743 Jena, Germany. Email: <a href="mailto:Daniel.egbe@ansole.org">Daniel.egbe@ansole.org</a></i>
10H00	Photos de famille
10H10	Visite des expositions professionnelles sur les énergies renouvelables
10H30	<b>Pause-Café</b>

Session orale à l'amphi 150, ENSAI	
10H45	<b>Plénière 2 : Incubateur d'entreprise : réalité et illusion</b> Kapseu Cesar <sup>1</sup> , Nso J. Emmanuel <sup>2</sup> , ENSAI de l'Université de Ngaoundéré B.P: 455 Ngaoundéré, Cameroun <sup>1</sup> Tel: 694 77 22 14/677 64 12 11 courriel: <a href="mailto:Kapseu@yahoo.fr">Kapseu@yahoo.fr</a> , <sup>2</sup> Tel: 679828800 / 699546227; courriel: <a href="mailto:nso_emmanuel@yahoo.fr">nso_emmanuel@yahoo.fr</a>
<b>Theme 1 : Photovoltaic Solar Energy and PV Systems</b>	
	<b>Chairperson</b> : Pr. Daniel Ayuk Mbi Egbe
11H00	<b>Design of an economic Mill with PV/Grid Power supply for the</b>

	<p><b>Production of Corn and Millet Flour in the Low Electricity Zones of the Far North of Cameroon</b>  Menga Francis-Daniel<sup>1*</sup>, Owona JL<sup>1</sup>, Abdoul Aziz<sup>1</sup>, Inouss Mamate<sup>1</sup> and Kayo Styve<sup>1</sup>  <sup>1</sup>National Committee for Technology Development (cndt), Ministry of Scientific Research and Innovation, PO. Box 1457 Yaounde – Cameroon</p>
11H15	<p><b>Power quality assessment in a stand-alone photovoltaic / battery system supplying an asynchronous motor through an adjustable speed drive</b>  E. Tchoffo Houdji, D. Yamegueu, G.B. Tchaya, M. Kamta, Haman-Djalo, G.J. Kayem</p>
11H30	<p><b>Energy management for an autonomous photovoltaic energy system</b>  Serge Maxime Fonou<sup>a</sup>, Martin Kamta<sup>a</sup>, Serge Sylvain Zekeng<sup>b</sup>, Khalil Kassmi<sup>c</sup>  <sup>a</sup>University of Ngaoundéré (ENSAI), Ngaoundéré, Cameroon ;  <sup>b</sup> University of Yaoundé I (Faculty of Sciences), Yaoundé, Cameroon; <sup>c</sup> Mohamed first University (Faculty of Sciences), Oujda, Maroc  E-mail : <a href="mailto:sergesmaxime@yahoo.fr">sergesmaxime@yahoo.fr</a> ; <a href="mailto:martin_kamta@yahoo.fr">martin_kamta@yahoo.fr</a></p>
11H45	<p><b>A review of methods of Detection and Diagnosis of Faults of PV plant WANGSO Mathieu<sup>1</sup> *, KAMTA Martin<sup>1</sup></b>  <sup>1</sup>Department of Electrical, Energetic and Automatic Engineering, ENSAI, the University of Ngaoundere, Cameroon.  <sup>1</sup> * <a href="mailto:wangmath26@gmail.com">wangmath26@gmail.com</a>; <a href="mailto:martinkamta@gmail.com">martinkamta@gmail.com</a></p>
<b>Theme 2 : Hydropower and Wind Power</b>	
	<b>Chairperson : Pr. Effa Joseph Yves</b>
12H00	<p><b>Resource potential and status of exploitation of Hydropower – Improving the reliability of electricity supply in Cameroon</b>  Dieudonné Kaoga Kidmo<sup>1*</sup>, Djongyang Noel<sup>1</sup>, Serge Doka Yamigno<sup>2</sup> , Danwe Raidandi<sup>3</sup>  <sup>1</sup>Department of Renewable Energy, National Advanced School of Engineering, University of Maroua, P.O. Box 46 Maroua, Cameroon  <sup>2</sup>Department of Physics, Faculty of Science, University of Ngaoundéré, P.O. Box 454 Ngaoundere, Cameroon  <sup>3</sup>Department of Civil Engineering and Architecture, National Advanced School of Engineering, University of Maroua, P.O. Box 46 Maroua, Cameroon  * Corresponding author: Tel.: +237696745644;  Email: <a href="mailto:kidmokaoga@gmail.com">kidmokaoga@gmail.com</a> (DK. Kidmo)</p>
12H15	<p><b>Spatiale du plancton sur un tronçon du fleuve Ntem (Sud-Cameroun)</b>  Koji Ernest<sup>(1,2*)</sup>, Missoup Didier Alain<sup>(2)</sup>, Tchakonté Siméon<sup>(1)</sup>, Fobane Jean Louis<sup>(3)</sup> &amp; Fomena Abraham<sup>(4)</sup>  <sup>(1)</sup> Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, B.P 812, Yaoundé, Cameroun.  <sup>(2)</sup> Département de Biologie et Physiologie des Organismes Animales, Université de Douala, Faculté des Sciences, B.P 24157, Douala, Cameroun.  <sup>(3)</sup> Département de Biologie des Organismes Végétaux, Université de Yaoundé I, École Normale Supérieure, B.P 47, Yaoundé, Cameroun.  <sup>(4)</sup> Laboratoire de Parasitologie et d'Écologie, Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, B.P 812, Yaoundé, Cameroun.  *Auteur correspondant, KOJI Ernest, Université de Douala, Faculté des Sciences, Mail: <a href="mailto:airnesskoji@gmail.com">airnesskoji@gmail.com</a></p>

12H30	<p><b>Contribution of renewable energy technologies to the development of Cameroonian countryside: Analysis from micro-hydropower plants in the highlands of western Cameroon</b></p> <p>*Dr DEZEU TCHINDA LEONNIE, University of Maroua, Pr YEMMAFOUO Aristide, University of Dschang, Cameroon, Pr KAPSEU César, ENSAI, University of Ngaoundéré, Cameroon * Corresponding author, email: <a href="mailto:dezeutchinda@yahoo.fr">dezeutchinda@yahoo.fr</a></p>
12H45	<p><b>The Feasibility of Kribi-Offshore wind power plant using RESTScreen Expert (Virtual Energy Analyzer)</b></p> <p>C.V. ALOYEM KAZE<sup>1,2</sup>, and Daniel MANTAP<sup>3</sup></p> <p><sup>1</sup>Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon</p> <p><sup>2</sup>National Institute of Vocational Training and Program Development, Minefop</p> <p><sup>3</sup>University of Ngaoundere, Cameroon</p>
13H00	<p><b>Lunch Break in "Salle des actes de l'ENSAI"</b></p>
<p><b>Poster session in the vicinity of Amphi 150</b></p>	
14H00	<p><b>Theme 1 : Photovoltaic Solar Energy and PV Systems</b></p>
	<p><b>Reviewers :</b> Pr. Haman-Djalo, Dr. Boussaïbo, Dr. Eric D. Kenmoe Fankem</p>
	<p><b>Solar energy and poultry production in rural areas</b></p> <p>Mbouendeu Roussel<sup>a,*</sup>, César Kapeu<sup>a</sup>, Martin Kamta<sup>b</sup></p> <p>(a) Laboratory RESH, National School of Agro-Industrial Sciences</p> <p>(b) Laboratory LESIA, National School of Agro-Industrial Sciences</p> <p>(*) <a href="mailto:mbouendeufils@gmail.com">mbouendeufils@gmail.com</a></p>
14H00	<p><b>Mise sur pied d'une usine de fabrication d'emballages biodégradables entièrement alimentée par un couplage d'énergie photovoltaïque et d'énergie biomasse dans la région de l'adamaoua</b></p> <p>César KAPSEU, Tatiana Péroline NGASSAM</p> <p>Université de Ngaoundéré, Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-alimentaires, Département de Génie des Procédés ;</p> <p>Email : <a href="mailto:kapseu@yahoo.fr">kapseu@yahoo.fr</a> ; Tel : (237) 694772214/677641211</p> <p>Email : <a href="mailto:tpngassam@gmail.com">tpngassam@gmail.com</a> ; Tel : (237) 699351981</p>
	<p><b>Theme 2 : Hydropower and Wind Power</b></p>
	<p><b>Reviewers :</b> Pr. Mouangue Martin Ruben, Dr. HDR Ndjiya Ngasop,</p> <p><b>Offshore wind potential and electric power generation in the city of Kribi</b></p> <p>Lydie KOMGUEM PONEABOU</p> <p>Université de Yaoundé 1, Département de Géographie, Cameroun.</p> <p>E-mail : <a href="mailto:llydiekom@gmail.com">llydiekom@gmail.com</a></p>
14H00	<p><b>Theme 3 : Thermal Solar Energy and PVT Systems</b></p>
	<p><b>Reviewers :</b> Pr. Kuitche Alexis, Dr. Claude Vidal Aloyem K,</p>
	<p><b>Study of the thermal performance of a variable air flow PVT system: application on an indirect solar dryer</b></p> <p>Mouma Dago Dora Judith<sup>1</sup>, Guy Bertrand Tchaya<sup>2</sup>, Martin Kamta<sup>1</sup></p> <p><sup>1</sup>National School of Agro-Industrial Sciences, University of Ngaoundere,</p> <p><sup>2</sup>National Polytechnic School of Maroua, University of Maroua</p> <p>E-mail : <a href="mailto:dorajudith6@yahoo.com">dorajudith6@yahoo.com</a></p>
14H00	<p><b>Developpement d'un Equipement Approprié de Pretraitement et de Séchage :</b></p>

<p><b>Application au Gombo (<i>Abelmoschus Esculentus</i> L. Moench)</b>                  MBAPPE Richard Virgil, Yvette JIOKAP NONO                  University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon                  Corresponding author, Email : <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo">jiokapnonoy@yahoo</a></p>
<p><b>“Modelling and Simulation of the Drying Kinetics of Ripe and Unripe Mangoes and Design of an Appropriate Dryer”</b>                  SOPI ELOCK Marie Gertrude, Philemon DOUA and Yvette JIOKAP NONO*                  University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon                  (*) Corresponding author Email: <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo">jiokapnonoy@yahoo</a></p>
<p align="center"><b>Theme 4 : Bio-Energy</b></p>
<p><b>Reviewers :</b> Pr. Jiokap N. Yvette, Pr. Sieliechi Joseph, Dr. Fotsa-Mbogne J. D.</p>
<p><b>Production of Azadiratcha Indica Oil Biodiesel by Heterogeneous Catalysis Combined with Microwave</b>                  MADJIYAM MBAINAM Laetitia, NGASSOUM Martin  <i>Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles</i>                  E-mail: <a href="mailto:madjiyam@gmail.com">madjiyam@gmail.com</a></p>
<p><b>Investigating the Influence of Presence or Absence of Nutrients from a Biogas Plant on Microalgae Groth and Biodiesel Yield</b>                  KAMENI Romario Juste*, NGASSOUM Beniot Martin  <i>Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrulles</i>  <a href="mailto:thebigmechine@gmail.com">thebigmechine@gmail.com</a></p>
<p><b>Les déchets comme source de production de l'énergie</b>                  Junias KABELE, Christophe KABELE NGIEFU*                  *Université de Kinshasa;                  E-mail : <a href="mailto:christophe.kabele@unikin.ac.cd">christophe.kabele@unikin.ac.cd</a></p>
<p align="center"><b>Theme 5 : Solar cells: diagnostic, reliability and durability</b></p>
<p><b>Reviewers :</b> Pr. Effa Joseph Yves, Pr. Fifen Jean Jules, Pr. Kamta Martin</p>
<p><b>Power efficiency analytical modeling of the tri-layer solar cells based on energy gap</b>                  Ndorere N<sup>1</sup>., Kounouhewa B<sup>2</sup> and Agbomahena M.B<sup>3</sup>.  <sup>1</sup><i>Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP-UAC)</i>  <sup>2</sup><i>Laboratoire de Physique du Rayonnement (LPR-UAC)</i>  <sup>3</sup><i>Laboratoire de Caractérisation Thermophysique des Matériaux et Appropriation Energétique (CTMA-UAC)</i>  <i>Université d'Abomey-Calavi (UAC) 01, BP 526 Cotonou.</i></p>
<p align="center"><b>Theme 6 : Solar Radiation and Climate Changes</b></p>
<p><b>Reviewers :</b> Pr. Edoun Marcel, Dr. Jean Louis Fendji E. K., Pr. Kapseu César</p>
<p><b>Climate Disruption and Sustainability: Models of Resilient Commercial Energy Facilities in Central Africa</b>                  Bogning A.L.  <i>Technology and applied research. Specialized Master in energy engineering. National Advanced School of Publics Works (ENSTP) of Yaoundé Cameroon-DCIEA-DII University of Pad ova Italy.</i>                  Corresponding Author: <a href="mailto:bogningaldrin@gmail.com">bogningaldrin@gmail.com</a>/<a href="mailto:aldrinlambert@yahoo.fr">aldrinlambert@yahoo.fr</a></p>
<p><b>Assessment of the sustainable housing context in Cameroon*</b>                  Bogning A.L.<sup>1</sup> and Dsonwa Manfo E. D.<sup>2</sup>  <sup>1</sup><i>Technology and applied research. Specialized Master in energy engineering. National Advanced School of Publics Works (ENSTP) of Yaoundé Cameroon-</i></p>

DCIEA DII University of Padova Italy.  
<sup>2</sup>Laboratory of civil engineering and design's science, National Advanced School Engineering of Yaoundé Cameroon.  
 Corresponding authors: [bogningaldrin@gmail.com](mailto:bogningaldrin@gmail.com) / [ervedestin@yahoo.fr](mailto:ervedestin@yahoo.fr)

**Oral session at the amphi 150, ENSAI**

**Theme 3 : Thermal Solar Energy and PVT Systems**

**Chairperson : Pr. Edoun Marcel**

14H30	<p><b>Solar Potential and Performance of Thermal Solar Collectors in Cameroon</b>                  Emilienne BOGWARBE<sup>1</sup>, Alexis KUITCHE<sup>2</sup>, Yvette JIOKAP NONO<sup>3</sup>  <sup>1,2</sup>Department of Automatic, Energetic and Electrical Engineering, ENSAI, University of Ngaoundere, P.O Box 455 Ngaoundere, Cameroon.  <sup>3</sup>Department of Chemical Engineering and Environment, IUT, University of Ngaoundere, P.O Box 455 Ngaoundere, Cameroon.  <a href="mailto:ebogwarbe@yahoo.fr">ebogwarbe@yahoo.fr</a>, <a href="mailto:kuitche_a@yahoo.fr">kuitche_a@yahoo.fr</a>, <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr">jiokapnonoy@yahoo.fr</a></p>
14H45	<p><b>Assessment of the performances of a photovoltaic thermal hybrid system: case of monocrystalline and polycrystalline silicon solar panels</b>                  LONTSI Kuefouet Alexis, TANGKA KEWIR Julius, DJOUSSE KANOOU Boris, C.V., Aloyem Kazé                  Université de Dschang, FASA, laboratoire des énergies renouvelables du génie rural, BP 222, Dschang (Cameroun)                  E-mail : <a href="mailto:alexislontsi@gmail.com">alexislontsi@gmail.com</a></p>
15H00	<p><b>Improve thermal performance of thermosyphon solar water heater using trnsys model for small building</b>                  Daniel MANTAP<sup>1</sup> and ALOYEM KAZE<sup>2,3</sup>  <sup>1</sup>The University of Bamenda, Cameroon; <a href="mailto:mantap1daniel@gmail.com">mantap1daniel@gmail.com</a>  <sup>2</sup>Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon  <sup>3</sup>National Institute of Vocational Training and Program Development, Minefop; <a href="mailto:kasealoyem@yahoo.fr">kasealoyem@yahoo.fr</a></p>
15H15	<p><b>Design of a multi-fruit dryer: Case of Mango (<i>Mangifera indica L.</i>), Banana (<i>Musa acuminata L.</i>), Paw-paw (<i>Carica papaya L.</i>) and Pineapple (<i>Ananas comosus L.</i>)</b>                  YONG Joel Berka, Philemon DOUA and Yvette JIOKAP NONO*                  University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon                  *Email : <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr">jiokapnonoy@yahoo.fr</a></p>
15H30	<p><b>Optimization of Dewatering Impregnation Soaking Process and Subsequent Drying of Mango (<i>Mangifera indica L. Moench</i>).</b>                  Christian ZENA TSOPWO ZENA, Yvette NONO JIOKAP*                  University of Ngaoundere                  (*) Corresponding author e-mail : <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr">jiokapnonoy@yahoo.fr</a></p>
15H45	<p><b>Optimization of Dewatering Impregnation Soaking Process and Subsequent Drying of Mango (<i>Mangifera indica L. Moench</i>).</b>                  Christian ZENA TSOPWO ZENA, Yvette NONO JIOKAP*                  University of Ngaoundere                  (*) Corresponding author e-mail : <a href="mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr">jiokapnonoy@yahoo.fr</a></p>
<b>Theme 4 : Bio-Energy</b>	
<b>Chairperson : Pr. Jiokap Nono Yvette</b>	



16H00	<p><b>Preliminary study of the implementation of a biogas production unit by mathematical modeling: case study of the abiergue basin</b>  FOTSA-MBOGNE D.J.*, KAMBA-TATSINKOU F.G., NGASSOUM M.B.  <i>Department of Mathematics and Computer Science, National Higher School of Agro-Industrial Science, University of Ngaoundéré, PO Box 512 Ngaoundéré, Cameroon</i>  *Email: <a href="mailto:jauresfotsa@gmail.com">jauresfotsa@gmail.com</a></p>
16H15	<p><b>Microwave Pre-treatment of Wastes-Stems of <i>Hibiscus Sabdariffa</i> and <i>Solanum Scabrum</i> for Biogas Production</b>  NKENMOGNE KAMDEM Inès E*, NGASSOUM Martin, ACHUO Anitta Zuh, TSATSOP TSAGUE Roli, KOM Raissa  Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles  Corresponding author e-mail : <a href="mailto:nkinestelle@gmail.com">nkinestelle@gmail.com</a></p>
16H30	<p><b>Bio-Oil and Biochar Production by Pyrolysis to Vacuum Microwave from Triplochiton Scleroxylon Wood (Ayous)</b>  BADZA KODAMI*, NGASSOUM Martin, KOM Raissa  Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles  E-mail: <a href="mailto:Badzakodami@gmail.com">Badzakodami@gmail.com</a></p>
16H45	<p><b>Bio-oil and biochar production by microwave vacuum pyrolysis from empty fruit bunches</b>  Ze Wilfrid*, Ngassoum Martin, Mbougua Marie Goletti  National School of Agro-Industrial Sciences. E-mail: <a href="mailto:zewilfrid@yahoo.fr">zewilfrid@yahoo.fr</a></p>
17H00	<p><b>Coffee Break</b></p>
<p><b>Theme 5 : Solar Cells : diagnostic, reliability and durability</b></p>	
	<p><b>Chairperson :</b> Pr. Kamta Matin</p>
17H15	<p><b>Influence of moisture on the operation of a mono-crystalline based silicon photovoltaic cell: A SCAPS 1 D numerical study</b>  Bayawa MOHAMED<sup>b,c,*</sup>, Serges ZAMBOU<sup>d,a,*</sup>, Serge Sylvain ZEKENG<sup>b</sup>  <sup>a</sup><i>Lab of Future Electronic, Department of Electronics and Communications Engineering, Tampere University Korkeakoulunkatu 3, FI-33720 Tampere, Finland</i>  <sup>b</sup><i>Laboratory of Materials Science, Department of Physics, Faculty of Science, University of Yaounde 1, Po.Box 812, Yaounde, Cameroon</i>  <sup>c</sup><i>African Institute for Mathematical Sciences-Cameroon, Crystal Gardens PO. Box 608 Limbe , Cameroon</i>  <sup>d</sup><i>African Institute for Mathematical Sciences-South Africa, 5-8 Melrose Road, Muizenberg 7945, Cape Town, South Africa</i></p>
17H30	<p><b>Evaluation of the performance of a monocrystalline photovoltaic solar module by neuro-fuzzy system</b>  S. NDJAKOMO ESSIANE<sup>1</sup>, S., PERABI NGOFFE<sup>1</sup>, NDI FRANCELIN EDGAR<sup>1*</sup>, NYATTE SAMSON<sup>1</sup>  <sup>1</sup><i>Department of Industrial Engineering and Maintenance, University Institute of Technology of Douala, Cameroon</i>  *E-mail : <a href="mailto:edgarfrancelin1307@gmail.com">edgarfrancelin1307@gmail.com</a></p>
<p><b>Theme 6 : Solar Radiation and Climate Changes</b></p>	
	<p><b>Chairperson :</b> Pr. Kapseu César</p>
17H45	<p><b>L'enseignement et la recherche sur les énergies renouvelables en contexte universitaire de LMD et de formation professionnelle par les compétences : éléments de pédagogie pour une amélioration de la qualité de la professionnalisation</b></p>

	<p>TSAYEM Antoine Michel                  FSE Université de Yaoundé I, Formateur des formateurs, INFFDP - Cameroun                  E-mail: <a href="mailto:tsamicha@yahoo.fr">tsamicha@yahoo.fr</a></p>
18H00	<p><b>Presentation of Wilson University-Advanced School of Applied Sciences of Bertoua</b>                  Paul ZAMBO                  Wilson University Advanced School of Applied Sciences of Bertoua (ESSAB).                  Tel.: +237 699 51 77 34 - +237 673 55 19 34                  E-mail : <a href="mailto:hpzambo@gmail.com">hpzambo@gmail.com</a></p>
18H15	<p><b>Comparison of performance optimization criteria for absorption refrigeration systems</b>                  Paiguy Armand Ngouateu Wouagfack<sup>1*</sup>, René Tchinda<sup>2</sup>  <sup>1</sup>Department of Renewable Energy, Higher Technical Teachers' Training College,                  Kumba, Cameroon  <sup>2</sup>LISIE, University Institute of Technology Fotso Victor, Bandjoun, Cameroon                  Email: <a href="mailto:*ngouateupaiguy@yahoo.fr">*ngouateupaiguy@yahoo.fr</a></p>
18H30	<p><b>Application of neural networks to the prediction of solar radiation: the case of the city of ESEKA</b>                  TSAGUE NGUIMATIO Cathy Beljorelle*1, ALOYEM KAZE Vidal*2, TCHINDA René*3, FOGNO Romeo*4                  1University of Yaounde 1, laboratoire d'énergie, des systèmes électriques et électroniques.                  2University of Bamenda, department of electrical and power Engineering, faculty of sciences.                  3University of Dschang, UIT FOTSO Victor                  4University of Yaounde 1, Electronical Department</p>
19H00	<b>Dinner in "Salle des actes de l'ENSAI"</b>
20H00	<b>Back to Hotel</b>

**Jeudi 15 octobre 2019**

<b>Workshop session in "Conference hall of CDTIC"</b>	
08H00	<p><b>Energy efficiency of photovoltaic plant using RETScreen Expert software</b>                  Martin Kamta                  Department of Electrical Engineering, Electronics and Automation                  National School of Agro-Industrial Sciences, University of NGAOUNDERE                  Corresponding author : <a href="mailto:martinkamta@gmail.com">martinkamta@gmail.com</a></p>
09H00	<p><b>Process of Biogas Production: Technology of Biomass Pretreatment</b>                  TSATSOP T. R. K.*, KOM R. R., NGASSOUM M. B.                  Department of Applied Chemistry,                  National School of Agro-Industrial Sciences, University of NGAOUNDERE                  Corresponding author: <a href="mailto:tsatsoproli@gmail.com">tsatsoproli@gmail.com</a></p>
10H00	<i>Pause-Café au Hall de conférence du CDTIC</i>
10H15	Visit of photovoltaic mini-plant, IUT, University of Ngaoundere
11H00	Visit of Biogas production unit, Manwi-Ngaoundere 3rd

<b>Cérémonie de clôture au "Bois de Mardock"</b>
--

12H30	Arrivée des participants
12H45	Arrivée de : Maire de Ngaoundéré 3 <sup>ème</sup> , et le représentant de l'AUF de l'Université de Ngaoundéré Doyens et Directeurs Vice Recteurs
13H00	Arrivée de Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré et accueil par le Coordonnateur d'ANSOLE
	Mot de bienvenu du Coordonnateur d'ANSOLE Remise des certificats de participation, prix des posters, cadeaux, etc. Communiqué final Discours de cloture par Madame e Recteur de l'Université de Ngaoundéré Séance photos de la conférence
13H30	<b>Déjeuner au restaurant du "Bois de Mardock"</b>
14H30	Fin de la conférence

# CÉRÉMONIE D'OUVERTURE

## MOT DU MAIRE DE LA COMMUNE DE NGAOUNDÉRÉ 3<sup>ÈME</sup>

Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundere et Représentant du Ministre de l'enseignement supérieur

Messieurs les Responsables en vos grades et rangs respectifs

Monsieur le représentant de la chambre de commerce

Monsieur le représentant du Directeur régional du Bureau Afrique Centrale et des Grands Lacs de l'Agence Universitaire de la Francophonie

Mesdames et Messieurs les participants

Mesdames et Messieurs les invités

Mesdames et Messieurs

C'est un réel plaisir pour moi de prendre la parole devant les académiciens et d'intellectuels que vous êtes, à l'occasion de la cérémonie d'ouverture de la 6<sup>e</sup> conférence du Réseau Africain pour les Energies Renouvelables en abrégé ANSOLE, pour vous présenter la Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup>.

De prime abord, je voudrais souhaiter la bienvenue dans la ville de Ngaoundéré en général, et dans la commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> en particulier, à tous ceux qui ont bravé la longue distance qui nous sépare de vos lieux de résidence respectifs.

Créée par décret Présidentiel n°2007/017 du 24 avril 2007, la mairie de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> dont je suis le Maire, s'étend sur une superficie de 393Km<sup>2</sup>, réparti en quatre (04) quartiers en zone urbaine et 17 villages. La population de la Mairie de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> est estimée à environ 70 000 habitants dynamiques, si on y ajoute la population estudiantine. Cette population constitue la principale force de notre commune avec près de 500 mini-cités, un sol fertile favorable à l'agriculture, une dizaine de sites touristiques.

On retrouve dans ma commune, les ethnies différentes à savoir les peuhls, le Mboum, les Dii, la Gbaya, les groupes ethniques du Nord et de l'Extrême Nord Cameroun comme les Toupouri, les Moundang, les Massa, les Baynawa, les groupes ethniques du Grand Sud comme les Béti, les Bamoun, les Bamilékés, les anglophones, et les étrangers comme les Tchadiens, les Centrafricains, les Gabonais et bien d'autres.

En plus de l'usine MAÏSCAM qui fait dans la transformation du maïs, les activités économiques sont concentrées autour de :

- l'élevage de bovin, caprin et volaille,
- l'apiculture ;
- l'agriculture ;
- le maraîchage ;
- l'exploitation du bois ;
- l'artisanat
- et le petit commerce.

La Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> dispose de huit (08) écoles maternelles, vingt-deux

(22) écoles primaires, quatre (04) établissements secondaires (1 CETIC, 1 CES, 1 Lycée d'Enseignement Général, 1 Lycée Bilingue) et une université.

Comme établissement hospitalier, nous avons un centre de santé intégré, un centre de santé protestant, un centre médico d'arrondissement créé mais non encore construit.

On ne dénombre sur l'étendue de la mairie de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup>, que 24 forages (17 en bon état, 05 endommagés et 02 en réhabilitation), une source aménagée et 06 puits. Elle est traversée par la nationale n°1, des pistes rurales, avec un réseau électrique. Les populations de cette mairie se ravitaillent dans deux marchés et deux abattoirs.

La commune de Ngaoundéré 3<sup>e</sup> comporte en son sein 31 membres du Conseil Municipal venant de 5 parties politiques différentes.

La Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> a besoin des cadres, techniciens et ingénieurs qualifiés dans tous les domaines à l'instar de l'agriculture, de l'élevage, des ressources minières, en télécommunication etc. pour son développement durable et son épanouissement.

Pour nous les Collectivités, nous avons un rôle essentiel à jouer dans la prévention et la gestion des déchets, malgré que la population rurale ne soit pas encore consciente du développement de notre commune.

Permettez-moi de remercier l'Université de Ngaoundéré en général et l'Ecole Nationale supérieure des Sciences Agro-industrielles en particulier, ainsi que le Comité d'organisation, pour avoir associé la Mairie de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> à cette conférence.

Sentez-vous chez vous dans notre commune. Bon séjour à l'Université de Ngaoundéré, et que le Bon Dieu vous ramène tous dans vos domiciles respectifs à la fin des travaux de ce colloque international.

Je vous remercie de votre aimable attention

**Le maire de la commune d'arrondissement de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup>**

## MOT DU POINT FOCAL DE ANSOLE, UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRÉ

Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré  
Messieurs les Vice-Recteurs  
Monsieur le Secrétaire Général  
Monsieur le Conseiller Technique auprès de Madame le Recteur  
Messieurs les Doyens et Directeurs  
Monsieur le Maire de la Commune de Ngaoundéré 3è  
Monsieur le Représentant de l'AUF à l'Université de Ngaoundéré  
Mesdames et Messieurs les Participants en vos rangs et grades respectifs  
Mesdames et Messieurs,

C'est un grand honneur pour moi de prendre la parole à l'occasion de la tenue de la 6<sup>ème</sup> Conférence d'Ansole au Cameroun, pour vous souhaiter la bienvenue dans cet auguste amphithéâtre 150 de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI).

L'idée d'organiser la 6<sup>ème</sup> Conférence d'Ansole à l'Université de Ngaoundéré est née lors de la tenue de la 5<sup>ème</sup> édition au Centre Polyvalent de Formation (CPF) de Mbouo-Bandjoun du 2 au 6 septembre 2018. Notre engagement a été enclenché par l'accord de principe des Chefs d'Etablissements à savoir: le Directeur de l'ENSAI, le Directeur de l'IUT, le Doyen de la Faculté des Sciences et le Directeur de l'EGCIM. A ce niveau, je prie Messieurs les Directeurs et Doyen de bien vouloir accepter nos remerciements.

En suite, nous demandé l'accord de Madame le Recteur pour organiser cette conférence nationale sur les énergies renouvelables dans son Institution. Elle a accepté de nous soutenir et nous a encouragé de monter très vite le dossier à soumettre à la haute attention du Ministre d'Etat, Ministre de l'Enseignement Supérieur (MINESUP). Finalement, nous avons obtenu l'accord du MINESUP pour organiser cette conférence. Aujourd'hui, nous avons vraiment réalisé notre rêve. C'est notre joie ainsi que celle de tous les participants de tout le pays et même de l'étranger. A ce niveau, je prie Madame la Recteur d'accepter notre haute considération et de bien vouloir adresser à la haute hiérarchie nos sincères remerciements.

Cette conférence est placée sur le thème : **“Energies Renouvelables pour la sûreté Energétique en Afrique”**. L'objectif visé est de contribuer au renforcement de la capacité des jeunes scientifiques à s'investir dans les projets innovants des énergies renouvelables. En effet, les enjeux énergétiques dans notre cher et beau pays le Cameroun, sont préoccupants en raison du plan d'action pour l'efficacité énergétique à l'horizon 2025. Ce plan vise les objectifs suivants :

- Réduire la facture électrique des bâtiments publics
- Accroître l'efficacité énergétique du secteur industriel
- Accroître l'efficacité énergétique du secteur résidentiel
- Etc.

En raison de ces objectifs, les participants vont partager leurs connaissances sur les dernières avancées de la recherche scientifique et technologique dans le secteur des énergies renouvelables. Les thèmes abordés sont :

Thème 1 : Energie solaire photovoltaïque et systèmes PV

Thème 2 : Energie hydroélectrique et éolienne

Thème 3 : Energie solaire thermique et systèmes PVT

Thème 4 : Bio-Energie

Thème 5 : Cellules solaires

Thème 6 : Radiation solaire et changements climatiques

Ces six thèmes sont présentés en session orale et poster pendant la première journée. Pendant la deuxième journée, un workshop est programmé sur :

- Efficacité énergétique d'une installation photovoltaïque en utilisant le logiciel RETScreen Expert

- Procédé de la production du biogaz : Technologie de prétraitement de la biomasse

Des visites des sites de production d'énergie propre et d'un site touristique sont programmées.

Madame le Recteur,

Mesdames et Messieurs,

La tenue de cette conférence est rendue possible par les appuis multiformes et particulièrement financiers accordés par :

- Madame le Recteur

- Le Directeur de l'ENSAI

- Le Directeur de l'IUT

- Le Doyen de la Faculté des Sciences

- Le Directeur de l'EGCIM

- ANSOLE

- Campus Solar Partnership, Allemande

- Agence Universitaire de la Francophonie (AUF)

- Des personnes de bonne volonté que je ne saurais citer au risque d'en oublier certaines.

À vous tous, veuillez accepter notre profonde gratitude. En retour, nous vous assurons de faire bon usage des dons qui nous sont accordés.

Une fois de plus, je vous souhaite un bon séjour au Campus de Dang.

Je vous remercie de votre bonne attention

**Pr. KAMTAMartin**



## MOT DU REPRÉSENTANT RÉGIONAL D'ANSOLE POUR L'AFRIQUE

Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundere et Représentant du Ministre de l'Enseignement Supérieur

Monsieur le Maire de la Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> ;

Messieurs les Vice-Recteurs de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Secrétaire Général de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Conseiller Technique auprès du Recteur de l'Université de Ngaoundéré ;

Messieurs les Chefs d'Etablissement de l'Université de Ngaoundéré ;

Messieurs les Directeurs des Services Centraux de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Représentant du Directeur régional du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie

Monsieur le Représentant de la chambre de commerce, de l'industrie, des mines et de l'artisanat

Monsieur le Coordinateur international du Réseau Africain pour les énergies solaires (ANSOLE)

Monsieur le représentant National du Réseau Africain pour les énergies solaires (ANSOLE)

Monsieur le point focal à l'université du Réseau Africain pour les énergies solaires (ANSOLE)

Mesdames et Messieurs les participants ;

Chers collègues

Mesdames et Messieurs les invités ;

C'est un réel plaisir pour moi de prendre la parole dans ce mythique Amphi 150 à l'occasion de la cérémonie d'ouverture de la conférence du réseau africain pour les énergies renouvelables en abrégé ANSOLE, en ma qualité de représentant régional pour l'Afrique centrale de cette société savante.

Je suis très ému, lorsque je me rappelle qu'il y a 8 ans, en 2011, nous étions Linz en Autriche pour la création de cette association, dès notre retour nous avons organisé au ministère de l'eau et l'énergie les premières journées des professionnels des énergies renouvelables, puis nous nous sommes retrouvés en 2012 toujours à Yaoundé 1 pour les ANSOLE days. Puis pour les années consécutives à l'université de Buea, à l'école nationale supérieure des travaux publics à Yaoundé, au centre polyvalent de Mbouo et Nous voici, à l'université de Ngaoundere, ici et maintenant pour la console ANSOLECAF.

Permettez-moi de m'acquitter d'un agréable devoir, celui de rendre hommage à une femme qui a encouragé cette conférence, elle a soutenu financièrement cette manifestation, de plus, elle préside personnellement cette cérémonie malgré ses lourdes responsabilités, j'ai nommé le Professeur UPHIE CHINJE MELO, Recteur de l'université de Ngaoundere que je demande d'applaudir

Pour que l'événement que nous célébrons ce jour puisse avoir lieu, il a fallu l'implication et le soutien du Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des sciences agroindustrielles, du

Doyen de la Faculté des Sciences, des directeurs de l'Institut Universitaire de Technologie, et de l'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale de l'Université de Ngaoundéré.

Ainsi que du directeur régional du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie ici représenté par le responsable du campus numérique francophone de Ngaoundere, je demande d'applaudir pour eux. (Applaudissements nourris).

Permettez-moi de présenter un ouvrage qui a été publié et dont le titre est « Energies renouvelables en Afrique Subsaharienne » dont les auteurs sont : Les Professeurs César KAPSEU (ici présent), Noel DJONJANG, Georges ELAMBO NKENG, Dr. Maturin PETSOKO (le plus jeune co-auteur) et Prof. Daniel EGBE (ici présent).

Ce livre a été préfacé par le Professeur Jacques FAME NDONGO, Ministre de l'Enseignement Supérieur et Chancelier des Ordres Académiques et post-facé par le feu Professeur Emerite DOMNGANG Samuel, Président de l'Académie Camerounaise des Sciences jusqu'à sa mort cette année.

Permettez de demander d'applaudir une fois de plus pour ces éminences grises qui ont compris très tôt que la diffusion des informations technologiques est un défi à relever.

Afin d'encourager cette diffusion, j'ai remis solennellement à l'Université de Ngaoundere, à travers Mme le Recteur des exemplaires de cet ouvrage.

Permettez de signaler la mise sur pied d'un réseau local des professionnels des énergies renouvelables sous le parrainage de Monsieur le Délégué régional de la chambre de commerce, d'industrie, des mines et l'artisanat de la région de l'Adamaoua. La création des emplois et des petits métiers par la promotion des énergies renouvelables est un défi de notre temps. Faites confiance à nos compatriotes pour leur savoir-faire ....

Merci pour la confection du cahier des résumés, je souhaite que les actes de la conférence de ce jour soient publiés afin que l'histoire retienne qu'ici il y a eu un événement. En effet, ne dit-on pas que « les écrits restent alors que les paroles s'envolent ».

Je souhaite également qu'une autre ville prenne le relais de Ngaoundere afin de pérenniser les acquis sur les énergies renouvelables. En effet, le Cameroun est connu comme le leader naturel en Afrique centrale. Ce leadership doit se renforcer dans le domaine des énergies renouvelables.

Trois pays de la sous-région Afrique centrale ont manifesté leur intérêt de participer à cette conférence, il s'agit du Congo, de la République démocratique du Congo et du Tchad. Les participants de ces pays ont été soutenus par l'agence universitaire de la Francophonie. Ils sont en route...

C'est sur cette note d'espoir que je félicite tous ceux œuvrent pour la promotion des énergies alternatives afin que vive le réseau africain pour l'énergie solaire en Afrique centrale.

Je vous remercie de votre attention

**KAPSEU César, Professeur**

## MOT DU DIRECTEUR RÉGIONAL AFRIQUE CENTRALE ET GRANDS LACS DE L'AUF

Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré,  
Messieurs les Vice-Recteurs,  
Monsieur le Secrétaire Général,  
Monsieur le Conseiller Technique auprès de Monsieur le Recteur,  
Madame et Messieurs les Directeurs des Services Centraux,  
Madame et Messieurs les Chefs d'Établissement,  
Messieurs les représentants national, régional et international ANSOLE,  
Mesdames, Messieurs les Industriels et partenaires de cette rencontre,  
Mesdames et Messieurs les Responsables administratifs de l'UN,  
Mesdames et Messieurs les enseignants, personnels administratifs et étudiants de l'Université de Ngaoundéré,  
Mesdames et Messieurs, distingués invités,

L'honneur est mien en ce jour où je prends la parole, dans cette auguste enceinte de l'Amphi 150, parée aux couleurs de la science, spécifiquement de la science autour des énergies renouvelables, au nom de Monsieur le Directeur régional de l'Agence universitaire de la Francophonie pour l'Afrique centrale et des Grands Lacs, le **Pr Adel Ben AMOR**.

Avant toute chose, permettez moi de vous transmettre ses vives et chaleureuses salutations à toute la communauté universitaire de Ngaoundéré, aux femmes et hommes de science mobilisés pour cet événement ; et à toute les populations de la Région Château d'eau du Cameroun. Il a à cœur de visiter la ville de Ngaoundéré, qui figure parmi la douzaine de ville de l'Afrique centrale et des Grands Lacs, abritant une implantation de l'AUF. Et l'occasion se profile d'ailleurs déjà à l'horizon.

Également, permettez-moi de vous annoncer l'entrée en fonction dès le 08 décembre prochain, du Pr Slim Khalbous, au poste de Recteur de l'AUF. Pr Slim Khalbous, titulaire d'un Doctorat en Science de Gestion, est Ministre tunisien de l'Enseignement supérieur et de la recherche scientifique. À 48 ans, il prendra les rênes de l'Agence et succèdera ainsi au Pr Jean-Paul de Gaudemar, qui aura passé quatre années à la tête de l'AUF.

**Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré, Imminents femmes et hommes de science, Mesdames et Messieurs,**

L'occasion qui nous réunit ici, en ce jour, à savoir la **6<sup>e</sup> Conférence nationale ANSOLE du Cameroun**, qui porte sur les énergies renouvelables, est une des thématiques prioritaires de l'Agence, relayée par la Direction régionale.

En effet, l'Afrique centrale et les Grands Lacs regorgent d'un immense potentiel en termes d'énergies renouvelables. Il va de soi que les chercheurs se penchent sur les moyens

efficaces permettant de tirer le plein bénéfice pour des populations, pour l'industrie, pour le développement technologique et partant, pour le développement de nos pays. C'est pourquoi, la Direction régionale n'a pas hésité, malgré le caractère spontané et très limité en termes de temps, à accorder une aide substantielle pour la bonne tenue de cette rencontre scientifique, à travers :

- La prise en charge d'un participant extérieur, renforçant ainsi le rayonnement international de la rencontre ;
- Et la contribution à la production du cahier des résumés et des actes du colloque.

Tout ceci a été matérialisé par la signature d'une convention entre les différentes parties. Faudrait-il le rappeler, la relation entre ANSOLE et l'AUF date de fort longtemps. L'on pourrait d'ailleurs se remémorer son lancement, en 2011, où, toujours de manière spontanée et limitée en terme de temps, le Pr KAPSEU a sollicité et obtenu la prise en charge pour un déplacement en Autriche. C'était pour prendre part au Symposium ANSOLE à la Linz Institute of Organic Solar Cells de la Johannes Kepler University.

C'est l'occasion, Madame le Recteur, de saluer la perspicacité et l'efficacité du Pr KAPSEU, qui a toujours su, par ses approches et des mots dont lui seul en a le secret, glaner des ressources nécessaires à la mise en œuvre des activités où il est impliqué. Félicitations Monsieur le Professeur.

Pour ma part, nous attendons de cette rencontre des résultats probants, à la dimension des femmes et hommes de science ici réunis, qui puissent apporter des véritables changements et aussi avancés, afin de permettre à l'Université de jouer effectivement son rôle de « **Moteur de développement des sociétés** » ; tel que définit dans la Programmation stratégique de l'Agence universitaire de la Francophonie.

Avant de clore mon propos, permettez-moi d'annoncer que Monsieur le Directeur régional a décidé de la célébration, l'année prochaine, du **10<sup>e</sup> anniversaire du Campus numérique Francophone de Ngaoundéré**. Il ne vous a effectivement pas échappé que c'est en août 2010, précisément le 06, que le CNF de Ngaoundéré a été inauguré. Ce fût par les Professeurs **Paul Henri AMVAM ZOLLO** et **Jean-Gratien ZANOVI** (paix à son âme), alors respectivement **Recteur de l'Université de Ngaoundéré** et **Directeur du Bureau Afrique centrale pour l'AUF**, en présence d'un parterre d'autorités administratives, traditionnelles, de la communauté universitaire et des populations venues nombreuses accueillir ce fleuron technologique destiné à arimer et à rapprocher le septentrion des diverses opportunités de l'AUF et du monde Francophone. Les manifestations se feront lors de la Journée internationale de la Francophonie, célébrée le 20 mars de chaque année et portera sur les activités sportives, culturelles et scientifiques.

Aussi, toujours en 2020, le CNF de Ngaoundéré est éligible au passage à un **CNEUF (Campus du nouvel espace universitaire Francophone)**, matérialisant le passage à l'échelle des implantations, telle que voulu par la Direction générale de l'AUF. La mise en place d'un incubateur d'entreprises et d'un tiers-lieu ou coworking space dénommé Sahelab, le séjour à Ngaoundéré du Laboratoire de fabrication itinérant dénommée Fablab Mobile, sont

précurseurs à cette transformation. Et c'est avec grand plaisir que nous accueillerons dans ce concentré de technologies, que sera le CNEUF, un atelier sur les énergies renouvelables.

Enfin, nous avons négocié et obtenu de la Direction régionale, l'organisation en fin novembre 2019, d'un atelier de formation au montage des projets internationaux (AUF, Erasmus +, Horizon 2020...) à l'intention des enseignants-chercheurs des Uniservistés de Maroua et de Ngaoundéré. Cet atelier intervient après celui organisé en 2013, à la suite duquel nous avons observé une montée en termes de réponse aux appels à projets.

Madame le Recteur, Mesdames et Messieurs, il ne nous reste plus qu'à souhaiter plein succès aux présents travaux et que continue à prospérer la coopération entre l'AUF et l'Université de Ngaoundéré, incluant les partenaires du monde socio-économique.

Je vous remercie,

**Pr. Adel Ben AMOR**, Directeur Régional Afrique Centrale et Grands Lacs de l'AUF

Représenté par **Dr. Apolinaire BATOURE**, Directeur du Campus Numérique Francophone de Ngaoundéré

## MOT DU DIRECTEUR DE L'ENSAI

Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundere et Représentant du Ministre de l'Enseignement Supérieur

Monsieur le Maire de la Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> ;

Messieurs les Vice-Recteurs de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Secrétaire Général de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Conseiller Technique auprès du Recteur de l'Université de Ngaoundéré ;

Messieurs les Chefs d'Etablissement de l'Université de Ngaoundéré ;

Messieurs les Directeurs des Services Centraux de l'Université de Ngaoundéré ;

Monsieur le Représentant du Directeur régional du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie

Monsieur le Représentant de la chambre de commerce, de l'industrie, des mines et de l'artisanat

Mesdames et Messieurs les participants ;

Chers collègues

Mesdames et Messieurs les invités ;

Mesdames et Messieurs.

Permettez-moi au nom de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agro-industrielles de l'Université de Ngaoundéré de vous souhaiter la bienvenue dans ce bel amphi 150 de notre institution.

Je suis d'autant plus heureux que cette conférence a été un défi compte tenu de la conjoncture. Souriez !!! Vous êtes bel et bien à l'ENSAI de l'Université de Ngaoundéré.

Cette conférence tombe à pic. En effet, le gouvernement camerounais a mis en place depuis 1998 un certain nombre de mesures et réformes visant à sortir en ville mais surtout dans les campagnes, le plus grand nombre de camerounais de l'obscurité et de la salubrité.

D'abord les organes en charge de l'électrification et de l'hygiène : il s'agit de l'Agence de régulation du secteur de l'électricité (ARSEL), de l'Agence d'électrification rurale (AER), du Ministère de l'Eau et de l'Energie (MINEE) avec une direction dédiée aux énergies renouvelables, d'Electricity development corporation (EDC), Energy of Cameroun (ENEO) et Hygiène et Salubrité du Cameroun (Hysacam).

Les initiatives n'ont pas manqué. On peut citer :

Le 1<sup>er</sup> mars 2011 ; première rencontre des professionnels de l'énergie solaire au Cameroun à Yaoundé au Cameroun

Du 18 au 20 mars 2012, les journées du Réseau Africain sur l'Energie solaire et les énergies renouvelables (ANSOLE Days) à Yaoundé au Cameroun

Le projet Jeunes Energies Propres porté par l'Ambassade de France et mis en œuvre par l'Institut français du Cameroun en partenariat avec les ONG et partenaires industriels et soutenu par le gouvernement camerounais

Le 1<sup>er</sup> janvier 2015, démarrage du projet intitulé : valorisation des effluents de la sucrerie et des résidus agropastoraux soutenus par l'Agence universitaire de la Francophonie et l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD). En partenariat avec les universités de Ngaoundéré au Cameroun, de Kinshasa en République Démocratique du Congo et de Sarh au Tchad, de l'Institut de Recherche Agronomique (INRA) de France, de la Société Sucrière du Cameroun (SOSUCAM) et de la Mairie de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> et porté par notre institution avec le concours de l'infatigable Professeur Kapseu dont je salue ici la détermination de toujours porté haut le flambeau de l'ENSAI en particulier et de l'université de l'Ngaoundéré en général.

Le jeudi 28 mai 2015 en effet, la ville de Yaoundé dans la région du centre a accueilli le lancement officiel du projet baptisé « **Promouvoir la biomasse intégrée et les petites hydro-solutions à des fins productives au Cameroun** », d'un coût global de 12,3 millions de dollars US (environ 6,15 milliards FCFA) et visant à réduire le déficit énergétique dans les régions du Littoral et de l'Ouest du Cameroun. Cet important projet énergétique sera conduit par l'Organisation des Nations unies pour le développement (ONUDI) et l'Agence d'électrification rurale (AER), en partenariat avec le Fonds mondial pour l'environnement.

Un projet de 100 milliards a été signé avec les partenaires au développement pour électrifier 1000 villages du Cameroun avec l'énergie solaire

Aujourd'hui, la conférence ANSOLECAM s'ouvre :

Avec le soutien des partenaires institutionnels et industriels ici présents.

Cette conférence contribuera à relever plusieurs défis dont les plus importants sont :

- *Apporter une alternative au déficit énergétique du Cameroun*
- *Réduire les émissions de gaz carbonique à travers la promotion des investissements énergétiques à partir des énergies renouvelables à des fins productives et industrielles.*
- *Aider le gouvernement à renforcer ses capacités pour la planification des projets d'énergies renouvelables*
- *Et atteindre cet objectif dans le cadre du Document de stratégie pour la croissance et l'emploi (DSCE)*
- *Renforcer l'indépendance énergétique du Cameroun avec le développement des énergies renouvelables*
- *Valoriser les déchets et les effluents industriels*

En effet, l'état de l'électrification rurale ou en zone urbaine au Cameroun est le suivant :. Seulement 48% de la population totale du pays a accès aux services électriques, soit 90% des ménages en zone urbaine et seulement 23% des ménages en milieu rural.

Quant aux localités que constituent les collectivités territoriales, la situation est la suivante : Sur les 13 000 localités que compte le Cameroun, seules 3 634 d'entre elles ont accès à l'électricité ; ceci correspond à un taux de couverture de 30%.

Du côté de la société en charge de la production et de la distribution de l'électricité, Eneo, l'on compte 900 000 clients, pour un marché de 2,5 millions de ménages selon les statistiques du Ministère de l'énergie et de l'eau. Le gap est peut être comblé par le développement de la

cogénération dont la sucrerie de canne, la maïserie et l'huilerie sont nanties

Il y a urgence, et les acteurs de ce secteur devraient se mettre plus à l'œuvre et surtout travailler de façon concertée ; Cette conférence offre une opportunité de rencontre et de synergie entre les secteurs public et privé.

Permettez-moi de dire un Merci particulier au Recteur de l'Université de Ngaoundéré, et représentant de Son Excellence Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur, Chancelier des Ordres académiques pour le soutien apporté à ce colloque, sur les plans financier, scientifique et organisationnel

Les partenaires institutionnels tels que l'AUF, la Faculté des sciences, l'Institut Universitaire de Technologie et l'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale sont remerciés pour leur appui multiforme.

Je remercie les partenaires universitaires tels l'institut de Linz en Autriche et l'Université de Ndjamena pour contribution à la coopération sous-régionale pour leur présence parmi nous.

Que tous ceux qui ont contribué d'une manière et d'une autre aux différents comités trouvent ici l'expression de notre reconnaissance.

Merci également à tous les participants pour leur contribution scientifique

Je vous remercie de votre aimable attention

**Prof. NSO JONG Emmanuel**



## MOT DE MADAME LE RECTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRI REPRÉSENTANT DE MONSIEUR LE MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Monsieur le Maire de la Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> ;  
Messieurs les Vice-Recteurs de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Secrétaire Général de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Conseiller Technique auprès du Recteur de l'Université de Ngaoundéré ;  
Messieurs les Chefs d'Etablissement de l'Université de Ngaoundéré ;  
Messieurs les Directeurs des Services Centraux de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Représentant de la chambre de commerce, de l'industrie, des mines et de  
l'artisanat  
Monsieur le Représentant du Directeur régional du bureau Afrique centrale et des grands lacs  
de l'agence universitaire de la francophonie  
Mesdames et Messieurs les participants ;  
Chers collègues  
Mesdames et Messieurs les invités ;  
Mesdames et Messieurs.

Il m'échoit l'honneur de présider personnellement cette cérémonie d'ouverture de la 6<sup>e</sup>  
conférence internationale sur les énergies renouvelables dans le cadre des activités du réseau  
Africain pour l'énergie solaire en abrégé ANSOLE (African Network for Solar Energy).

Les objectifs de cette conférence sont :

- Education and vocational training of African technicians, scientists, experts and students;
- Exchange of students and visiting scientists;
- Mutual research work with various funding institutions;
- Joint publications ;
- Organizing workshops, conferences and meetings in Africa;
- Organizing and implementing programs on Renewable Energy for post-graduate students;
- Promoting capacity building in the use of Renewable Energy in Africa for all;
- Supporting the creation of national renewable energy associations/networks;
- Setting-up of a database on scientists, scientific institutions and businesses operating in Renewable Energy sector in Africa;
- Supporting the establishment of regional vocational training and education centres on Renewable Energy in various regions of Africa;

Les axes stratégiques de cette conférence concernent les points suivants :

- Energie solaire photovoltaïque ;
- Energie hydraulique et éolienne ;
- Energie solaire thermique et système photovoltaïque thermique;

- Bio-énergie ;
- Cellules solaires : diagnostique, fiabilité et durabilité.
- Création des Start-ups

For a very long time, much of the world's energy requirements have been met by digging oil wells and mine shafts, and plundering the Earth's resources, regardless of the resulting detrimental environmental effects. It is vital that we think ahead and find alternative, sustainable sources of energy that will cause less harm to our planet. The potential of renewable energy is huge and the African continent is blessed with an abundance of sunlight. The Sahara alone can generate enough electricity to satisfy the energy demands of Africa and Europe, provided in-depth knowledge and research is applied, and a robust infrastructure is put in place to trap, store, distribute, maintain and use this renewable source of energy. With foresight, determination, dedication and commitment, we can establish a long-term supply of energy on economies of scale and scope.

As scientists, we are determined to conduct research that has immediate practical applications by opening and broadening the energy agenda and by systematically incorporating renewable energies. It is argued that there is still an abundance of fossil fuel and it will not face depletion in the immediate future. However, if we wish to protect our environment for future generations it is imperative that we identify and develop sustainable energy sources, and that is where solar energy and other forms of renewable energies play a huge role, especially if we wish to future-proof our planet. We believe that the dearth or abundance of fossil fuels is irrelevant. It is the fact that as many sources of alternative energy with less damaging impact on the environment as possible must be actively researched, developed and used.

It is because solar energy has an unlimited and indefinite supply potential and can be harnessed with a less negative impact on the environment that both research that involves all the stakeholders and production with economies of scale is critical, brooking no further delay. For this reason, the African Network for Solar Energy (ANSOLE) has been created, an initiative of African scientists for Africa and the rest of the world. ANSOLE is a platform of exchange among various stakeholders who are all devoted to promote in a concerted way the use of various renewable energy forms to address the acute energy problem in Africa while preserving and protecting the environment.

A travers cette conférence, les partenariats universitaires-industriels seront renforcés pour la promotion des énergies renouvelables.

Je suis heureuse de constater que la contribution des partenaires industriels est bien équilibrée, cet équilibre n'est pas le fait du hasard car l'Université de Ngaoundéré a été créée sur le socle du Centre Universitaire de Ngaoundéré qui comprenait l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agroalimentaire du Cameroun (ENSIAAC) et l'Université de Ngaoundéré est un pôle d'excellence pour la promotion de l'innovation. La preuve, elle comporte en son sein : l'UNICE (University Center of Excellences) que vous pouvez visiter afin de nouer des partenariats.

Parmi les participants ont noté une forte implication des anciens de cette Université à cette conférence. Ils ont été bien formés et sont actuellement nos Ambassadeurs sur le terrain.

Permettez-moi de remercier tous ceux qui ont contribué à l'organisation de cette conférence. Je pense :

- Au Comité Local d'Organisation, coordonné par le Pr Martin Kamta (point focal d'ANSOLE à Ngaoundéré), et le Pr. César Kapseu (Représentant régional de ANSOLE pour l'Afrique Centrale) et toute leur équipe ;
- Au Comité National (Dr Aloyem) et International d'Organisation (Pr. Daniel Ayuk Mbi Egbe) dont la présence ici avec une forte délégation allemande est un signe de reconnaissance pour l'excellente relation entre le Cameroun et l'Allemagne

Mes remerciements vont également :

- au Comité Scientifique ;
- aux partenaires institutionnels à savoir : la Faculté des Sciences, l'Institut Universitaire de Technologie, l'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale de l'Université de Ngaoundéré.
- A la direction régionale du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie

Un merci particulier à l'institution hôte, j'ai nommé l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI) pour l'accompagnement de cette conférence.

Merci pour votre soutien multiforme

Tout en vous souhaitant un agréable séjour en terre Ngaoundéréenne, je déclare ouverts les travaux de cette conférence internationale sur les énergies renouvelables.

Je vous remercie de votre aimable attention

**Prof. UPHIE CHINJE MELO**

## CONFERENCES PLEINIÈRES

---

### **Plénière 1 : Capacity Building and Research in Renewable Energy in Africa: Measures Necessary to Attain International Standards**

Daniel Ayuk Mbi Egbe

*International Coordinator of ANSOLE & BALEWARE, ANSOLE e.V., Wagnergasse 25, 07743 Jena, Germany.* Email: [Daniel.egbe@ansole.org](mailto:Daniel.egbe@ansole.org)

### **Plénière 2 : Incubateur d'entreprise : réalité et illusion**

Kapseu Cesar<sup>1</sup>, Nso J. Emmanuel<sup>2</sup>,

ENSAI de l'Université de Ngaoundéré B.P: 455 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>1</sup>Tel: 694 77 22 14/677 64 12 11 courriel : [Kapseu@yahoo.fr](mailto:Kapseu@yahoo.fr),

<sup>2</sup>Tel: 679828800 / 699546227; courriel: [nso\\_emmanuel@yahoo.fr](mailto:nso_emmanuel@yahoo.fr)

## 1- Capacity Building and Research in Renewable Energy in Africa: Measures Necessary to Attain International Standards

EGBE Mbi Ayuk Daniel

International Coordinator of ANSOLE & BALEWARE, ANSOLE e.V., Wagnergasse 25, 07743 Jena, Germany.

Email: [Daniel.egbe@ansole.org](mailto:Daniel.egbe@ansole.org)

### Abstract

Despite huge energy potentials in Africa, the energy production costs are high and the consumption is low as compared to other World regions. Less than 40 % of Sub-Saharan Africans have access to electrical energy. Lack of electrical energy paired with lack of infrastructure hampers the rapid development of the continent. However, Africa cannot embark on the same path as Europe, USA and China for its development by relying only or strongly on non-environment-friendly energy sources. This is imperative in order to achieve the Sustainable Development Goals (SDGs) (2016-2030) and the resolution of COP 21 of maintaining the world temperature rise not above 2 °C. The appropriate use of the abundant solar energy and other renewable energy sources can be regarded as a solution to the African energy problem. This requires highly qualified human resources at all levels. According to the present President of the African Development Bank, Dr Akinwumi Adesina „*Africa must prepare its people for the jobs of the future, not those of the past. Africa must accelerate higher education, and vocational and technical training in building the skills of the future. In particular, greater emphasis should be placed on digitalisation, mathematics, material sciences, biotechnology, engineering, artificial intelligence, robotics and quantum computing. These areas will dominate the industrial revolution in the near future. And Africa must not be behind*“ For its development, the African continent needs to be strong in research and development (R&D). And this is a significant challenge. According to UNESCO, regional averages of GDP shares committed to R&D are 2.1% for East Asia and the Pacific, 2.4% for North America and Western Europe, and a vanishing 0.4% for Sub-Saharan Africa. This explains the focus on theoretical research in most Sub-Saharan African Universities. Even the recent creation of regional African Centers of Excellence (ACE) financed by the World Bank Group or the Pan African Universities (PAU) financed by the African Union Commission with support from Western donor countries has not brought significant changes in favor of experimental research. African states recently pledged 1% of their GDP for R&D, which needs to be implemented immediately in order to bring substantial changes in the research landscape. This lecture outlines measures necessary for African Universities attain international standards in the era of climate change debates and the 4th industrial revolution

(4IR) taking into account existing budgetary constraints.

### Short biography



**Prof. EGBE Mbi Ayuk Daniel** was born on 20<sup>th</sup> May 1966 in Mambanda-Kumba, South-West Region of Cameroon. He lost his mother at the age of 6, which forced him, as the youngest of 6 children, to move to Yato (Bomono) close to Douala, Littoral Region of Cameroon, to live with an aunt. While in Yato, he attended the Ecole Apostolique de Yato (a bilingual primary school) (1973-1976), then the Ecole Apostolique de Bekoko (1976-1977) and finally the Ecole Publique de Bomono-Gare (1977-1979), where he obtained the

Francophone First School Leaving Certificate (CEPE) in June 1979 and passed the Francophone Common Entrance Exams (Concours d'Entrée en Sixième) for the Bilingual High School (Lycée Bilingue) of Molyko-Buea. At Molyko he was privileged to be one of the few Cameroonians to attend the "tough Form 3 and Form 4 bilingual classes". He obtained the Francophone BEPC in 1983 with distinction, then the Francophone Probatoire C in 1985. In 1986 he was the only Cameroonian who succeeded in both Francophone Baccalaureat C and Anglophone GCE-Advanced Level (in 3 papers). Despite a preselection for a Cameroonian scholarship to study an engineering field in Britain and all efforts made to achieve this goal, destiny directed him to enroll at the then University of Yaounde (presently University of Yaounde 1), where he obtained his BSc in Physics and Chemistry (Organic Chemistry as major) in 1991 with honours. While in Yaounde he took German language classes at the Goethe-Institute from 1987 till 1990, and obtained 4 German language certificates and was able to spend 6 weeks intensive language course in Ludwigsburg Germany in the summer of 1988. With the support of the German missionary family, Peter and Esther Schneider, of the Full Gospel Mission in Yaounde, he moved to Germany in October 1992, where he obtained a MSc (Diplom) and PhD in Chemistry in 1995 and 1999, respectively, from the Friedrich-Schiller University (FSU) of Jena. He was awarded the DAAD-Prize for the best foreign student at the FSU Jena in 1996. He completed his Habilitation in Organic Chemistry at the same institution in 2006. He is recorded as the first Cameroonian to complete a Habilitation in Chemistry in Germany! From 2006 to 2008, he spent postdoctoral stays at the Max Planck Institute for Polymer Research in Mainz, Germany, the Technical University of Eindhoven in Holland, and at the Technical University of Chemnitz, Germany. In 2009 he moved to the Johannes Kepler University Linz, Austria, where he is presently member of the Institute of Polymeric Materials and Testing (IPMT). Egbe's main research interest is the design of semiconducting materials for optoelectronic applications. He is a member of Organic Electronics Association (OE-A), and a board member of the World University Service (WUS) in Germany. He is the initiator of the German-Cameroonian Coordination Office, initiator and International Coordinator of the African Network for Solar Energy (ANSOLE) ([www.ansole.org](http://www.ansole.org)), initiator and chairperson of ANSOLE e.V., an institution legally representing ANSOLE, and initiator of the Cameroon Renewable Energy Network (CAMREN). He also initiated and coordinates the research platform BALEWARE (Bridging Africa, Latin America and Europe on Water and Renewable Energies Applications) ([www.baleware.org](http://www.baleware.org)). His capacity building activities of ANSOLE have enabled him travel to many African countries, where he has co-organized more than 27 scientific events (in 14 countries) thanks to his ability to **bridge** people of different cultures and backgrounds. From 2015 till 2017 he was member of the scientific council of the "Ecole Supérieure des Métiers des Energies Renouvelables (ESMER), in Benin. From 2015 till 2016 he was part of the team which developed research programs at the Pan African University Institute of Water and Energy Sciences (including Climate Change) (PAUWES) in Tlemcen, Algeria, an institution of the African Union. Since 2015 he is an Independent Evaluator for the World Bank Group and African governments in the selection process of the African Centres of Excellence (ACEs) and African Host Universities (AHUs) with corresponding eligible students in the frame of PASET (Partnership for skills in Applied Sciences, Engineering and Technology)- RSIF (Regional Scholarships and Innovation Fund)-Programme. In 2016 he was appointed the first Distinguished Brian O'Connell Visiting Fellow of the University of the Western Cape, South Africa, in recognition for his outstanding contribution in human capacity building in Higher Education in Africa. He was initiator and director of the VolkswagenStiftung-sponsored Summer Schools on "Sustainable Energetics for Africa" (2015-2017). He is presently visiting lecturer/Professor at various African

universities. At the end of 2018, he was honored with the Africa Recognition Award 2018 by the African Community of Erfurt, capital city of Thuringia in Germany. He has published till more than 120 peer-reviewed articles in renowned journals and (co)supervised numerous international students from Africa and elsewhere. His publications have been cited more than 3000 times and he has a H-index of 31. He speaks 5 languages and is father of 4 children. He is a believing christian who enjoys dancing Salsa!

**Contact:** Email: [Daniel.egbe@ansole.org](mailto:Daniel.egbe@ansole.org). WhatsApp: +4917620925862. Skype: danielegbe1

## 2- INCUBATEUR D'ENTREPRISE : REALITE ET ILLUSION

**KAPSEU César<sup>1</sup>, NSO J. Emmanuel<sup>2</sup>,**

ENSAI de l'Université de Ngaoundéré B.P: 455 Ngaoundéré, Cameroun

<sup>1</sup>Tel.: 694 77 22 14/677 64 12 11 courriel : [Kapseu@yahoo.fr](mailto:Kapseu@yahoo.fr),

<sup>2</sup>Tel: 679828800 / 699546227; courriel: [nso\\_emmanuel@yahoo.fr](mailto:nso_emmanuel@yahoo.fr)

### **Résumé :**

Un incubateur d'entreprises ou un accélérateur de startup est une structure d'accompagnement de projets de création d'entreprise. L'incubateur peut apporter un appui en termes d'hébergement, de conseil et de financement, lors des premières étapes de la vie de l'entreprise. Selon le lexique financier, un incubateur est un fonds d'investissement spécialisé dans l'accompagnement des star-ups. L'incubateur pourra mettre à disposition un local, des services rémunérés par quelques pourcents du capital. Les appuis financiers : il s'agit de subventions, d'avances remboursables, de cautions et garanties, d'accès au capital- risque. Le conseil et la formation : la sensibilisation et la formation à la création d'entreprises, les différents types de conseils spécialisés ou généralistes apportés aux entrepreneurs se sont multipliés. Le soutien logistique : Il s'agissait de mettre à disposition des jeunes entreprises un hébergement dans des locaux adaptés et flexibles pour une période temporaire et des services administratifs, en temps partagé. Les incubateurs appartiennent aux catégories suivantes: la création d'emplois, le développement d'activité économique via la création d'entreprises le profit, le transfert et la valorisation de technologies, la revitalisation de zones en difficulté ou en reconversion, la diversification du tissu industriel, la promotion de certaines filières d'activité, la promotion de certaines catégories de populations à l'exemple des jeunes. Les revenus peuvent venir d'une large palette de moyens : loyers et services aux entreprises en incubation, services extérieurs, subventions en argent ou en nature, sponsoring, revenus différés (royalties et actions). La détermination de soutenir les incubateurs revêt un caractère prioritaire compte tenu des enjeux. Quelques sources de financement des start ups sont présentées. Il ressort que les jeunes ne profitent pas suffisamment des opportunités à l'échelle nationale et internationale.

**Mots clés :** start up, jeunes, financement, création des richesses



## **SOMMAIRE**

### **INTRODUCTION**

### **I- CONCEPTS DES INCUBATEURS**

### **II- FINANCEMENT DES INCUBATEURS**

#### **INTRODUCTION**

- Un incubateur d'entreprises ou un accélérateur de startup est une structure d'accompagnement de projets de création d'entreprise.
- L'incubateur peut apporter un appui en termes d'hébergement, de conseil et de financement, lors des premières étapes de la vie de l'entreprise.

un fonds d'investissement spécialisée dans l'accompagnement des star-ups.

- L'incubateur pourra mettre à disposition un local des services rémunérés par quelques

### **I- CONCEPTS DES INCUBATEURS**

# Les axes d'appui

- Les appuis financiers :  
il s'agit de subventions, d'avances remboursables, de cautions et garanties, d'accès au capital- risque.
- Le conseil et la formation :  
la sensibilisation et la formation à la création d'entreprises, les différents types de conseils spécialisés ou généralistes apportés aux entrepreneurs se sont multipliés.
- Le soutien logistique :

## 1. Les promoteurs :

Il y a une très grande variété de promoteurs publics et privés qui interviennent dans le domaine de l'incubation.

les promoteurs ne créent pas un incubateur en

## 2. Les missions et objectifs :

- En général, les objectifs que servent les incubateurs appartiennent aux catégories suivantes :
- la création d'emplois
- le développement d'activité économique via la création d'entreprises le profit
- le transfert et la valorisation de technologies
- la revitalisation de zones en difficulté ou en reconversion

## Caractéristiques des incubateurs

### 3. Le type de projets :

- Les incubateurs peuvent être généralistes ou spécialisés dans un secteur.
- Ils peuvent également s'adresser à des populations particulières : étudiants, minorités, accueil d'entreprises étrangères, salariés d'une entreprise existante, etc.

## Caractéristiques des incubateurs

### 4. Les de services offerts :

Les incubateurs peuvent offrir cinq grands types de fonction :

- l'immobilier et la gestion de cet immobilier :
- les services de base, souvent en temps partagé : secrétariat, accueil, salles de conférences, cafétéria, lignes à haut débit, etc.
- les services de conseils et d'assistance
- La formation aux divers aspects du management et le

## Caractéristiques des incubateurs

### 5. Le modèle de financement :

Il s'agit des sources de financements de l'incubateur comprenant l'investissement et l'exploitation en phase de démarrage et de maturité. Les revenus peuvent venir d'une large palette de moyens :

- loyers et services aux entreprises en incubation
- services extérieurs
- subventions en argent ou en nature
- sponsoring
- revenus différés (royalties, actions

### 1. Les incubateurs de développement économique local

Leur objectif est de participer à la stimulation de l'activité économique locale en facilitant la création d'entreprises, la création d'emplois, en créant une image positive et un lieu de

### Les grands groupes d'incubateurs

#### 2. Les incubateurs académiques et scientifiques

On peut trouver, en terme de structures, les configurations suivantes :

- Ils peuvent appartenir à l'Université, et être situés sur le campus ou en dehors du campus.
- Ils peuvent être reliés aux laboratoires et spécialisés dans les start-up technologiques. Ils peuvent également être généralistes.
- Ils peuvent être reliés à plusieurs universités ou facultés
- Ils peuvent être des incubateurs internes d'un établissement ou d'une université, réservés aux étudiants
- Il peut s'agir d'incubateurs sans murs sous forme de programmes d'appui à la création d'entreprises

### 3. Les incubateurs d'entreprises (CORPORATE)

Ce sont des considérations liées à la fois par la stratégie générale de l'entreprise ou aux politiques d'innovation et de ressources humaines qui ont dicté l'apparition d'incubateurs dans les grandes entreprises.

*Le rôle des incubateurs est donc de devenir un*

## Types d'incubateurs

### 4. Les incubateurs d'investisseurs privés

les financements en fonds propres des entreprises de croissance, lors des premières années de démarrage, sont assurés, successivement et avec une sélectivité croissante, par trois catégories de sources complémentaires :

- Les fondateurs, famille et amis (capital de proximité)
- Les Business Angels
- Les Sociétés de Capital-Risque

## rôles

- L'Incubateur propose aux entrepreneurs innovants un accompagnement personnalisé sur une période de 6 à 24 mois, des formations et des expertises, des facilités d'hébergement et dans certains cas l'attribution d'une avance remboursable.
- Il soutient et accompagne majoritairement les projets issus ou en lien avec la recherche publique française.
- L'Incubateur est soutenu par le Ministère de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur, le Conseil régional PACA, les conseils départementaux des Alpes-Maritimes et du Var, la métropole Nice-Côte d'Azur, la communauté urbaine Toulon-Provence-Méditerranée, et les communautés d'agglomération de Sophia-Antipolis et du Pays de Grasse ainsi que la Ville de Cannes.
- Il œuvre pour le développement du tissu économique local à forte valeur ajoutée et ne prend pas part au capital de la future société.

## Fonctionnement

- Les chargés d'affaires recueillent les candidatures à l'incubation, procèdent à une
- Plusieurs comités de sélection ont lieu dans l'année. Les porteurs y présentent leurs projets, sur lesquels le comité émet un avis consultatif.
- Ce sont ensuite les membres du bureau, qui a

## II- FINANCEMENT DES INCUBATEURS

### PROJET

- Montant total du projet:
- Montant total sollicité:
- Montant total du cofinancement (apport personnel en nature ou en espèce à préciser):

### PARTENAIRES DU PROJET (éventuellement)

#### • II.1 PARTENAIRES ACADEMIQUES DU PROJET

##### • **Établissement partenaire:**

- Nom de l'établissement :
- Adresse postale :
- Civilité, nom et prénom du plus haut responsable :
- Adresse électronique :
- Téléphone :

### 5. PARTENAIRES DU PROJET (éventuellement)

#### II.1 PARTENAIRES NON ACADEMIQUES DU PROJET

##### • **Partenaire non académique :**

- Nom de la structure :
- Adresse postale :
- Civilité, nom et prénom du plus haut responsable
- Directeur Général, Président, ....
- Adresse électronique :
- Adresse téléphonique :
- NB : possibilité d'indiquer plusieurs partenaires.

## II. 2. DOCUMENTS A JOINDRE AU DOSSIER

- 1 : Projet détaillé
- 2 : CV du porteur du projet
- 3 : Liste des participants au projet et leurs rôles
- 4 : Plan du site du projet ou autres éléments pertinents sur le projet (éventuellement)

### III- Les projets seront évalués selon les critères suivants :

Critères	Notes	Notes maximales
Caractère innovant de la technologie ou du service (avantages concurrentiels liés à cette innovation)		/20
Correspondance en les objectifs du projet et la vision de l'incubateur		/15
Degré de maturité des projets		/10
Degré d'appréhension suffisant de la faisabilité économique et financière du projet (secteur, cible, accès au marché, coût...)		/10
Etat de la propriété intellectuelle (liberté d'exploitation)		/5
Approche genre		/10
Impact socio-économique		/20
Proximité territoriale		/10
<b>TOTAL/100</b>		<b>100</b>

## III- CAS DE L'ENSAI

### 1. DONNÉES

- **Titre du projet :**
- **Durée du projet :**
- **Mots-clés:** Mot-clé 1, Mot-clé 2 , Mot-clé 3 :
- **Porteur du projet** (les incubateurs sont ouverts aux projets émanant non seulement des Universités mais aussi des milieux extra-universitaires, axés prioritairement sur l'agro-alimentaire et les industries connexes).



## 1. DONNÉES

- Civilité Mme M.
- Nom :
- Prénom :
- Niveau d'études :
- Filière :
- Diplôme :
- Adresse électronique :
- Adresse téléphonique personnel:
- Etablissement:
- Municipalité/Ville/Département/Région : 27

## 2. DESCRIPTION DU PROJET

- Discipline principale :
- Sous-discipline(s) :
- **Résumé du projet:** (Maximum 1000 caractères)
- **Problématique générale (état de l'art):**
- **Justification du projet :** (Maximum 1000 caractères)
- **Objectifs spécifiques du projet :** (Maximum 1000 caractères)
- **Publics visés par le projet :** (Maximum 1000 caractères)
- **Liste des activités prévues :** (Maximum 1000 caractères)

## 2. DESCRIPTION DU PROJET

**Méthodologies employées :** (Maximum 1000 caractères)

**Résultats attendus :** (Maximum 1000 caractères)

**Indicateurs de résultats** (Maximum 1000 caractères)

**Conditions de la poursuite de projet (une fois les financements terminés :** (Maximum 1000 caractères)

## 2. DESCRIPTION DU PROJET

**Plan de valorisation du projet :** (Maximum 1000 caractères)

**Difficultés prévisibles du projet :** (Maximum 1000 caractères)

**Site du projet :**

**Lieu dit :**

**Région :Département, Arrondissement, Village**

**Bibliographie du projet (éventuellement) :**

30

## 3- INFORMATION SUR LE MARCHÉ

- Information sur le marché
- Avantages concurrentiels
- Information sur la concurrence

## Remerciements

- MINESUP
- MINPMEESA
- ENSAI
- Mairie de Ngaoundéré
- ANSOLE
- CPF

## Visite de L'incubateur de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré par Monsieur le Ministre MINPMEESA



33

### Short biography



Kapseu Cesar is a Professor at the National School of Agro-industrial Sciences of the University of Ngaoundere; He was head of the Department of Chemical Engineering and Engineering from 1994 to 2006 in the same institution. He held several international positions including Representative Saharan Africa Network Committee Process Engineering researchers applied to the Food Industry of the Agence Universitaire de la Francophonie, AUF (2000-2006); Member of the Committee of Experts in Central Africa Office AUF (2000-2005); Member of the Board of Section VI "bio-Processes and Post-harvest technologies" of the International Commission of Agricultural Engineering; Member of the Board of the International Symposium series on Drying (IDS'); Scientific Advisor to the International Foundation for Science (Sweden); Associate professor at the National Polytechnic Institute of Lorraine (Nancy, France); Regional representative of the African Network for Solar Energy in Central Africa. He has won several national and international scientific awards including the Scientific Award of the AUF (1997), Knight of Merit of Cameroon (2005); ATLAS / AAI (USA) Alumni Award 1999 Medalist Chevreul (Paris, France) in 2009 ; Member of the Academy of Sciences of Cameroon from 2009, Albert Einstein Award for Excellence (ABI, USA) in 2011, Ambassador of Sciences (TWAS, UNESCO) in 2013; Officer of the Order of Merit in Cameroon 2009. He is author of 266 scientific publications, including 10 books His latest works focus on renewable energies in Sub-Saharan Africa in 2012, Cane Sugar in sub-Saharan Africa. processes and trades in 2014 and Valorisation of industrial and agro-process wastes in 2015.

# RESUMES ET TEXTES SCIENTIFIQUES

## 1- Design of an economic Mill with PV/Grid Power supply for the Production of Corn and Millet Flour in the Low Electricity Zones of the Far North of Cameroon

MENGA Francis-Daniel<sup>1\*</sup>, OWONA J.L.<sup>1</sup>, ABDOULAZIZ<sup>1</sup>, INOUSS MAMATE<sup>1</sup> and KAYO Styve<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>National Committee for Technology Development (CNDT), Ministry of Scientific Research and Innovation,  
PO. Box 1457 Yaounde – Cameroon

### Abstract:

Corn and millet are among the most widely grown cereals in Cameroon [1]. In the human diet, they are consumed in several forms (cooked, grilled or salad). But their transformation in the form of flour is very convenient. Several techniques exist. But of our use of the electric machine is more recommended for electrified areas. However, the country is experiencing a rate of electrification of localities of 4 to 40%. The northern zone is the least electrified with a rate of less than 15% (Master Plan for Rural Electrification 2015). In particular, the Far North region with an electrification rate of 4.75% and has the highest frequency of electricity interruption. The objective of this work is to design an economic mill with PV supply / electrical network for the production of corn flour and millet in the weakly electrified areas of the Far North of Cameroon. The design of the "solar mill" is the second step of the project to model the proposed system to ensure better energy management in this proposed system. At the end of this step, it is a question of bringing out a virtual prototype. Which can be: Hybrid (ie the mill can be connected to various sources of electrical energy such as solar power, generators and / or electric power from the national grid) Intelligent (so that the rotational speed of the electric motor chosen is proportional to the amount of corn or millet in the mill). Economical (that is to say that the losses of electrical energy related to the starting and running of the electric motor are limited).

**Keywords:** Solar radiation, photovoltaic power, temporal prediction, artificial neural network.

### Références

- [1] Institut National de la Statistique, « Annuaire Statistique du Cameroun ». 2015.
- [2] MINEE, « la situation énergétique du Cameroun ». 2014.
- [3] G. TCHATAT, « cameroun – contribution a la preparation du rapport national pour la formulation du livre blanc regional sur l'accès universel au x services energetiques integrant le developp ement des energies renouvelables et de l'efficacite energetique ». 2014.
- [4] GRET, « LE MOULIN SOLAIRE ». août-2011

### Short biography



Dr MENGA Francis-Daniel is a Cameroonian. He received a PhD degree in Energetic and Environment from the University of Maroua, Cameroon un 2018. He is a researcher un the National Committee for Development of Technologies, Ministry of Scientific Research and Innovation. He is interested by the renewable energy, espacially in wind and solar conversion systems. He is also an author of some scientific publications. **Contact:** [danielmenga6@gmail.com](mailto:danielmenga6@gmail.com)

## **2- Evaluation de la qualité de l'énergie dans un système photovoltaïque / batterie autonome alimentant un moteur asynchrone via un variateur de vitesse**

### **Power quality assessment in a stand-alone photovoltaic / battery system supplying an asynchronous motor through an adjustable speed drive**

**E. Tchoffo Houdji, D. Yamegueu, G.B. Tchaya, Martin Kamta, Haman-Djalo, G. J. Kayem**

#### **Résumé :**

La question de la qualité de l'énergie électrique gagne en importance à mesure que la société dépend de plus en plus de l'alimentation électrique. Par exemple, une petite panne d'électricité pourrait avoir un impact économique important sur les consommateurs industriels. Plus généralement, les nouveaux équipements sont plus sensibles aux variations de qualité de l'énergie. Dans cet article, nous évaluons l'influence des fluctuations de l'irradiance sur la qualité de l'énergie d'un système photovoltaïque / à batterie alimentant un moteur asynchrone. En particulier, les distorsions harmoniques de courant et de tension sont prises en compte. Les paramètres de distorsion harmonique, les paramètres de puissance électrique du système et l'irradiance ont été collectés simultanément à l'aide d'un analyseur de puissance et d'un pyranomètre. Un variateur de vitesse a été utilisé pour appliquer une commande vectorielle au moteur fonctionnant dans ses conditions nominales. Le système PV / batterie a été configuré pour que la puissance active du moteur soit constante tout au long de l'expérience. L'analyse des données montre que lorsque le rayonnement solaire diminue, les paramètres de distorsion harmonique et la puissance réactive du moteur augmentent linéairement et inversement. Le moteur commandé génère des distorsions harmoniques de courant et de tension avec des amplitudes supérieures à celles recommandées par les normes IEEE. Les harmoniques de rang 5, 7 et 11 sont la composante principale du contenu harmonique. Le moteur commandé se comporte comme une charge capacitive pour un éclairage énergétique d'environ 800 W / m

**Mots clés :** Variateur de vitesse réglable, moteur asynchrone, distorsion harmonique, qualité de l'alimentation, système PV / batterie.

#### **Abstract:**

The issue of electric power quality is gaining importance as the society is increasingly becoming dependent upon the electrical supply. For example, a small power outage could have a great economic impact on industrial consumers. More generally, new equipments are more sensitive to power quality variations. In this paper, the influence of the irradiance fluctuations on the power quality of a photovoltaic / battery system powering an asynchronous motor is assessed. Especially, the current and voltage harmonic distortions are considered. The harmonic distortion parameters, the electric power parameters of the system, and the irradiance were collected simultaneously using a power analyzer and a pyranometer. An adjustable speed drive was used to apply a vector control to the motor operating under its

nominal conditions. The PV/battery system was configured so that the motor active power is constant throughout the experiment. The data analysis shows that when the solar irradiance decreases, the harmonic distortion parameters and the reactive power of the motor increase linearly and vice versa. The controlled motor generates current and voltage harmonic distortions with amplitudes higher than those recommended by the IEEE standards. The harmonics of rank 5, 7 and 11 are the main component of harmonic contents. The controlled motor behaves as a capacitive load for irradiance about 800 W/m<sup>2</sup>.

**Keywords**-- Adjustable speed drive, asynchronous motor, harmonic distortion, power quality, PV/battery system.

## INTRODUCTION

## CONTEXTE DE L'ETUDE

➔ **Le déficit énergétique en Afrique Subsaharien est important. (IEA, 2018)**

Tableau 1: Taux d'accès à l'énergie électrique en Afrique

SOURCE: IEA, Energy Access Outlook 2017

	Rate of access						Population without access (million)
	National				Urban	Rural	
	2000	2005	2010	2016	2016	2016	
<b>Africa</b>	34%	39%	43%	51%	77%	31%	600
North Africa	90%	96%	99%	100%	100%	99%	<1
<b>Sub-Saharan Africa</b>	23%	27%	32%	42%	71%	22%	600
Central Africa	10%	15%	21%	25%	50%	5%	98
<b>Cameroun</b>	20%	47%	49%	63%	94%	21%	9
East Africa	10%	17%	21%	35%	66%	25%	184
West Africa	33%	37%	42%	52%	80%	28%	175
South Africa	66%	81%	83%	86%	87%	83%	8
Other Southern Africa	14%	16%	22%	31%	65%	13%	135

30/10/2019

3

## INTRODUCTION

## CONTEXTE DE L'ETUDE

➔ **Gisement solaire abondant; Moyenne énergie solaire: 5,62 à 6,60kWh/m<sup>2</sup>/j . (Njomo et Wald, 2007; Ayompe et Duffy, 2014).**

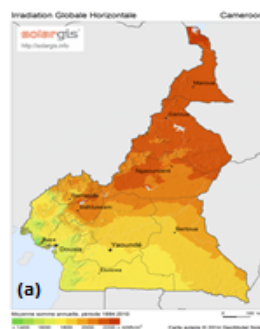


Figure 1:



(CERNA, MINES ParisTech, Working Paper 13-ME-03, 2013)

➔ **Coût des panneaux solaires en baisse au fil des années (230FCFA/Wc ou moins en 2017 (IRENA, 2018) et environ 288FCFA/kWh vers 2020 (CERNA, 2013))**

30/10/2019

4

## INTRODUCTION

### CONTEXTE DE L'ETUDE

- ❖ la vulgarisation de la technologie photovoltaïque reste limitée par de nombreuses contraintes technologiques.
- ❖ En effet, l'insertion des charges électriques aussi bien linéaires que non linéaires dans les systèmes photovoltaïques autonomes fait face à de nombreux défis liés :
  - à la nature même de la source d'énergie (sources intermittentes en fonction des paramètres météorologiques)
  - aux spécificités de ces charges électriques.
- ❖ Dans le cas des charges non linéaires comme les moteurs électriques, les défis à résoudre sont liés à la fois au type de la machine électrique et à la nature de la charge entraînée.

## INTRODUCTION

### CONTEXTE DE L'ETUDE

### Source d'énergie photovoltaïque inappropriée pour alimenter directement un moteur AC

#### ❑ Source intermittente

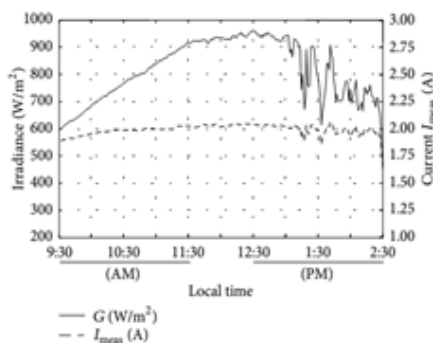


Figure 2: Variations du courant dans une charge résistive avec l'irradiance à Ngaoundéré (Dandoussou *et al.*, 2015)

- ✓ Source rendue permanente par des dispositifs de stockage comme les batteries, les supercondensateurs, etc. (ZERHOUNI *et al.* (2010), Gailly *et al.* (2011), Camara *et al.* (2011))

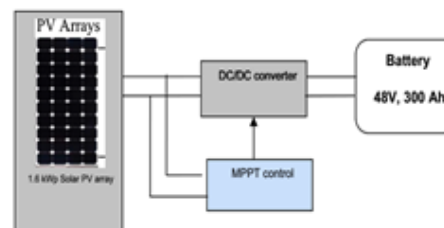


Figure 3: Synoptique système PV de charge de batterie (Mohanty *et al.*, 2014)

30/10/2019

6

## INTRODUCTION

### CONTEXTE DE L'ETUDE

### Source d'énergie photovoltaïque inappropriée pour alimenter directement un moteur AC

#### ❑ Courant important de démarrage des moteurs AC; 5 à 7 fois le courant nominal (WILDI *et al.*, 2005)

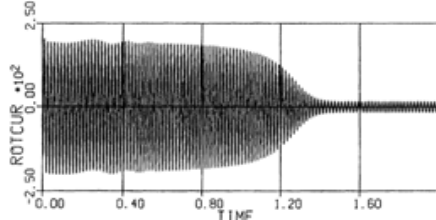


Figure 4: variation du courant statorique au démarrage direct d'un moteur asynchrone (Trzynadlowski, 1994)

- Ce qui provoque une chute importante de tension due à l'impédance de la ligne (Kusko et Thompson, 2007)
- Batteries solaires non construites pour des charges et décharges rapides impliquant des courants élevés comme le cas des batteries de démarrage (Dillenseger, 2004)
- ✓ Techniques de commande (vectorielle, scalaire, direct du couple, ...) contribuent à améliorer les performances et la fiabilité du moteur asynchrone dans les systèmes PV (Paladugu *et al.* (2007), Zarour *et al.* (2008), Oguz *et al.* (2011))

- Courant de démarrage ramené entre 1 à 1,5 fois le courant nominal (Weinbissinger, 2010)

30/10/2019

7



## INTRODUCTION

## PROBLEMATIQUE

- L'alimentation d'un moteur AC par une source photovoltaïque fonctionne mal à cause de sa nature intermittente et du courant élevé de démarrage du moteur
- L'utilisation des convertisseurs statiques de puissance induit des problèmes de la qualité de l'énergie du système électrique d'alimentation du broyeur.



**Quelle est l'influence des fluctuations de l'irradiance sur les paramètres de la qualité de l'énergie d'un système PV/batterie d'alimentation d'un moteur asynchrone via un variateur de vitesse?**

30/10/2019

8

## INTRODUCTION

## OBJECTIFS

- Etudier l'effet des fluctuations de l'irradiance sur les paramètres de la qualité de l'énergie d'un système PV/batterie d'alimentation d'un moteur asynchrone via un variateur de vitesse.
- Rechercher les fréquences des harmoniques de tension et de courant auxquelles les filtres d'harmoniques doivent être accordés.

## MATERIEL ET METHODES

## MATERIEL



(a) Champ PV



(b) Parc de batteries et d'onduleurs



(c) Variateur de fréquence



(d) Moteur asynchrone



(e) Dynamo-génératrice et le banc de charge résistive



(f) Analyseur réseau

**Figure 5:** Liste du matériel utilisé

**Tableau 1:** Caractéristiques des équipements

Equipements	Caractéristiques
Champ photovoltaïque	7,35kWc
Parc de batterie Pb-acide	3600Ah
Onduleur/chargeur (Xtender)	3 x 5kVA
Onduleur réseau (SMA)	3 x 5kVA
Variateur de vitesse (ATV32HU55N4)	5,5kW, 400V
Moteur asynchrone triphasé	4,5kW; 400V; 14A; 1395rpm; cosPhi 0,76
Génératrice à courant continue	3kW, 1500rpm
Banc de charge résistive	4kW

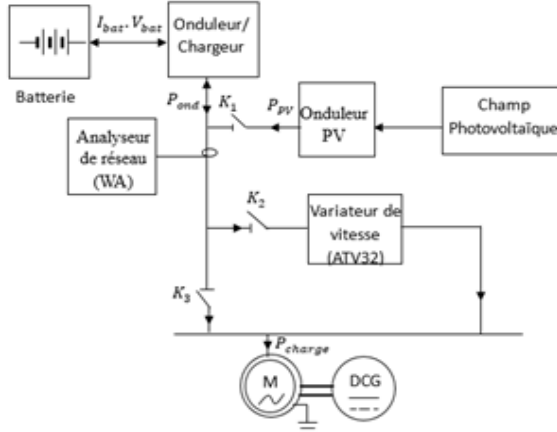
31/10/2019

10

MATERIEL ET METHODES

METHODES

□ Diagramme de la configuration du système expérimental



Légende :

$K_1$  à  $K_3$  : sectionneurs ;

: Moteur asynchrone

: Génératrice à courant continu ;

: Liaison mécanique;

: Pince ampèremétrique de l'analyseur de réseau ;

: Sens de circulation du courant ou de la puissance électrique dans le système.

$P_{pv}$  : Puissance de sortie du générateur PV ;

$P_{ond}$  : Puissance de sortie de l'onduleur/chargeur ;

$P_{charge}$  : Puissance active du MAS.

➤ A tout instant:

$$P_{ond} = P_{bat} = V_{bat} \cdot I_{bat} \cdot \eta_{ond} \quad (1.1) \quad 15$$

Figure 6: Synoptique du montage réalisé pour les manipulations

30/10/2019

MATERIEL ET METHODES

METHODES

□ Paramètres d'étude:

- Les taux de distorsion harmoniques individuels de la tension ( $V_h$  ou  $U_h$ ) et du courant ( $I_h$ )
- Les taux de distorsion harmoniques totaux de la tension ( $THD_U$ ) et du courant ( $THD_I$ ):

$$THD_U(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} U_h^2}}{U_1} \quad (1.7)$$

$$THD_I(\%) = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \quad (1.8)$$

- Les caractéristiques électriques du moteur AC; calculées à partir des méthodes décrites par les normes EN50160 (Markiewicz et Klajn, 2005) et IEC 61000-4-7 (IEC, 2002)

• La puissance active totale:  $P = P[1] + P[2] + P[3]$  (1.9)

• La puissance réactive totale:  $Q = Q[1] + Q[2] + Q[3]$  (1.10)

• Le facteur de puissance total:  $PF = \frac{PF[1] + PF[2] + PF[3]}{3}$  (1.11)



Analyseur réseau

12

30/10/2019

MATERIEL ET METHODES

METHODES

➤ Les caractéristiques mécaniques du moteur AC

- La fréquence de rotation du moteur ( $f$ ).
- La couple mécanique du moteur ( $C$ ):

$$C = P \cdot d \quad (1.12)$$

• Le couple mécanique nominale :

$$C_n = \frac{P_n}{2\pi \cdot N_n} \quad (1.13)$$

• Le taux de charge du moteur ( $\%C_n$ ):

$$\%C_n = \frac{C}{C_n} \quad (1.14)$$

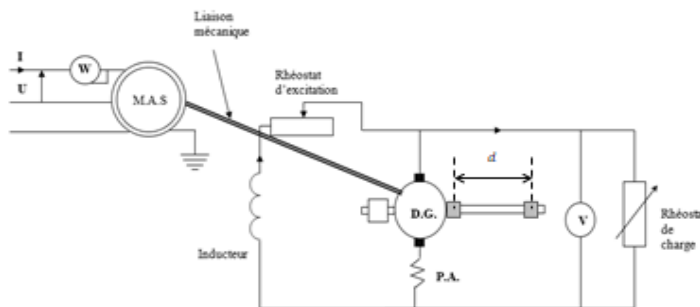


Figure 7: Schéma de principe de la mesure du couple mécanique d'un moteur AC

30/10/2019

13

INTRODUCTION

OBJECTIFS

☐ Conduite des expériences:

Tableau 2: Plages des paramètres réglables lors des expériences

Type de source	Système autonome PV/batterie
Type de commande	Commande vectorielle
Fréquence de rotation	50 Hz
Taux de charge du moteur	100%
Durée des tests	30 min

➤ Type de commande utilisée (Schneider Electric, 2014):

- La commande vectorielle utilisée est un contrôle vectoriel sans capteur avec boucle de vitesse interne en fonction du calcul du retour de tension ou contrôle vectoriel en tension (VCU).

RESULTATS ET DISCUSSION

❖ La supervision du système PV/batterie

➤ Exemples de profils de l'irradiance sur le site des expériences

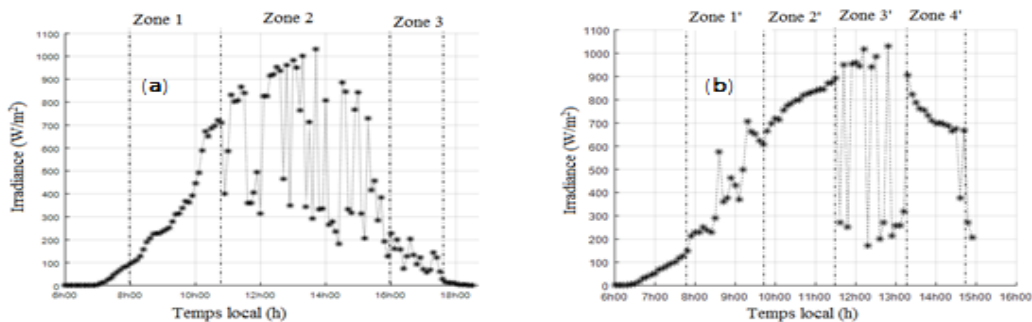


Figure 8 : Variation journalière de l'irradiance du 28 (a) et 29 (b) juillet 2016 sur le site de Ouagadougou

Ces profils d'irradiance sont caractéristiques du climat tropical où on assiste aux variations rapides de l'irradiance

30/10/2019

21

❖ La supervision du système PV/batterie

➤ Compensation des creux de puissance active absorbée par le moteur AC au fils du soleil

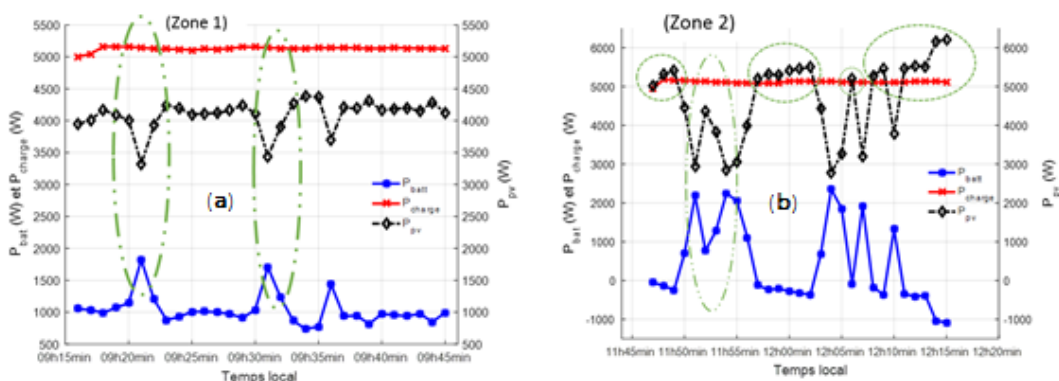


Figure 9 : Exemples de puissances du champ PV, de la charge et de la batterie en fonction du temps pour les essais effectués avec utilisation du variateur de vitesse

○ :  $P_{PV} > 5100W$ ;  $P_{batt} < 0$ ;  $P_{charge} = P_{PV} - |P_{batt}|$ ; la batterie se charge ;

○ :  $P_{PV} \approx 5100W$ ;  $P_{batt} \approx 0$ ; la batterie est au repos.

○ :  $P_{PV} < 5100W$ ;  $P_{batt} > 0$ ;  $P_{charge} = P_{PV} + P_{batt}$ ; la batterie se décharge.

« la supervision d'un système PV/batterie permet de stabiliser sa puissance de sortie »

30/10/2019

22

❖ L'influence des fluctuations de l'irradiance sur les indices de qualité de l'énergie

➤ Les taux de distorsion harmonique individuels du courant et de la tension

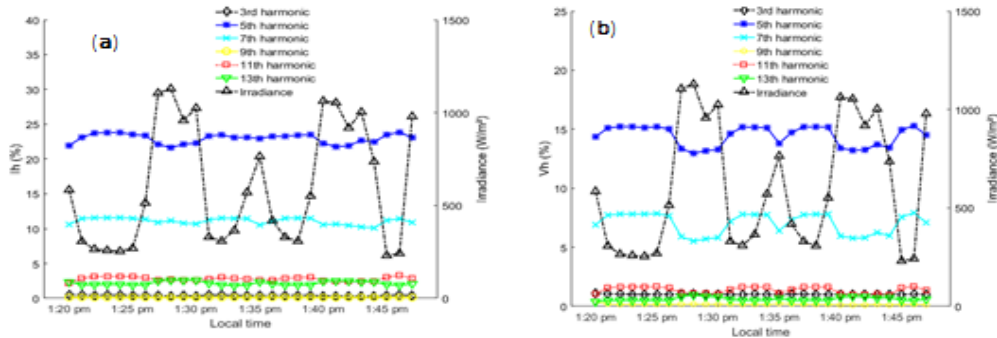


Figure 10: Irradiance et Taux de distorsion harmonique impaires du courant (a) et de la tension (b) en fonction du temps

Harmoniques de rangs 5, 7, 11 et 13 de contributions les plus importantes dans la distorsion harmonique

30/10/2019

23

➤ Les taux de distorsion harmonique totaux du courant

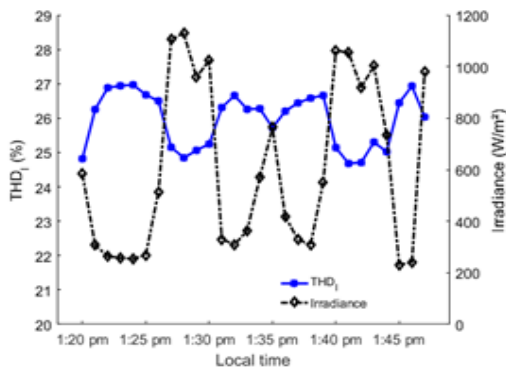


Figure 11: Taux de distorsion harmonique du courant (THD<sub>I</sub>) et irradiance en fonction temps

Tableau 3: Plages des THD<sub>I</sub>

Moteur commandé	Norme IEEE 519-1992 (F II, 1993)
THD <sub>I</sub> [24,5% ; 27%]	< 5%

➤ Niveaux de distorsion harmonique du courant générés par le variateur de vitesse largement supérieurs à celui permis par la norme IEEE 519-1992 (F II, 1993).

Nécessité d'intercaler entre le système PV et le moteur commandé un filtre de distorsion harmonique

30/10/2019

24

➤ Les taux de distorsion harmonique totaux du courant

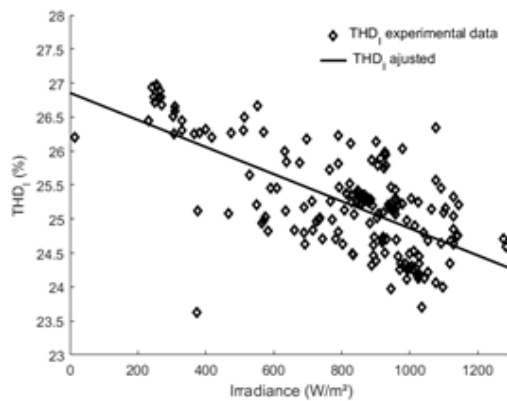


Figure 12: Taux de distorsion harmonique du courant (THD<sub>I</sub>) en fonction de l'irradiance

$$THD_I = P_1 \cdot I_r + P_2$$

$$P_1 = -2,26 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{W} (\%)$$

$$P_2 = 27,19 (\%)$$

$$R^2 = 0,98$$

$$RMSE = 0,085$$

30/10/2019

24

### ➤ La puissance réactive

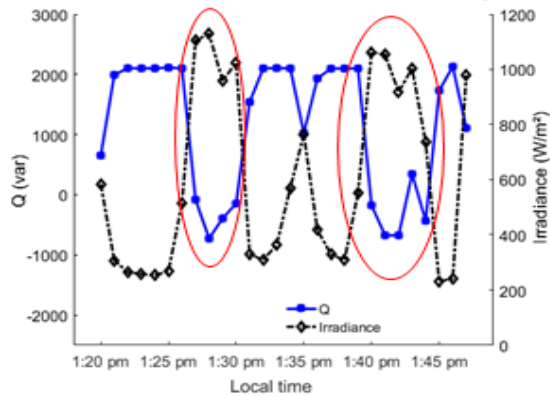


Figure 15: Puissance réactive (Q) en fonction et irradiance en fonction temps

Tableau 5: Plages des Q

Moteur commandé	
Q (var)	[-2050; 2150]

- Puissance réactive croît lorsque l'ensoleillement diminue et inversement
- Irradiance inférieure à 550 W/m<sup>2</sup>, le moteur commandé absorbe la puissance réactive;
- Irradiance supérieure à 800 W/m<sup>2</sup>, le moteur commandé génère la puissance réactive;

❖ Irradiance supérieure à 800 W/m<sup>2</sup>, le moteur commandé se comporte comme une charge capacitive

30/10/2019

26

### ➤ La puissance réactive

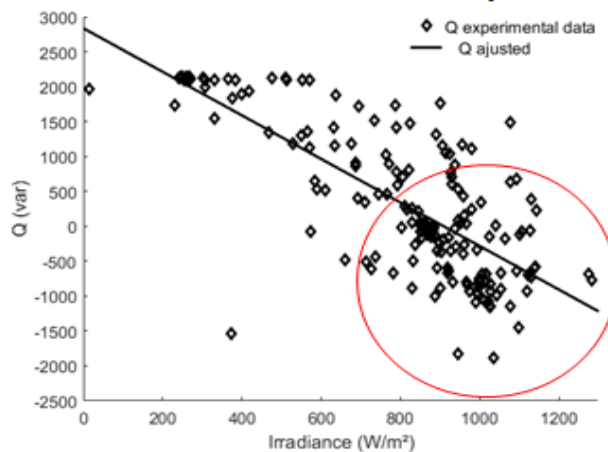


Figure 16: Puissance réactive (Q) en fonction de l'irradiance

$$Q = P_1 \cdot I_r + P_2$$

$$P_1 = -3,48 \text{ var.m}^2/\text{W}$$

$$P_2 = 3041 \text{ var}$$

$$R^2 = 0,99$$

$$RMSE = 105,80$$

30/10/2019

24

## CONCLUSION

- les fluctuations de l'ensoleillement se répercutent sur celles des paramètres de distorsions harmoniques, sur la puissance réactive du moteur.
- Le moteur commandé génère des distorsions harmoniques de tension et du courant de grandes amplitudes et largement supérieures à celles recommandées par les normes.
- Les filtres de distorsion harmonique adaptés au système étudié doivent être accordés aux fréquences des harmoniques de tension et de courant de rang 5, 7 et 11.
- Irradiance supérieure à 800 W/m<sup>2</sup>, le moteur commandé se comporte comme une charge capacitive.

### 3- A review of methods of Detection and Diagnosis of Faults of PV plant

WANGSO Mathieu<sup>1,\*</sup>, KAMTA Martin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical, Energetic and Automatic Engineering, ENSAI, the University of Ngaoundere, Ngaoundere, Cameroon.

<sup>1\*</sup> [wangmath26@gmail.com](mailto:wangmath26@gmail.com); <sup>1</sup> [martinkamta@gmail.com](mailto:martinkamta@gmail.com)

#### Abstract:

Fault in any components (modules, connection lines, converters, inverters, etc.) of photovoltaic (PV) systems (stand-alone, grid-connected or hybrid PV systems) can seriously affect the efficiency, energy yield as well as the security and reliability of the entire PV plant, if not detected and corrected quickly. In addition, if some faults persist (e.g. arc fault, ground fault and line-to-line fault), they can lead to risk of fire. Fault detection and diagnosis (FDD) methods are indispensable for the system reliability, operation at high efficiency, and safety of the PV plant. In this paper, the types, causes and effects of PV systems (PVS) failures are presented. Different methods proposed in literature for FDD of PVS are reviewed and discussed; particularly faults occurring in PV arrays (PVA). Special attention is paid to methods that can accurately detect, localise and classify possible faults occurring in a PVA. The advantages and limits of FDD methods in terms of feasibility, complexity, cost-effectiveness and generalisation capability for large-scale integration are highlighted. Based on the reviewed papers, challenges and recommendations for future research direction are also provided.

**Keywords:** Photovoltaic system Supervision, Fault in PV system, Monitoring PV system, Fault detection, Fault diagnosis.

#### References:

- [1] A. Massi Pavan, A. Mellit, D. De Pieri, and S. A. Kalogirou, 'A comparison between BNN and regression polynomial methods for the evaluation of the effect of soiling in large scale photovoltaic plants', *Appl. Energy*, vol. 108, pp. 392–401, Aug. 2013.
- [2] M. K. Alam, F. Khan, J. Johnson, and J. Flicker, 'A Comprehensive Review of Catastrophic Faults in PV Arrays: Types, Detection, and Mitigation Techniques', *IEEE J. Photovolt.*, vol. 5, no. 3, pp. 982–997, May 2015.
- [3] IEA. 2019, 'A snapshot of global Photovoltaic Markets'. [Online]. Available: <http://www.iea-pvps.org/>. [Accessed: 15-Aug-2019].
- [4] Y. Zhao, B. Lehman, J. de Palma, J. Mosesian, and R. Lyons, 'Challenges to overcurrent protection devices under line-line faults in solar photovoltaic arrays', in *2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition*, 2011, pp. 20–27.
- [5] S. Djordjevic, D. Parlevliet, and P. Jennings, 'Detectable faults on recently installed solar modules in Western Australia', *Renew. Energy*, vol. 67, pp. 215–221, Jul. 2014.

#### Short biography



**Mr. WANGSO Mathieu** is a student enrolled in Ph.D. Thesis at ENSAI of the University of Ngaoundere. He obtained his Master research Degree in Electronics, Electrotechnics and Automation in the same University. He was able to design a wireless charger working with radio waves at the end of his research Master degree. Currently, he is interested in Solar Cell Physics and Detection and Diagnosis of Faults in a Photovoltaic System. His research team is focused on the field of Solar Cell Physics and System (PC2S). He is also interested in the breeding of bees where he designs a device for automatic supervision of beehives via the Cloud. He is an Environmentalist. Email: [wangmath26@gmail.com](mailto:wangmath26@gmail.com)

## 4- Solar energy and poultry production in rural areas

Mbouendeu Roussel<sup>a,\*</sup>, Kapseu César<sup>a</sup>, Kamta Martin<sup>b</sup>

(a) Laboratory RESH, National School of Agro-Industrial Sciences

(b) Laboratory LESIA, National School of Agro-Industrial Sciences

(\*) [mbouendeufils@gmail.com](mailto:mbouendeufils@gmail.com),

### Résumé :

Dans la lutte contre le réchauffement de la planète, la faim et le chômage dans les zones rurales sont aujourd'hui les défis les plus importants auxquels sont confrontés les pays en développement. Ce projet est en ligne avec ces défis et vise à développer un nouveau produit, à notre connaissance! Ce qui est un incubateur solaire hybride appelé ISH1000-2KT capable d'incuber 1000 oeufs ou de produire 1000 poussins tous les 21 jours. Il est alimenté électriquement par l'exemple des ventilateurs, par les capteurs photovoltaïques et thermiquement par l'air provenant du refroidissement des capteurs. La source de chaleur supplémentaire est la chaleur renvoyée par un chauffe-eau solaire direct et une boîte thermique avec ampoule, alimentée par les mêmes modules. Le capteur thermique photovoltaïque et la chambre d'incubation ont été modélisés pour prédire leur température. À cette fin, une carte électronique de contrôle de la température alimentée par la même source photovoltaïque favorisera la croissance d'embryons évoluant entre 35,5 ° C et 37,5 ° C avec une hygrométrie de 63%. De plus, la forme cylindrique de l'incubateur permet d'obtenir un meilleur coefficient d'échange thermique et une homogénéité de la température dans la chambre d'incubation, notamment lorsque l'on applique les trois modes de circulation de l'air (léchage, croisement, croisement). Enfin, la segmentation transversale de l'incubateur en deux blocs permet une gestion et une maintenance plus rapides tout en limitant considérablement les pertes d'énergie dues au renouvellement de l'air dans l'habitable.

**Mots clés:** aliments mélangés pour incubateur solaire hybride, capteurs photovoltaïques, production décentralisée d'énergie, régulation de la température, embryon d'œuf.

### Abstract:

In the fight against global warming, hunger and unemployment in rural areas are today the most important challenges facing developing countries. This project is in line with these challenges and aims to develop a new product, to our knowledge! Which is a hybrid solar incubator called ISH1000-2KT capable of incubating 1000 eggs or producing 1000 chicks every 21 days. It is electrically powered by the example of the fans, by the photovoltaic sensors and thermally by the air coming from the cooling of the sensors. The additional heat source is the heat returned by a direct solar water heater and a thermal box with bulb, powered by the same modules. The photovoltaic thermal sensor and the incubation chamber were modeled to predict their temperature. For this purpose, an electronic temperature control card fed by the same photovoltaic source, will promote the growth of embryos that evolve in the range of 35.5 ° C and 37.5 ° C with a hygrometry of 63%. In addition, the cylindrical shape of the incubator allows obtaining a better coefficient of heat exchange and homogeneity of the temperature in the incubation chamber, especially when we apply the three modes of air flow

(licking, crossing, crossed). Finally, the transverse segmentation of the incubator into two blocks allows for faster management and maintenance while considerably limiting the energy losses due to the renewal of air in the passenger compartment.

**Keywords:** Hybrid solar incubator mixed feed, photovoltaic sensors, decentralized energy production, temperature regulation, egg embryo.

### References :

**Kamta M., Tchaya G.B., Kapseu C., (2011).** Performance of temperature controller for indirect solar dryers used on farms in tropical area. International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology, vol 11 pp (91)

**Kapseu C., (2002).** Situation du séchage et des technologies post- récoltes en Afrique subsaharienne. Acte du séminaire d'animation régionale du réseau des chercheurs en Génie des procédés appliqués à l'agroalimentaire, Yaoundé, Cameroun, pp, 18-26.

**Mujumdar A.S., (1998).** Interternational drying symposium: A personal perspective. Drying'98, Proceedings of the 11th International Drying Symposium (IDS'98), Halkidiki, Greece, August 19-22, , vol,c pp 2105-2112. SONEL, (1998). Rapport annuel de Société National d'Electricité. Statistiques de gestion de 1973 à 1997

**Tchouate H.P., (2003).** Contribution des énergies renouvelables au développement durable du secteur électrique : le cas du Cameroun. Thèse doctorat Ph.D, Université Catholique de Louvain

**Njomo, D., Dagueuet, M. (2006).** Sensivity analysis of thermal performance of flat plate solar air heaters. Heat Mass Transfer, 42, 1065-1081.

### Short biography



After three years in the world of the company as a sales statistician, the passion that had surrounded him had ended with the cowardice. He then joined the ENSAI of N'gaoundere where he graduated with a Master's degree in Energy and Process Engineering. he is an active member of ANSOLE and is the animator at the University of N'gaoundere. he is also the founder of the start-up Sahel Energy Corporation. the development of rural areas remains its major objective and sustainable development is its mainstay of life.

Contact : [mbouendeufils@gmail.com](mailto:mbouendeufils@gmail.com)



## 5- Resource potential and status of exploitation of Hydropower Improving the reliability of electricity supply in Cameroon

Kidmo Kaoga Dieudonné <sup>1\*</sup>, Djongyang Noel<sup>1</sup>, Doka Yamigno Serge <sup>2</sup>, Danwe Raidandi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Renewable Energy, National Advanced School of Engineering, University of Maroua, P.O. Box 46 Maroua, Cameroon*

<sup>2</sup>*Department of Physics, Faculty of Science, University of Ngaoundéré, P.O. Box 454 Ngaoundere, Cameroon*

<sup>3</sup>*Department of Civil Engineering and Architecture, National Advanced School of Engineering, University of Maroua, P.O. Box 46 Maroua, Cameroon*

\*Corresponding author: Tel.: +237696745644; Email: [kidmokaoga@gmail.com](mailto:kidmokaoga@gmail.com) (DK. Kidmo)

### Abstract:

Access to modern energy is a major foundation that contributes to economic growth as well as achieving the Millennium Development Goals, particularly poverty reduction efforts in terms of job creation and income generation. Sensitive to the fact that there is no modern economy and healthy lifestyle without energy, the Government of Cameroon in its committed aim to build an emerging economy by 2035 has optimistically decided to make electricity a key driver of its energy growth strategy. Despite the abundance of hydro potential, the installed power generation capacity is barely 2,300 MW and access rates to electricity are approximately 54% and 18% for urban and rural dwellers. The country is experiencing frequent power outages and the electricity supply is insufficient to meet the demand. Cameroon needs to build and diversify further its generation capacity to support socio-economic development and economic growth. Hydroelectricity and thermal are currently the major sources of electricity that contribute to the energy sector in Cameroon. Although hydroelectricity, with 73% of the country power generation capacity, is a renewable energy, thermal generation relies on fossil fuels which are hardly sustainable. Yet, thermal generation which leads to higher carbon footprint is part of the energy growth strategy of the country. To promote green electricity generation, renewable energy sources are the best way to reduce environmental pollution and to limit the imminent exhaustion of fossil energy resources in addition to start contributing, considerably, to the energy sector in the country. Cameroon is endowed with a significant hydropower potential that can promote economic growth and develop the energy sector in general and that of the electricity in particular, as a prerequisite to the implementation of energy-intensive projects in the country. Despite a higher penetration of hydropower into the Cameroonian energy mix, only 5.5% of the 103 TWh/year technically-feasible potential has been developed. This paper aims at reviewing and discussing the status and future prospects of hydro energy in Cameroon. An assessment of potential hydroelectric sites based on power, operating head, hydrological regimes and river basin will be performed. The challenges hydropower faces in terms of building engineering and technical capacities of locally trained Cameroonians through specialized trainings on hydro energy technologies will be highlighted. The role of policy support schemes that stimulate the wider uptake of hydroelectricity will be emphasised to overcome low quality grid power and unreliable grid supply. The article ends up with some conclusions and recommendations.

**Keywords:** Cameroon; Hydropower; Hydroelectric sites; Hydrological Regimes; Energy;

Electricity; Prospects.

### **Acknowledgments:**

The author would like to express his gratitude and sincere appreciation to the anonymous respected reviewers for their valuable comments and time.

### **References:**

- [1] Developing Renewables, “Renewable Energy Potential - Country Report: Cameroon,” no. January 2005, pp. 1–30, 2006.
- [2]I. M. M. Bugaje, “Renewable energy for sustainable development in Africa: a review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 10, no. 6, pp. 603–612, Dec. 2006.
- [3]F. Issiaka and B. O. Ahmadou, “National Energy Efficiency Policy, Strategy and Action Plan in the electricity sector in Cameroon,” 2014.
- [4]E. M. M. Nfah and J. M. M. Ngundam, “Identification of stakeholders for sustainable renewable energy applications in Cameroon,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 16, no. 7, pp. 4661–4666, Sep.

### **Short biography**



Dr. KIDMO KAOGA Dieudonné holds a Master degree in Mechanical Engineering from the National Advanced School of Engineering of Yaoundé I (2001), a MSc Degree in Solid-State Physics from the Higher Teachers’ Training College of the University of Maroua and a PhD in Energy Engineering from the University of Maroua (2016), in Cameroon. He lectures at the Department of Renewable Energy of the National Advanced School of Engineering of Maroua. Dr. KIDMO KAOGA’s research is mainly focused on wind, solar PV and hydro.

Contact : Tel: (+237) 693500805), Email: kidmokaoga@gmail.com

## **6- Contribution des technologies des énergies renouvelables au développement des campagnes Camerounaises : Analyse à partir des microcentrales hydroélectriques dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun**

### **Contribution of renewable energy technologies to the development of Cameroonians countryside: Analysis from micro-hydropower plants in the highlands of western Cameroon**

\* DEZEU TCHINDA Leonnie<sup>1</sup>, YEMMAFOUO Aristide<sup>2</sup>, KAPSEU César<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Maroua, Cameroon

<sup>2</sup>University of Dschang, Cameroon

<sup>3</sup>ENSAI University of Ngaoundéré, Cameroon

\*Corresponding author, email: [dezeutchinda@yahoo.fr](mailto:dezeutchinda@yahoo.fr)

#### **Résumé :**

L'énergie électrique est le moteur du développement des peuples et des régions. Elle permet de booster le développement industriel et d'améliorer le cadre de vie des populations par l'éclairage et de faciliter le service dans les entreprises. Toutefois, dans la plupart des pays africains, le réseau électrique national ne satisfait pas toujours la demande et particulièrement celle des zones rurales. Au Cameroun, le taux d'accès à l'électricité en zone rurale est de 20% en 2014 (MINEE, 2014). Dans les hautes terres de l'Ouest, l'énergie d'éclairage dominante est issue des lampes à pétrole. Toutefois, ces dernières décennies, la venue des technologies énergies renouvelables a révolutionné le mode de vie dans certaines campagnes camerounaises autrefois non électrifiées. On y retrouve des panneaux photovoltaïques, des micros éoliennes et des microcentrales hydroélectriques. C'est fort de constat que cette communication se propose d'analyser la contribution des structures des microcentrales hydroélectriques au développement des campagnes des hautes terres de l'Ouest ; en vue de relever l'importance de cette énergie renouvelable sur le développement des populations et de la région. Les données primaires et secondaires obtenues par observation directe et indirecte, par la méthode boule de neige et principalement par la méthode hypothético-déductive, nous ont permises de relever 8 types d'activités économiques, 6 types d'activités sociales fonctionnant grâce à l'énergie des microcentrales hydroélectriques et permettant d'améliorer les conditions de vies des utilisateurs. La multiplication de ces structures permettra au Cameroun d'assurer une émergence durable en 2035 par une alimentation en électricité décentralisée et propre.

**Mots clés :** Technologies des énergies renouvelables, microcentrales hydroélectriques, développement, campagnes, hautes terres de l'Ouest, Cameroun

#### **Abstract**

Electric energy is the driving force behind the development of peoples and regions. It boosts industrial development and improves people's living environments through lighting and facilitates service in businesses. However, in most African countries, the national electricity grid does not always meet demand, particularly in rural areas. In Cameroon, the

rate of access to electricity in rural areas is 20% in 2014 (MINEE, 2014). In the western highlands, the dominant lighting energy comes from oil lamps. However, in recent decades, the advent of renewable energy technologies has revolutionized the way of life in some formerly unelectrified Rural areas. There are photovoltaic panels, micro wind turbines and micro-hydro power plants. It is very clear that this communication proposes to analyse the contribution of micro-hydro structures to the development of the countryside of the western highlands; in order to highlight the importance of this renewable energy on the development of people and the region. The primary and secondary datas obtained by direct and indirect observation, by the snowball method and mainly by the hypothetico-deductive method, allowed us to identify 8 types of economic activities, 6 types of social activities operating with the energy of micro-hydro power plants and improving the living conditions of users. The proliferation of these structures will enable Cameroon to ensure a sustainable emergence in 2035 through a decentralized and clean electricity supply.

**Keys words:** Renewable energy technologies, micro-hydropower plants, development, countryside, Western Highlands

## PLAN

- Introduction
- Problematic
- Objectives and hypotheses
- Defining concepts
- Methodology adopted
- Results
- Conclusion

## INTRODUCTION

- In the era of sustainable development, renewable energy is a source of energy security for rural and urban populations. Several countries are investing in it today to protect the environment. Their dissemination is an opportunity to move from an energy-intensive and carbon-intensive development model to a reasonable and sustainable development model (ZELEM, 2012)
- In Cameroon, the current electricity supply of 1327 MW does not meet the estimated demand of 3000 MW over the whole territory (KAIKAI, 2016). However, this demand is growing by 6 to 7% per year (MINEE 2014) and the rate access in rural areas is 20%. Several solar and hydropower plants installed, particularly in rural areas, are making it increasingly possible for local populations to access decentralized electrical energy.
- 
- In the context of the western highlands of Cameroon, thousands of households and public services benefit greatly from renewable electricity. Capacities installed in 2017: wind turbines (24,950KW), photovoltaic panels (1070,362KW), MCH (4936,7KW), totaling 6031,912KW (DEZEU, 2018)
- In terms of hydroelectricity in particular, several micro hydropower's plants installed in the villages allow hundreds of households to benefit from clean electricity.

## PROBLEMATIC

- Numerous localities remain unelectrified in the Cameroonian countryside (use of generators and oil lamps)
- \* The region is particularly endowed with natural resources to produce decentralized electricity
- \* In recent decades, some localities have benefited from decentralized energy from micro hydroelectric power plants

Taking into account the effects of energy use from microhydroelectric plants is likely to make a substantial contribution to energy security in the western highlands of Cameroon

- **Main question :**
- How do microhydro plants contribute to energy security and development in the western highlands of Cameroon?

## OBJECTIVES AND HYPOTHESES

- **Main objective**
- Analyze the energy use effects of micro hydropower on western upland populations
- **Main Hypothese**
- The development of the western upland populations is visible through the economic, political, socio-cultural effects of micro hydropower energy.

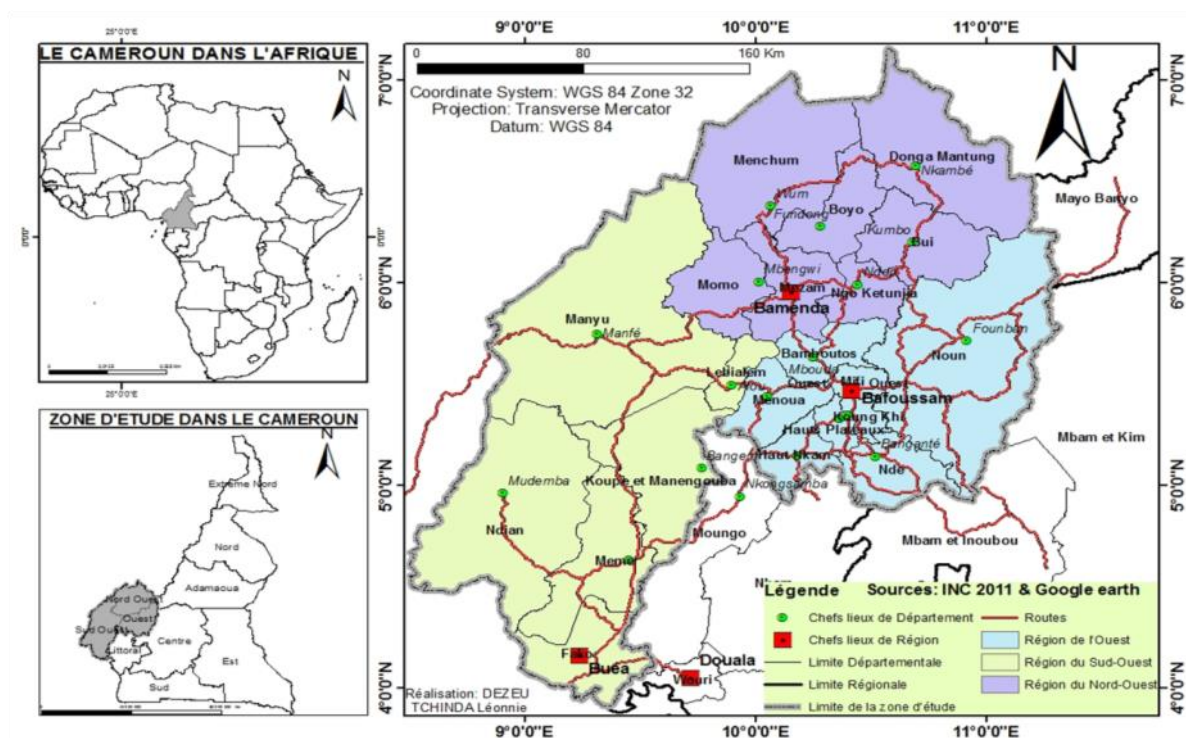
## DEFINING CONCEPTS

- **Contribution:** The part that everyone gives for any achievement
- **Energy:** Faculty possesses a body system to provide mechanical work or its equivalent (Larousse Dictionary, 1987)
- **Renewable energies:** Sources of energy that can be renewed on a human scale
- **Micro-Hydroelectric Power Technology:** Study of Techniques for Small-Scale Electricity Generation Using Mechanical Energy in Waterways
- **Development:** growth, evolution, expansion, economic and social transformation of a society by its level of growth
- **Western Highlands Cameroon:** This is the region crossed by the mountain range in western Cameroon. These are the North West, West and South West regions (4 ° 30N and 7 ° N over 300 kilometers and between the meridians 9 ° 25E and 11 ° 40E over 250 kilometers)

## METHODOLOGIE ADOPTÉE

- Secondary data: library and internet documents, exploratory surveys
- Primary data:
- Number of respondents: 170, ie 109 household users, 25 non-household households, 36 managers
- Number of observed MCHs: 48 (W: 19, NW: 9, SW: 20)
- Number of MCHs studied: 26 (W: 14, NW: 2, SW: 10)
- Inactive MCH observed
- Nbre inactives MCH observed: 20 (W: 9, NW: 3, SW: 8)
- Nbre inactives MCH surveyed: 8 (W: 6, NW: 1, SW: 1)
- Method: hypothético-déductive and snowball
- Survey Tools: Questionnaires, GPS, Digital Camera
- Analysis Software: SPSS, EXCELL
- Mapping software: Adobe Illustrator, QGis, Idrissis

## LOCATION OF THE SITE



## RESULT 1: EFFECTS OF MCH ENERGY ON THE ECONOMIC GROWTH OF WEST LAND LOCALITIES CAMEROON



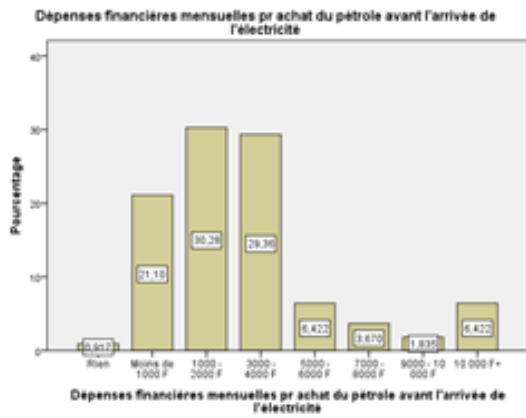
Activité	Ouest	Sud-Ouest	Nord-Ouest	Total
Menuiserie	1	1	0	2
Moulins	7	3	2	12
Salon	2	6	6	14
Souffiques	6	13	6	25
GIC	0	2	0	2
Magasin stockage agricole	0	3	1	4
Ferme	2	0	0	2
Pisciculture	1	0	0	1
Salons de coiffure	0	1	1	2
Total	24	33	17	64

## Economic Map of Micro-Hydro Units in the Western Highlands

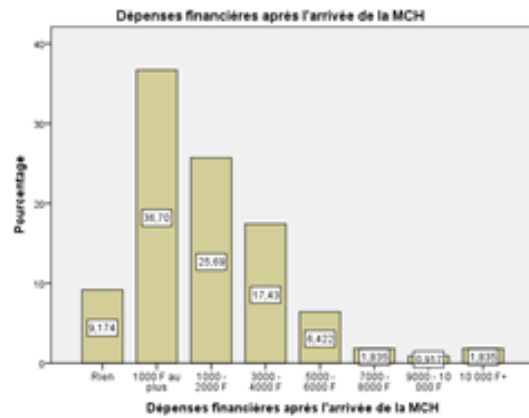


## RESULT 1: EFFECTS OF MCH ENERGY ON THE ECONOMIC GROWTH OF WEST LAND HOUSEHOLDS CAMEROON

### Dépenses financières des ménages avant l'installation de la MCH



### Household financial expenditure after the installation of the MCH



## RESULT 2: EFFECTS OF MCH ENERGY ON THE LIVING ENVIRONMENT OF WEST LAND HOUSEHOLDS CAMEROON

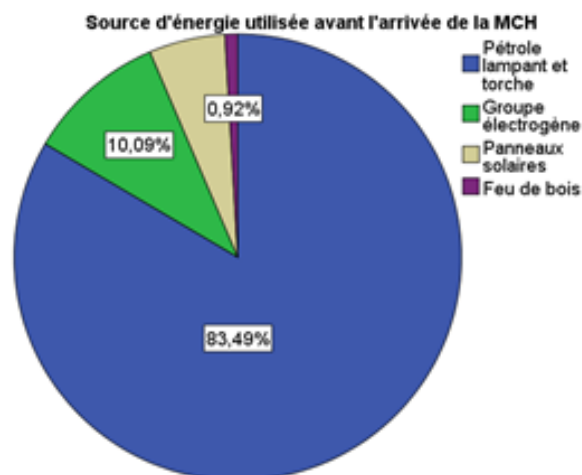




## RESULT 2: EFFECTS OF MCH ENERGY ON THE LIVING ENVIRONMENT OF WEST LAND HOUSEHOLDS CAMEROON



## Résultat 2: EFFECTS OF MCH ENERGY ON THE ENVIRONMENT OF WEST LAND HOUSEHOLDS CAMEROON



**RESULT 3: SOCIOCULTURAL EFFECTS OF HYDROELECTRIC MICROPOWERS ON THE EDUCATION, HEALTH, EMPLOYMENT AND LIVING ENVIRONMENT OF WESTERN HIGHLANDER POPULATIONS**

Structure	Nombre	Localités
Centres hospitaliers	6	Menji, Fojumetaw, Allow, Bamenkubit, Nefolom, Bellah
Centres éducatifs	3	Kubuku, Menji, Ngutti
Eglises	7	Menji, Allow, Bamendjou, Wabane
Mairie	1	Wabane
Gendarmerie	1	Wabane
Localités à éclairage public	2	Nkah, Bamougoum
Total	20	

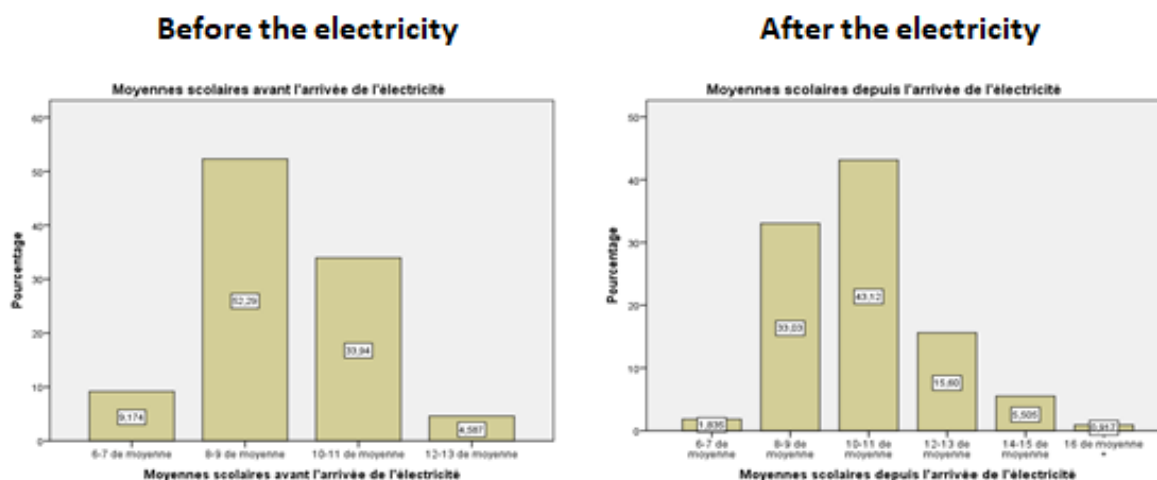
**Résultat 3: Menji hospital supplied by a MCH of 75KW**



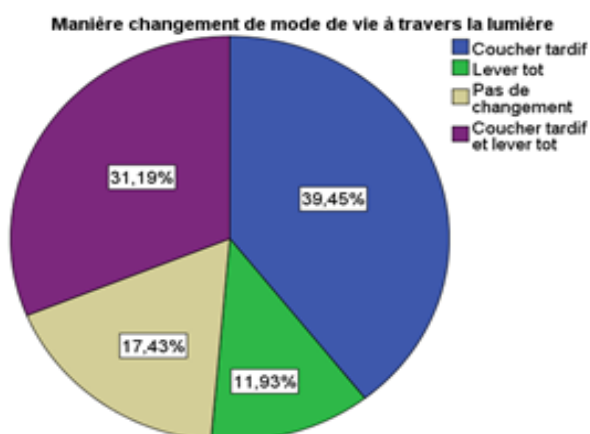
**RESULT 3: WABANE TOWN HALL ELECTRIFIED BY A MCH OF 30KW**



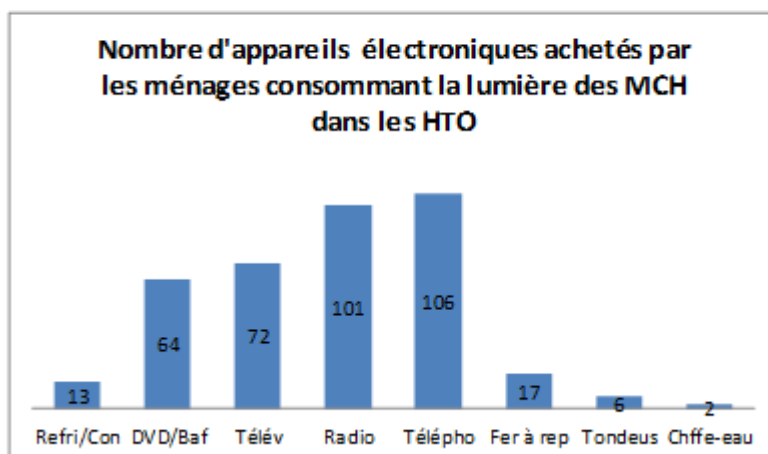
### RESULT 3: SOCIOCULTURALS EFFECTS OF MICROHYDROPOWERS ON YOUTH EDUCATION IN THE WESTERN HIGHLANDS



### RESULT 3: SOCIOCULTURALS EFFECTS OF MICROHYDROPOWERS ON LIVING CONDITIONS OF WESTERN HIGHLANDS POPULATIONS



### RESULT 3: ELECTRONIC EQUIPMENT PURCHASED BY HOUSEHOLDS



## CONCLUSION

- In the final analysis, it emerges from this presentation that MCHs contribute significantly to the development and energy security of HTO populations. The electricity provided by these structures transforms users' lives economically, environmentally, socially and culturally. It is also a factor in the metamorphosis of the environment. It is therefore important to promote the development of these structures to ensure more sustainable development in 2035.

### Short biography



DEZEU TCHINDA Léonnie has a PhD in Geography. She is Assistant Lecturer at the Department of Geography, Faculty of Arts, Letters and Social sciences, University of Maroua-Cameroon. Her specialty is development geography. She defended her thesis on Appropriation of renewables technologies face of the challenge of the sustainable development: the case of micro hydro powers in the western highlands of Cameroun. Contact: [dezeutchinda@yahoo.fr](mailto:dezeutchinda@yahoo.fr)

## 7- The Feasibility of Kribi-Offshore wind power plant using RETScreen Expert (Virtual Energy Analyzer)

*C.V. ALOYEM KAZE<sup>1, 2</sup>, and Daniel MANTAP<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon*

<sup>2</sup>*National Institute of Vocational Training and Program Development, Minefop*

<sup>3</sup>*University of Ngaoundere, Cameroon*

### Résumé :

Afric.Energy-CANec est le Camerounais Network Energy Consulting, qui déploie plusieurs efforts pour générer plus d'énergie à partir de ressources renouvelables. En mars 2019, le site offshore abrite 9 éoliennes dans la ville de Kribi étudiée. Kribi est une ville très cosmopolite de 60 000 habitants en pleine urbanisation. Tout au long de l'histoire, dans le monde entier, les gens se sont connectés au vent, pourquoi pas au Cameroun? L'énergie éolienne pourrait être utilisée pour alimenter plus de ménages dans le conseil de Kribi. C'est pourquoi. En outre, la centrale éolienne a été conçue pour générer 20 mégawatts d'électricité et peut alimenter plus de 6 000 résidences. Une éolienne utilise l'air en mouvement pour créer de l'électricité. L'électricité produite par les éoliennes à grande échelle est envoyée au réseau de distribution d'électricité, où elle remplace l'électricité qui aurait été générée par des sources plus traditionnelles telles que l'hydroélectricité, le charbon, le pétrole, le nucléaire et le gaz naturel. Dans la ville de Kribi, les données (également celles de la NASA) ont été collectées du mercredi 6 mars 2019 au samedi 6 juillet 2019; elles portent sur: le rayonnement solaire quotidien - les données horizontales, les données de vitesse du vent et les données de température de l'air. Nous estimons que les services du centre public et de l'école seront électrifiés via le système éolien offshore. Le cas proposé consiste à utiliser une éolienne Siemens avec le modèle SWT2.3-82-80m et neuf 2300 KW. RETScreen Expert est un logiciel de gestion de l'énergie propre conçu pour l'analyse de faisabilité de projets d'efficacité énergétique, d'énergies renouvelables et de cogénération, ainsi que pour l'analyse continue de la performance énergétique. Il consiste en une série de feuilles de calcul (onglets situés en haut de la fenêtre du logiciel) et de bases de données correspondantes. Nous insistons donc pour que nous fassions la faisabilité de l'identificateur de projet et de l'évaluation des risques financiers. L'analyse de faisabilité par l'intermédiaire des décideurs peut suivre cinq étapes: l'analyse standard, l'analyse énergétique, l'analyse des coûts, l'analyse des émissions, l'analyse financière et l'analyse de risque.

**Mots-clés:** Faisabilité, énergie éolienne, RETScreen Expert, Offshore, rayonnement solaire, virtuel.

### Abstract

Afric.Energy-CANec is Cameroon Network Energy Consulting, undertaking several efforts to generate more energy from renewable resources. In March 2019, the offshore site is home to 9 wind turbines in the Kribi town was study. Kribi is a very cosmopolitan city of 60,000 inhabitants, which is urbanizing. Throughout history, in the whole world, people have connected with the wind, why not in Cameroon? Wind energy could be used to power more household in Kribi council. That is why. Furthermore, Wind power plant was designed to generate 20 megawatts of electricity, and is capable of powering

more than 6,000 residential homes. A wind turbine uses moving air to create electricity. Electricity generated by utility scale wind turbines is sent to the electric distribution network, where it replaces electricity that would otherwise have been generated by more traditional sources such as hydro, coal, oil, nuclear and natural gas. In Kribi town, the data (NASA data too) was collected to Wednesday 6th March 2019 to Saturday 6th July 2019, the ones are about: the daily solar radiation- horizontal data, the wind speed data and the air temperature data. We estimate that the public centre services and the school will be electrified through Offshore-wind power system. The propose case is to use of Siemens wind turbine with model SWT2.3-82-80m and nine 2,300 KW. The RETScreen Expert is a Clean Energy Management Software system for energy efficiency, renewable energy and cogeneration project feasibility analysis as well as on going energy performance analysis. It consists of a series of worksheets (tabs located at top of software window) and accompanying databases. So we insist ton doing Feasibility of the small project identify and financial risk assessor. The Feasibility analysis through the decision-makers can conduct five steps: the standard analysis, the including energy analysis, the cost analysis, the emission analysis, the financial analysis and the risk analysis.

**Keywords:** Feasibility, Wind energy, RETScreen Expert, Offshore, solar radiation, virtual.

## Abstract Performance Evaluation

1

The suggestion in this study is to use TRNSYS Model to improve thermal performance of TSWH. Therefore add two new components the first one is **Type 210** and the second one is **Type 211**, in order to account theoretically for this situation as well as to change the characteristic performance of the collector, pipe and tank loss coefficients from being parameters to instead being inputs to the current version of **Type 45**.

thermal efficiency

mass flow rate:

Collector area:



Figure 1: the Original Model of SWH [3]

## Description and Working Principle

2 A solar water heating (SWH) system is an autonomous system designed to provide hot water to individual households or small businesses. Installed on a rooftop, the system's collector absorbs sunlight, and the heat energy is transferred to water. The heated water flows automatically by the thermosyphon principle to a storage tank where it can be accessed for consumption through piping when it is needed. Denser cooler water is displaced back into the collector, and the process repeats.

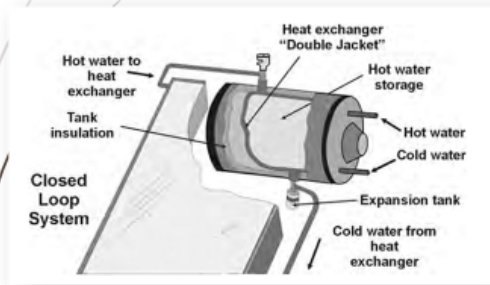


Figure 2: Indirect thermosyphon system 2015 [1]

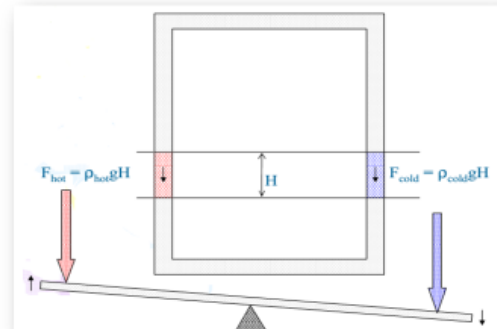


Figure 3: Density of hot water and cold water, 14 Oct 2008 [2]

## Methods

3 **TRNSYS** in version 18 is a standard simulation environment software that can be successfully used to evaluate and optimize the thermal performance of the thermosyphon solar water heaters through the use of component Type 45 (Original Model). The thermosyphon component in the TRNSYS program, Type 45 requires a number of experimentally determined items of information namely,  $FR\tau\alpha$ ,  $FRUL$ ,  $bo$  (type 210) and  $UI$ ,  $U2$ ,  $Uat$  (type 211).

### Integrated TRNSYS-Fortran Type Compiler

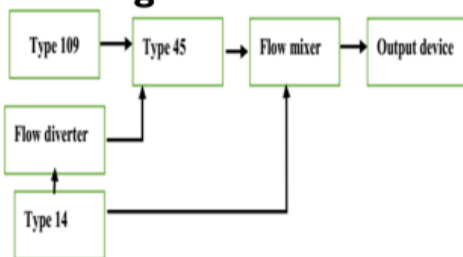


Figure 4: Schematic diagram of the major components of original model

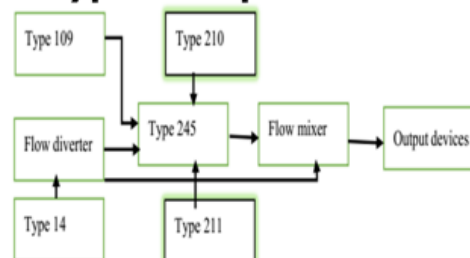
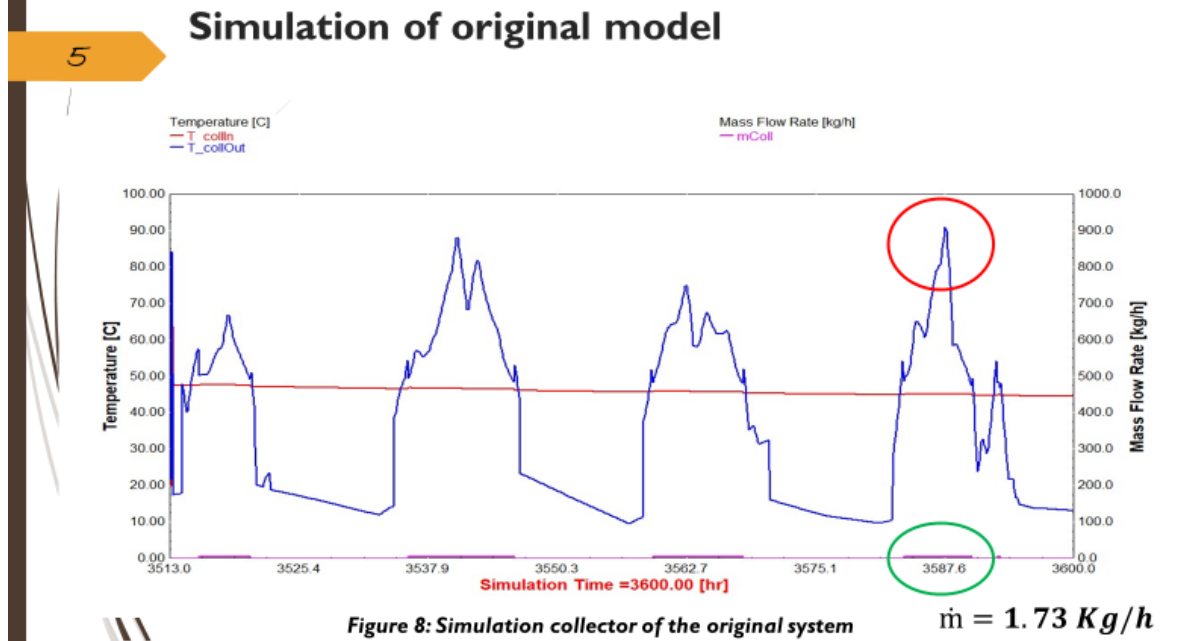
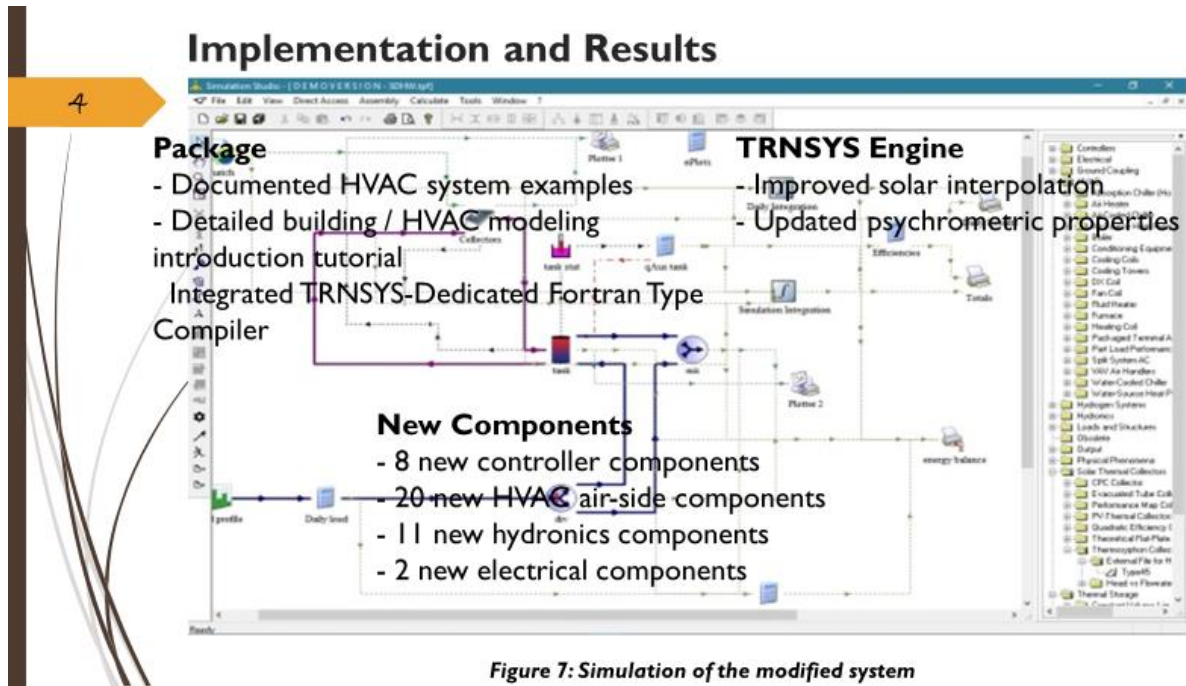


Figure 5: Schematic diagram of the major components of the modified model





6

### Simulation of modified model

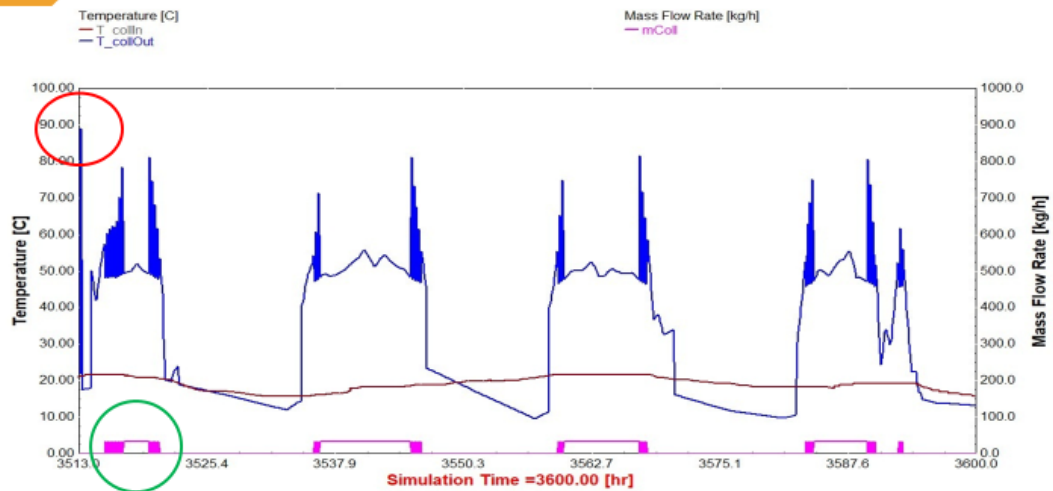


Figure 9: Simulation collector of the modified system  $\dot{m} = 29.41 \text{ Kg/h}$

### Comparison between system 1 and system 2

7

Table 1: Comparison of two systems

SYSTEM 1				SYSTEM 2			
$A_c$	0.54 m <sup>2</sup>	$V_t$	45 lit	$A_c$	2.489 m <sup>2</sup>	$V_t$	130 lit
$F_R\tau\alpha$	0.3395	$UA_t$	3.565 KJ/h	$F_R\tau\alpha$	0.6791	$UA_t$	6.52 KJ/h
$F_RU_L$	6.885 KJ/h m <sup>2</sup>	$U_{1,2}$	4.3973 KJ/h m <sup>2</sup> K	$F_RU_L$	14.6052 KJ/m <sup>2</sup>	$U_{1,2}$	4.3973 KJ/h m <sup>2</sup> K
$G_{test}$	36 Kg/h m <sup>2</sup>	$V_{load}$	130 Lit/day	$G_{test}$	36 Kg/h m <sup>2</sup>	$V_{load}$	130 Lit/day
$D_r$	6 mm	$NB_1, NB_2$	4	$D_r$	7.0 mm	$NB_1, NB_2$	4
$D_h$	12.7 mm	$H_t$	0.85 m	$D_h$	12.7 mm	$H_t$	0.95 m
$N_r$	8	$H_r$	0.55 m	$N_r$	10	$H_r$	0.75 m
$D_iD_o$	12.7 mm	$H_{th}$	0.50 m	$D_iD_o$	12.7 mm	$H_{th}$	0.70 m
$H_c$	0.90 m	$H_{aux}$	0.45 m	$H_c$	1.3 m	$H_{aux}$	0.58 m
$H_o$	1.10 m	$P_{aux}$	5 MJ/h	$H_o$	1.45 m	$P_{aux}$	5 MJ/h
$L_h$	0.30 m	$T_{main}$	25 °C	$L_h$	1.24 m	$T_{main}$	25 °C
$L_i$	0.20 m	$T_{set}$	60 °C	$L_i$	2.5 m	$T_{set}$	60 °C
$L_o$	0.20 m	$\beta$	45 °C	$L_o$	1.75 m	$\beta$	45 °C

**8** **Economic and Social Impact for End-users**

SWH can offer a long term hot water solution for households and small enterprises. It presents the opportunity to replace solid and fossil fuels, such as firewood, coal, electricity or gas used for heating water. The replacement reduces the cost for households and small enterprises. Hot water is used for health, hygiene and other purposes to improve life quality standards

**Environmental Benefits**

**Environment:** It reduces particulates emissions, fire hazards and their impact on forests. **Climate change mitigation:** reduction in greenhouse gas emissions: A typical SWH can save up to 100 kg CO<sub>2</sub> per system per year, by reducing the use of firewood, natural gas and other fossil fuels, as well as electricity from the grid. **Climate change adaptation:** it can reduce the vulnerability due to degradation of local environment (if it is due to local deforestation), and the vulnerability to fossil fuels and electricity cost and distribution.


**References**

[1] Abdollahi, H., Hessam T, (2011). Investigation on the performance of thermosyphon solar water heater in the north Caspian Sea. *Renewable Energy*, 36, 447-456. 539 pages.

[2] Abdollahi, H., Hessam T, (2011). "Improving the actual performance of thermosyphon solar water heaters", *Renewable Energy*, 36, 399-404.

[3] Sources of figures: Daniel MANTAP, 2017

**9** **Temperature variation**



6:00 am	28 °C
9:00 am	60°C
12:00 am	89°C
3:00pm	80°C
6:00 pm	40°C

**Short biography**



**Mr. Aloyem Kazé Claude Vidal** is a Cameroonian born in 1972. He is married and father of five children. He started his professional activities in 2001 as a teacher of Physical Sciences at the secondary school, after obtaining a Second Grade Professor Diploma of Secondary Education at the University of Yaoundé 1, Higher Teacher's Training College, Cameroon. He received his Ph.D at the University of Dschang in 2012, Cameroon. Mr. Aloyem is the author of many publications in the field of Thermodynamics and Exergy published in some renowned International Journals. He is interested with the area of Renewable Energy, especially the conversion of solar Energy. He lectures at the Higher Teacher's Training College Bambili, University of

Bamenda. As a Certified Trainer from KOREATECH, South Korea, he is now a trainer of trainers at the National Institute of Vocational Training and Program Development at the Ministry of Employment and Vocational Training (MINEFOP). Finally, he is the National Representative of ANSOLE (African Network for Solar Energy) in Cameroon.

## 8- Assessment of the offshore wind potential of the Kribian coast using GIS tools and the production of electricity

Lydie KOMGUEM PONEABO\*, Paul TCHAWA

*Department of Geography, University of Yaounde I, Yaounde, Cameroon.*

*\*Corresponding author: [lydiekom@gmail.com](mailto:lydiekom@gmail.com)*

### Abstract

The assessment of offshore wind potential is nowadays a major challenge for the future development of wind farms in a region. In situ data are limited in coastal areas. However, the literature shows that from some satellites, like LIDAR and Radar, we can estimate the wind speeds at sea, and even near the coast for some sensors [1]. Cameroon's major challenge in the energy sector is to significantly increase production by upgrading the hydropower and gas potential of alternative energies and modernizing distribution networks [2]. The high demand for unmet electric power has led the Cameroonian government to make this sector more flexible through Law No. 2011/022 of 14 December 2011 governing the electricity sector. The emphasis is placed in Articles 9 and 23 of this Law on the Decentralized Production of Electricity from Renewable Resources. Cameroon's participation in COP 21 in France was an opportunity for it to reiterate its commitment to reduce its greenhouse gas (GHG) emissions by 32%. The production of electricity from renewable energy sources is one of the strong strategies on which this policy put in place through the Electricity Sector Development Plan (ESDP) is based. However, this strategic document makes no mention of offshore wind development despite its Littoral position favourable to the development of this technology. As part of this work, the aim is to evaluate the offshore wind potential of the Kribian coast using GIS tools for the purpose of generating electricity. To estimate the wind resource, it is necessary not only to know the frequency distribution of the winds, but also the distribution of these at a given moment. The methodology developed by Lessard-Fontaine in his thesis work, notably the joint use of RADARSAT-1 data and the scatter meter on board the QuickSCAT satellite, will be applied in this study. The use of this approach is justified by a notorious lack of measuring instruments on the offshore site such as Kribi. This so-called "Bayesian" approach, according to the author, will jointly explore all the data coming from the RADARSAT-1 and QuickSCAT sensors in order to estimate the frequency distribution of winds on the high seas of Kribi. At the end of this work, the offshore wind potential of the Kribian coast will be known and certainly promote the future establishment of a wind farm.

**Keywords:** offshore wind potential, electric power, Kribian coast

### References

- [1] A. Lessard-Fontaine, « Estimation du potentiel éolien en haute mer et en région côtière par l'utilisation conjointe de données satellitaires d'un radar à synthèse d'ouverture et d'un diffusiomètre », Thèse, UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL, MONTRÉAL, 2010.
- [2] DSCE, « Document de Stratégies pour la Croissance et l'Emploi ». 2009.

### Short biography



Lydie KOMGUEM PONEABO has a MSc Degree in Physical Geography, specialization, environmental dynamics and risks. She is a Ph.D. student in Geography at the University of Yaoundé I. Her research activities are focused on the evaluation of energy potential and electricity needs on the coast of Cameroon ocean subdivision. Contact: [lydiekom@gmail.com](mailto:lydiekom@gmail.com).

## 9- Solar Potential and Performance of Thermal Solar Collectors in Cameroon

**BOGWARBE Emilienne<sup>1</sup>, KUITCHE Alexis<sup>2</sup>, JIOKAP NONO Yvette<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>*Department of Automatic, Energetic and Electrical Engineering, ENSAI, University of Ngaoundere, P.O Box 455 Ngaoundere, Cameroon.*

<sup>3</sup>*Department of Chemical Engineering and Environment, IUT, University of Ngaoundere, P.O Box 455 Ngaoundere, Cameroon.*

[ebogwarbe@yahoo.fr](mailto:ebogwarbe@yahoo.fr); [kuitche\\_a@yahoo.fr](mailto:kuitche_a@yahoo.fr); [jiokapnonov@yahoo.fr](mailto:jiokapnonov@yahoo.fr)

### Résumé:

Le soleil est la source d'énergie la plus accessible sur Terre. Pour le développement de l'énergie solaire au Cameroun, une connaissance du potentiel solaire et des technologies solaires est indispensable. Dans ce travail, la moyenne du rayonnement solaire reçu annuellement par diverses villes du Cameroun (siège des dix régions) a été évaluée à l'aide du logiciel RETScreen, puis les données obtenues ont été utilisées pour simuler les performances d'un capteur solaire thermique pour deux jours standard (moins et très ensoleillés) grâce au logiciel MATLABR2014a. Les résultats montrent qu'au Cameroun, la moyenne annuelle d'insolation sur une surface horizontale varie entre 4,43 Kwh / m<sup>2</sup> / jour et 5,88 Kwh / m<sup>2</sup> / jour. Un capteur solaire thermique d'une surface de 5 m<sup>2</sup> produirait entre 79,74 MJ et 105,84 MJ de chaleur par jour. L'angle d'inclinaison optimal du capteur solaire thermique est compris entre 2,5 et 20 ° en fonction de la position de la région.

**Mots-clés:** Potentiel solaire, Capteur solaire thermique, Cameroun.

### Abstract:

The sun is the most accessible source of energy on earth. For the development of solar energy in Cameroon, knowledge on solar potential and solar technologies is indispensable. In this work, the average of the solar radiation received annually by various cities (head-quarters of the ten Regions) of Cameroon have been evaluated using the RETScreen software, then the data obtained were used to simulate the performances of a thermal solar collector for two standard days (less and high sunniest days) through MATLABR2014a software. The results show that in Cameroon, the annual average of insolation on a horizontal surface varies between 4.43 Kwh/m<sup>2</sup>/day and 5.88 Kwh/m<sup>2</sup>/day. A thermal solar collector with a surface area of 5 m<sup>2</sup> would produce between 79.74 MJ and 105.84 MJ of heat per day. The optimal tilt angle of the thermal solar collector is between 2.5° and 20° depending of the position of the Region.

**Keywords:** Solar potential, Thermal solar collector, Cameroon.



6th ANSOLE National ★ Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundéré

## Introduction



Figure 1: Dam of Lagdo

hydroelectricity constituted the main source of energy in Cameroon.

Demographic growth and technological progress have increasingly led to the need for energy.

The dam of Lagdo which is the principal source of energy production in the northern inter-connected Network (RIN), faced an additional request of 7.8 % per annum.

The hydroelectricity supply has led rationing electricity.

3



6th ANSOLE National ★ Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundéré



Figure 2: Solar panels

In view of the world's depleting fossil fuel reserves, the development of non-conventional renewable energy sources has received impetus.



The most accessible and available source

The exploitation of the sun for energy resources has seen a true revolution all over the world.



Figure 3: Thermal solar power plant

The simplest and the most efficient way to utilize solar energy is to convert it into thermal energy using solar collectors (Aloyem, 2011).

4



African Network For Solar Energy



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

### Main Objective

Contribute to the better installation of Thermal solar collectors in Cameroon.

### Specific objectives

➤ Assess the solar potential in each of the ten Regions of Cameroon;

➤ Find out the optimal tilt angle of a thermal solar collector in each Region.

5



African Network For Solar Energy



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

### Material and Methods

#### a) Case study

Location: Central Africa;  
Latitude: [1°40', 13°] (north);  
Longitude: [8°80', 16°10'] (west);  
Surface area: 475,440 Km<sup>2</sup>;  
Ten Regions



6

Figure 4: Administrative units in Cameroon

#### b) Estimation of solar energy

Reference year based on the weather conditions for 10 consecutive years from 2009 to 2018 was defined;

(Nadeau, 1992; Luna 2008 and Bogwarbe, 2018).



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Material and Methods

### c) Model of hourly solar density (Jannot,2003)

$$G^*(i, \gamma) = S^*(i, \gamma) + D^*(i, \gamma) + R^*(i, \gamma) \quad 1$$

$$\left\{ \begin{array}{l} S^*(i, \gamma) = \frac{S^*}{\sin(h)} [\cos(h)\sin(i)\cos(a - \gamma) + \sin(h)\cos(i)] \quad 2 \\ D^*(i, \gamma) = \frac{D^*}{2} [1 + \cos(i)] \quad 3 \\ R^*(i, \gamma) = \frac{G^*}{2} \rho [1 - \cos(i)] \quad 4 \end{array} \right.$$

### d) Tools and conditions of simulation

**Tools :** EXCELL and MATLAB software

**Simulation conditions:**

Two standard days in each city: The least sunny and the sunniest. 7



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Results and Discussion

### a) Solar Potential

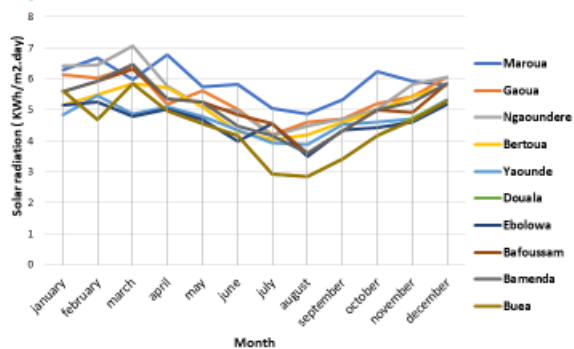


Figure 5: Monthly average of solar radiation in headquarters of Regions in Cameroon

**Maximum :**  
February  
March  
April

**Minimum:**  
July  
August  
September

**The highest: 7.01 kWh/m<sup>2</sup>.day**  
Adamawa (Ngaoundere)

**The lowest: 3.33 kWh/m<sup>2</sup>.day**  
South-West (Buea)



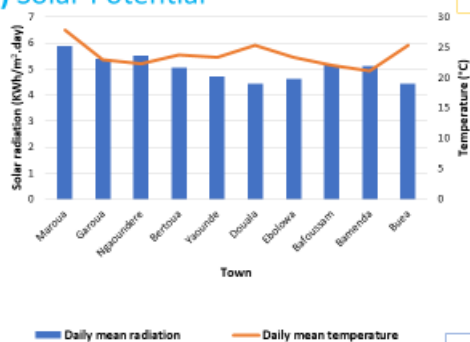
African Network For Solar Energy



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Results and Discussion

### a) Solar Potential



The Extreme-North is the sunniest and the hottest (5.88 KWh/m<sup>2</sup>.day, 27.81°C).

The South-West is the least sunny (4.43 KWh/m<sup>2</sup>.day).

The North-West is the Coldest (21.07°C)

Figure 6: Daily average of radiation and temperature in each headquarter

9



African Network For Solar Energy



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

Table 1: Solar energy received annually on an area of one square meter.

In Cameroon		Abroad	
Maroua	2146.2 KWh	Barcelone	1540 KWh
Garoua	1963.7 KWh	Shanghai	1510 KWh
Ngaoundéré	2011.15 KWh	Berlin	1110 KWh
Bertoua	1843.25 KWh	Toulouse	1450 KWh
Yaoundé	1715.5 KWh	Québec	1580 KWh
Douala	1620.6 KWh	Lille	990 KWh
Ebolowa	1689.95 KWh		
Bafoussam	1872.45 KWh		
Bamenda	1865.15 KWh		
Buea	1616.95 KWh		

Cameroon has a potential much more interesting than the countries which are recognized as being leaders in the field of solar energy.

10





6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Results and Discussion

### b) Power received by a thermal solar collector

Table 2: Maximum Powers attacks during the sunniest day for  $(i, \gamma) = (0, 0)$

	Maroua	Garoua	Ngaoundéré	Bertoua	Yaounde	Douala	Ebolowa	Bafoussam	Bamenda	Buea
Latitude	10,6	9.3	7.3	4.6	3.9	4.1	2.93	5.48	6.0	4.15
Radiation (KWh/m <sup>2</sup> /day)	7.6	7.33	7.46	7.05	6.23	6.94	6.1	7.16	7.08	6.94
Maximum Power (W/m <sup>2</sup> )	1454	1359	1342	1249	1067	1195	1047	1214	1262	1195

11



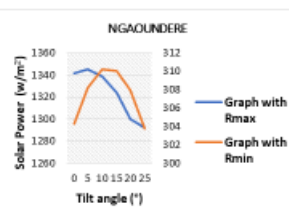
6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Results and Discussion

### c) Optimal tilt angle in the ten Regions

Table 3: Optimal tilt angle obtained on the least sunny and the sunniest days

Town	Latitude	$i_{op}(Rmax)$	$i_{op}(Rmin)$	Med ( $i_{op}$ )
Maroua	10.6°	10°	30°	20°
Garoua	9.3°	10°	10°	10°
Ngaoundere	7.3°	5°	10°	7.5°
Bertoua	4.6°	5°	0°	2.5°
Yaounde	3.9°	10°	20°	15°
Douala	4.1°	10°	0°	5°
Ebolowa	2.93°	10°	20°	15°
Bafoussam	5.48°	20°	0°	10°
Bamenda	6.0°	5°	0°	2.5°
Buea	4.15°	10°	0°	5°



12



African Network For Solar Energy



6th ANSOLE National Conference in Cameroon  
14th to 15th October 2019, ENSAI, Ngaoundere

## Conclusion

- Daily solar radiation varies between 4.43 KWh/m<sup>2</sup> (Buea) and 5.88 KWh/m<sup>2</sup> (Maroua) according to areas in Cameroon ;
- The daily average temperature varies between 21.07°C (Bamenda) and 27.8°C (Maroua) ;
- The extreme-North is the sunniest and the hottest ;
- The optimum tilt angle varies between 2.5° and 20° according to Regions.

13

### Short biography



**BOGWARBE Emilienne**, Board of Section VI "bio-Processes and Post-harvest technologies" of the International Commission of Agricultural Engineering; Member of the Board of the International Symposium series on Drying (IDS'); Scientific Advisor to the International Foundation for Science (Sweden); Associate professor at the National Polytechnic Institute of Lorraine (Nancy, France); Regional representative of the African Network for Solar Energy in Central Africa. He has won several national and international scientific awards

including the Scientific Award of the AUF (1997), Knight of Merit of Cameroon (2005); ATLAS / AAI (USA) Alumni Award 1999 Medalist Chevreul (Paris, France) in 2009 ; Member of the Academy of Sciences of Cameroon from 2009, Albert Einstein Award for Excellence (ABI, USA) in 2011, Ambassador of Sciences (TWAS, UNESCO) in 2013; Officer of the Order of Merit in Cameroon 2009. He is author of 266 scientific publications, including 10 books His latest works focus on renewable energies in Sub-Saharan Africa in 2012, Cane Sugar in sub-Saharan Africa. processes and trades in 2014 and Valorisation of industrial and agro-process wastes in 2015

### Short biography



**KUITCHE Alexis** is Head of Division of Academics Affairs, Cooperation, Research and Records at the National School of Agro-Industrial Sciences of the University of Ngaoundere-Cameroon. He is a professor of energetics in the Department of Electrical, Energetic and Automatic Engineering in the same school. His research activities are focused on thermodynamic and energetics. **Mr. KUITCHE Alexis** is an active member of the "African Network for solar energy" (ANSOLE). Contact: [Kuitche\\_a@yahoo.fr](mailto:Kuitche_a@yahoo.fr)

## **10- Evaluation des performances d'un système solaire hybride Photovoltaïque Thermique à eau: cas des panneaux solaires au silicium monocristallins, poly cristallin et amorphe**

### **Assessment of the performances of a photovoltaic thermal hybrid system: case of monocrystalline and polycrystalline silicon solar panels**

**LONTSI Kuefouet Alexis, TANGKA KEWIR Julius, DJOUSSE KANOOU Boris, C.V., Aloyem Kazé**  
Université de Dschang, FASA, laboratoire des énergies renouvelables du génie rural, BP 222, Dschang  
(Cameroun)

E-mail : [alexislontsi@gmail.com](mailto:alexislontsi@gmail.com)

#### **Résumé :**

Le travail proposé consiste en une conception, réalisation et évaluation des performances d'un système solaire hybride photovoltaïque-thermique (cogénération) à eau. Dans ce travail, nous avons mis en évidence que la conception d'un système PV/T à eau dépende du type de panneau solaire, des conditions météorologiques et de la surface de captage nécessaire. C'est ainsi que la surface de captage de  $0,648 \text{ m}^2$  constitué d'un panneau solaire poly-cristallin / monocristallin d'une puissance de 100Wc chacune et 60Wc pour l'amorphe. Chaque panneau solaire est muni respectivement d'un échangeur à serpentin en dessous des modules de 12m ,17m de longueur et de diamètre 5/16 mm pour la circulation d'eau. Par ailleurs, la réalisation du système hybride photovoltaïque-thermique à eau a été faite à la suite d'une simulation du système. Cette simulation a été faite avec le logiciel Transient System Simulations et le module de gestion du système par le logiciel Proteus8. Des tests ont été menés et les données collectées nous ont conduits à optimiser la production des panneaux solaire photovoltaïque. Nous avons obtenu un gain d'énergie électrique moyen de 10,7% soit 10,7Wc (mono cristallin) ; 13,9% soit 13,9Wc (polycristallin) et 0,97% soit 1,62Wc (amorphe) par rapport aux panneaux solaire classique. Pour le coté thermique, nous avons obtenu une puissance thermique moyen de 214,944 W soit 4 litres d'eau chaude avec une température de 37°C pour le panneau de type monocristallin ; 298,35 W soit 5,6 litres d'eau chaude avec une température de 44,5°C pour le panneau de type poly cristallin et 304,57 W soit 13,78 litres d'eau chaude avec une température de 48,6°C pour l'amorphe. Ces test ont été faite sur un ensoleillement moyen de  $835,51 \text{ W/m}^2$  entre 7h30 min et 15h30 min.

**Mots-clés :** Système solaire hybride PV/T ; rendement ; gain d'énergie ; température eau chaude

#### **Abstract**

The work put at your disposal is concern with the conception, realization and performance evaluation of a hybrid solar system (photovoltaic / thermal) for heating water (cogeneration). This work makes it evident that the conception of a photovoltaic/thermal system for heating water depend on the type of solar panels, weather conditions of a particular place and the capturing surface necessary. In order to realize the hybrid photovoltaic-thermal water collector, simulations were done using the Transient System Simulations software and the

system was managed using the Proteus8 software. To this effect, the capturing surface for both poly-crystalline and mono-crystalline panels was taken to be  $0.64\text{m}^2$  with a maximum power of  $100\text{Wc}$  each. A serpentine copper tube collector of length  $13\text{m}$  long was put beneath both panels for the circulation of water. Upon fabrication, tests were carried out and the results obtained showed that power produced by photovoltaic systems was greatly optimized, showing an increase in power production of  $13.1\%$  which is equivalent to  $13\text{Wc}$  for polycrystalline and  $8\%$  ( $8\text{Wc}$ ) for Monocrystalline respectively compared to normal panels. Concerning the thermal energy generated, we obtained an average thermal power of  $404.85\text{W}$  at a temperature of  $32^\circ\text{C}$  producing  $23\text{L}$  of hot water with Monocrystalline solar panels and an average thermal power of  $701.35\text{W}$  at a temperature of  $41^\circ\text{C}$  producing  $31\text{L}$  of hot water using polycrystalline solar panels. This results were gotten with an average solar irradiation of  $83551\text{W}/\text{m}^2$  from  $9:30\text{ am}$  to  $3:30\text{ pm}$ .

**Key words:** Hybrid PVT solar systems, efficiency, energy gain, temperature, hot water.

### References:

- DUBEY S, TIWARI GN 2008. Thermal modeling of a combined system of photovoltaic thermal (PV/T) solar water heater. Sol Energy; vol 82, 602–12.
- CHOW T.T., HE W., JI J. 2006, Hybrid photovoltaic-thermosyphon water heating system for residential application. Solar Energy, vol. 80, 298-306.

## I- Introduction (1 / 4) Généralités



L'énergie solaire photovoltaïque est l'une des plus importantes sources d'énergie renouvelable, qui présente un dénouement à nos problèmes de production d'énergie électrique (Wilgenbus, D, 2011).

De plus, cette énergie semble la plus prometteuse, non polluante et inépuisable.

- L'agence internationale de l'énergie prévoit que la part du solaire PV dans la production mondiale d'électricité est de  $2,1\%$  en 2017 et pourrait atteindre  $16\%$  en 2050.
- Le réseau africain pour l'énergie solaire(ANSOLE) affirme que l'utilisation de l'énergie solaire photovoltaïque est de plus en plus croissante en Afrique.

## I- Introduction (2/4)

### Problématique



- Dans le meilleur des cas, le rendement de conversion des modules photovoltaïques ne dépasse pas les 18 % (Dahouénon, 2011).
- Ce rendement de production électrique des PV diminue avec l'élévation de la température d'après la courbe de performance d'un panneau solaire
- la perte est plus élevée sur les panneaux solaire si aucun refroidissement du module n'est prévu.

## I- Introduction (3/4)

### Questions de Recherche

Comment optimiser le rendement électrique des systèmes solaires photovoltaïques tout en exploitant l'énergie thermique en dessous des plaques pour le chauffage d'eau dans un contexte de rareté énergétique.

## I- Introduction (4/4)

### Objectif principal

**Optimiser le rendement des panneaux solaires en combinant le photovoltaïque au thermique.**

### Spécifiquement,

- ➔ Concevoir un système hybride PV-T à eau ;
- ➔ Concevoir un module de gestion du système PV/T (avec le logiciel PROTEUS);
- ➔ Simulation du système hybride PV-T avec le logiciel Trnsys
- ➔ Réaliser le système hybride PV-T à eau et le module de gestion
- ➔ évaluer les performances du système

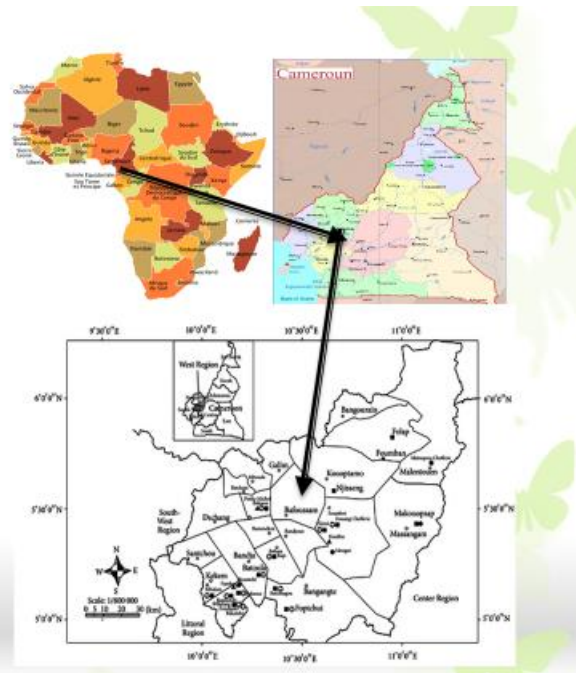
7

## 2.1 Zone d'étude

Le travail a été effectué dans le Chef-lieu du département de la Mifi: Bafoussam.

Le système a été réalisé dans l'atelier de Solaring a Bafoussam .

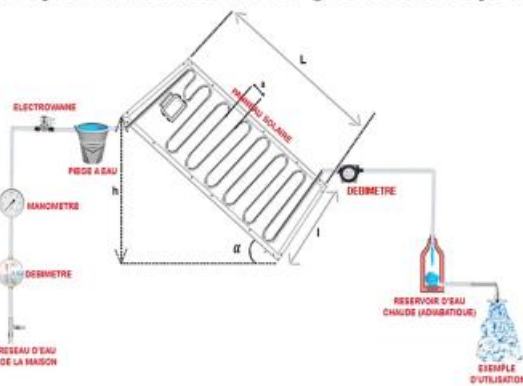
Les tests du système et la collecte des données ont été effectués a Bafoussam puis l'analyse des données dans les laboratoires des énergies renouvelables de l'Université de Dschang.



## 2.2 Conception du système PV-T a eau et son module de Gestion

Les paramètres suivants ont été considérés:

- Choix des panneaux solaire pv
- Dimensionnement de l'échangeur a serpentin
- Conception du module de gestion du système



La figure 1 description du capteur PV-T à eau.

Le système se compose des capteurs solaires PV au silicium monocristallin, poly cristallin et amorphe posé sur un support métallique incliné de  $8^\circ$  à l'horizontale, un échangeur en serpentin isolé thermiquement et collé à l'arrière du module pv, des électrovannes pour envoyer de l'eau via un piège à eau qui va circuler dans l'échangeur. Ce dernier envoie de l'eau froide quand la température sous des modules PV est assez élevée.

10

## Dimensionnement de l'échangeur

➤ La longueur totale du serpentin est déterminée par la relation

$$L_T = \left(\frac{L}{a} \times l\right) + L \quad \text{ou} \quad N = \frac{L}{a} \quad (1)$$

### Déterminons la vitesse d'écoulement de l'eau

En considérant  $P_1 = P_2 = P_{\text{amtr}}$ ,  $V_1 = 0$  et  $h_1 = h_2 = h$

Avec:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times g \times L_T \sin \alpha}{1 + \frac{\lambda L}{D_h} + \sum \zeta}} \quad (2)$$

Ou  $h = L_T \sin \alpha$

N : le nombre total de serpentin  
 a : le pas  
 L<sub>T</sub> : longueur total du tube en m;  
 l : la largeur du panneau solaire en m;  
 L : la longueur du panneau solaire en m.  
 λ : Coefficient de pertes de charges ( )  
 L : Longueur total du serpentin (m)  
 ρ : Masse volumique de l'eau (Kg/m<sup>3</sup>)  
 v : Vitesse d'écoulement du fluide (m/s)  
 D<sub>h</sub> : Diamètre de la conduite (m)  
 α : angle d'inclinaison du panneau  
 ζ : Coefficient de pertes de charges singulières

11

## Dimensionnement de l'échangeur

□ Débit volumique d'écoulement du fluide

$$Q_v = \sqrt{\frac{2g L_T \sin \alpha h}{1 + \frac{\lambda L}{D_h} + \sum \zeta}} \times \pi \frac{D^2}{4} \quad (3)$$

-Détermination du Volume d'eau dans le serpentin est déterminé par:

$$V_o = \pi \times L_T \times \frac{D^2}{4}$$

-Les faces arrières: contre plaquet et tôle en aluminium

- Isolant intérieure: polyuréthane de résistance  $R = \frac{e}{\lambda}$  (4)

-tôle de protection arrière: en aluminium

R=résistance thermique (m<sup>2</sup>.K/W)

e=épaisseur de l'isolant (m)

λ =coefficient de conductivité thermique (W/m.K)

V<sub>o</sub> : volume d'eau dans le serpentin en m<sup>3</sup>;

L<sub>T</sub> : Longueur totale du tube en m;

D : diamètre du tube.

12

## Conception de l'échangeur

### □ Détermination du nombre de Reynolds coté froid:

- nombre de Reynolds, définit par la relation:

$$R_{ef} = \frac{\rho \times V \times D_{hf}}{\mu} \quad (4)$$

-puissance électrique de l'électrovanne

$$P_e = \frac{\Delta P \times Q}{\eta_v \times 3600} \quad (5)$$

-la pression équivalente formule générale de Darcy-Weisbach

$$\Delta P = \gamma \frac{V^2}{2g} \left( \frac{L}{D} \right) \quad (6)$$

Avec:

$P_e$  = puissance électrique de l'électrovanne(W)

$Q$  = débit du fluide (m3/h)

$\Delta P$  = pression équivalente (en Pa ou N/m2)

$\eta_v$  = rendement globale de l'électrovanne

$V$  = vitesse moyenne d'écoulement dans la conduite en m/s

$\gamma$  = poids spécifique du fluide véhiculé en Kg/m3

$D$  = diamètre hydraulique du canal

$R_{ef}$  = nombre de Reynolds du fluide froid,

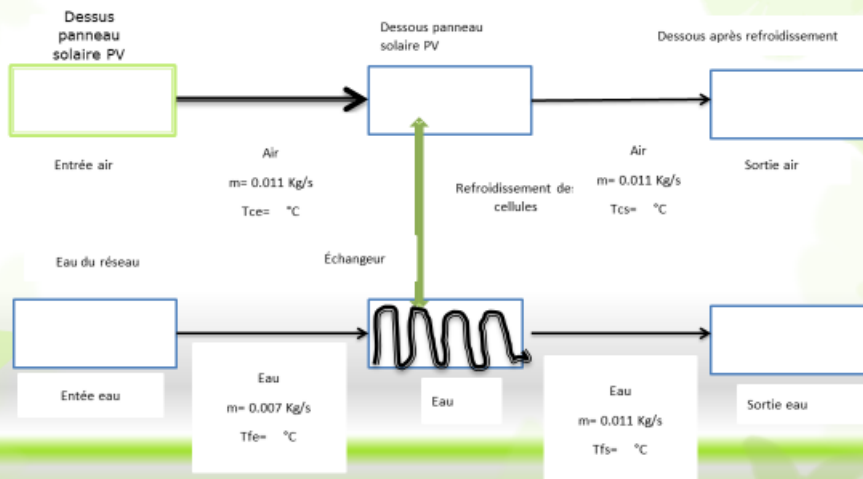
$D_{hf}$  = Diamètre du tube en cuivre

13

### Transfert thermique dans le système solaire hybride PV-CT à eau Modélisation de l'échangeur de chaleur en contre-courant

Un capteur solaire met en jeu simultanément les trois modes de transfert thermique, conduction, convection et rayonnement. Dans ce cas, nous allons nous intéresser aux transferts convectifs à l'extérieur et à l'intérieur du serpentin.

#### schéma des différent échange de chaleur sur le système PV/T à eau



14



### Détermination du coefficient d'échange global

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_f} + \frac{1}{h_c} + \frac{e}{\lambda}} \quad (7)$$

- Détermination du coefficient d'échange convectif En dessous du panneau solaire pv par la formule:

$$h_c = \frac{N_{uc} \times \lambda_c}{D_{hc}} \quad (8)$$

- Détermination du coefficient d'échange convectif De l'eau dans le serpentin par la formule:

$$h_f = \frac{N_{uf} \times \lambda_f}{D_{hf}} \quad (9)$$

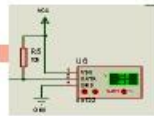
$K$  = Coefficient d'échange global (m)  
 $h_c$  = Coefficient de transfert par convection entre la face arrière du panneau solaire et l'air à l'extérieur du serpentin  
 $h_f$  = Coefficient de transfert par convection entre la face arrière du panneau solaire et l'eau à l'intérieur  
 $\lambda$  : conductivité thermique de l'eau  
 $e$  : épaisseur de la conduite en m  $e = \frac{D-d}{2}$   
 Ou  $D$  et  $d$  sont les diamètres extérieur et intérieur du tuyau  
 $D_{hc}$  = Diamètre hydraulique coté chaud (m) ou  $D_{hc} = \frac{4(D \times l)}{\pi D L}$   
 $\lambda_c$  = Conductivité thermique de la lame d'air entre l'arrière du panneau solaire  
 $N_{uc}$  = Nombre de Nusselt ou  $N_{uc} = 0,6 Re^{0,5} Pr^{0,33}$   
 $Re_c$  : étant le nombre de Reynolds coté chaud ou  
 $Re_c = \frac{Q_{mc} \times D_{hc}}{\mu_c \times S_c}$   
 $Q_{mc}$  = débit massique de l'air (Kg/s) ;  $Q_{mc} = 1/2 Q_v$   
 $\mu_c$  = viscosité dynamique de l'air (Kg/ms);  
 $S_c$  = surface du panneau solaire en m<sup>2</sup>  
 $N_{uf}$  = Nombre de Nusselt ou  $N_{uf} = 0,023 Re_f^{0,8} Pr_f^{0,33}$   
 $Pr_f$  : nombre de Prandtl coté froid,  $Pr_f = \frac{h_c C_{pf}}{\lambda_c}$   
 $Pr_{rf}$  : nombre de Prandtl coté froid  $Pr_{rf} = \frac{h_c C_{pe}}{\lambda_c}$   
 $C_{pf}$  : chaleur spécifique (J/Kg K ) Pour l'eau  $C_p = 4180$  J/Kg K ;  
 $\mu_f$  : Viscosité dynamique du fluide caloporteur (kg/m.s)  
 $\lambda_f$  : Coefficient de Conductivité thermique de l'eau (W/m.°C

15

## 2.3 Composantes électroniques du module de gestion

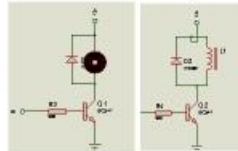
### 2.3.1 Éléments de lecture, d'affichage et de commande

- Les capteurs { DS18S20



Température: -55 à 125°C  
Tension Max: 5V

- Interface de puissance {



Plage de mesure: 0-25 %  
Temps de réponse: 15s  
Tension Max: 5V

- Écran d'affichage : LCD5110



- Lecteur de carte SD
- Horloge en temp réel

Éléments de commande { -Carte Arduino Uno  
-Relais



LE GENIE RURAL AU SERVICE DE L'AGRONOMIE

16

### 2.3.2 Evaluation des performances du système

#### -Evaluation des performances électriques

##### puissance maximale du panneau solaire PV

$$P_{max} = V_{max} \times I_{max} \quad (7)$$

##### rendement du panneau solaire PV

$$\eta = \frac{P_{max}}{S \times IG} \quad (8)$$

#### -Evaluation des performances thermiques

##### puissance thermique du collecteur ( chaib et Sari, 2014).

$$\phi = K \times S \times \Delta T \quad (9)$$

##### rendement thermique du système PV/T

$$\eta_j = \frac{\sum \phi}{P_e + S \sum IG} \quad (10)$$

$P_{max}$  : Puissance maximale du panneau solaire PV ( Wc)  
 $V_{max}$  : Tension maximal du panneau solaire (V)  
 $I_{max}$  : Courant maximal du panneau solaire (A)  
 $\phi$  : puissance thermique (W)  
 $S$  : surface du panneau solaire. ( $m^2$ )  
 $IG$  : flux solaire global incident. ( $W/m^2$ )  
 $P_e$  = puissance électrique de l'électrovanne(W)  
 $K$ = Coefficient d'échange global  
 $\Delta T$  =Moyenne logarithmique de température ou  $\Delta T = \frac{(T_{ce} - T_{fs}) - (T_{cs} - T_{fe})}{\ln \frac{(T_{ce} - T_{fs})}{(T_{cs} - T_{fe})}}$   
 $\eta_j$ : Rendement thermique journalier du système.

17

### 2.4 simulation du système sur Trnsys

Le logiciel de simulation TRNSYS (Transient System Simulations) est un environnement complet et extensible, dédié à la simulation dynamique des systèmes énergétiques.

#### Paramètres d'entrée et sortie du système dans le logiciel trnsys

- ❖ Températures, irradiation,, tension, débit ...etc) qui change en fonction du temps.
- ❖ Les paramètres comme la surface du capteur ne changent pas lors de la simulation.
- ❖ En sortie puissance PV, thermique, températures, ...etc..

## 2.6 Réalisation du système PVT à eau

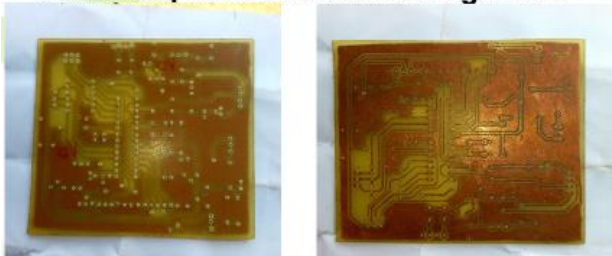
Le système solaire hybride PV-T à eau réalisé est constitué :

- Des panneaux solaires photovoltaïques.
- D'une tôle en aluminium noirie collée sur un contre-plaquet comportant l'échangeur à serpentin.
- D'une plaque isolante comportant une mousse de polyuréthane, un contre-plaquet et une tôle lisse.
- Une cornière en aluminium pour relier l'échangeur au panneau solaire.



## 2.7 Réalisation du module de gestion

### Circuit imprimé du module de gestion



composants électroniques :

- capteur de température DS18S20 ;
- Micro contrôleur; c) relais ;
- Circuit d'horloge
- Écran d'affichage LCD

## 3.1 Résultats du système Panneaux solaires choisis

Nous avons trouvé sur le marché des panneaux solaires PV type poly-cristallin, monocristallin (30 cellules) et amorphe silicium du fabricant Euronnet



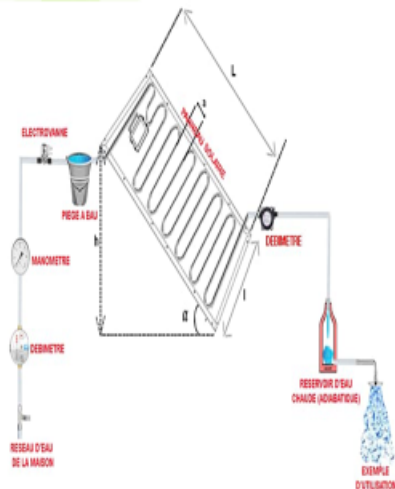
Photo caractéristique

EURONNET Model: M-100W	
Maximum Power (Pmax)	100W
Maximum Power Current (Imp)	5.00A
Maximum Power Voltage (Vmp)	19V
Open-Circuit Voltage (Voc)	22.27V
Short-Circuit Current (Isc)	5.84A
Size of Module: 1200x600mm	
All technical data at standard test condition AM1.5, 1000W/m <sup>2</sup> , TC=25°C	

EURONNET Model: M-100W	
Maximum Power (Pmax)	100W
Maximum Power Current (Imp)	5.00A
Maximum Power Voltage (Vmp)	19V
Open-Circuit Voltage (Voc)	22.27V
Short-Circuit Current (Isc)	5.84A
Size of Module: 1200x600mm	
All technical data at standard test condition AM1.5, 1000W/m <sup>2</sup> , TC=25°C	

KANEKA THIN-FILM SILICON PV MODULE	
Model: D-EA090	
MFD: 2007-04	
S/N: GEA321-207042300-34058X5	WEIGHT: 13.7kg
Pmax: 89W	DIMENSION: 580 x 590 x 40mm
Voc: 21.8V	KANEKA CORPORATION
Isc: 7.15A	OSAKA 530-8288 JAPAN
Vmp: 87V	
Imp: 0.8A	

### 3.1 Résultats du système hybride conçu



- **longueur total des serpentin**

LT= 12m pour le poly ; LT=12m pour le mono et LT= 17m pour amorphe.

- **le nombre de tour du serpentin**

N= 20 tours pour poly / mono et N= 17 tours pour l'amorphe.

- **la vitesse de l'eau à la sortie du serpentin**

V= 0,8 m/S

- **débit volumique de l'eau à la sortie du serpentin**

$Q_v = 3,0772 \cdot 10^{-5} m^3/S$

- **volume d'eau dans le serpentin**

$V_0 = 0,46$  litre pour le mono/poly et 0,653 pour l'amorphe

- **isolant: mousse de polyuréthane de**

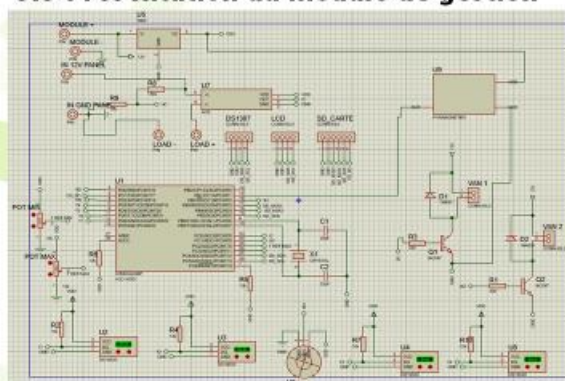
résistance thermique  $R = 4,65 m^2.K/W$   
 - Tôle épaisseur 5mm  
 Le point de fonctionnement de l'électrovanne ( $\Delta P = 11 Pa$  ;  $Q = 172,8 m^3/h$ ) soit une puissance de 1,9 W.

- **le coefficient d'échange globale du système**

$K = 37,8 W/m^2 \cdot ^\circ C$

23

### 3.3 Présentation du module de gestion



Afficheur LCD

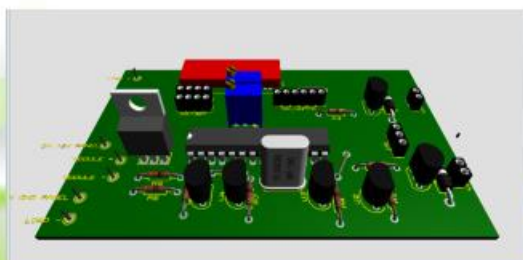
microcontrôleur

Capteur de courant

Capteur de température

débitmètre

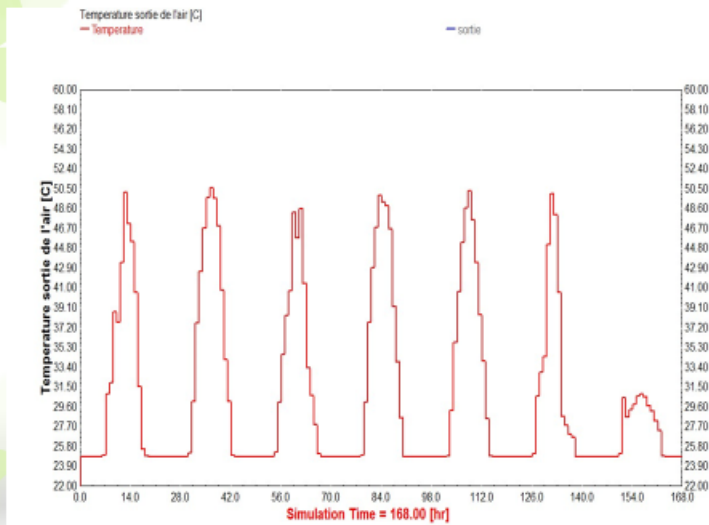
### 3.4 Circuit imprimé du module



24

### 3.4 Résultats de la simulation

les variations de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'échangeur

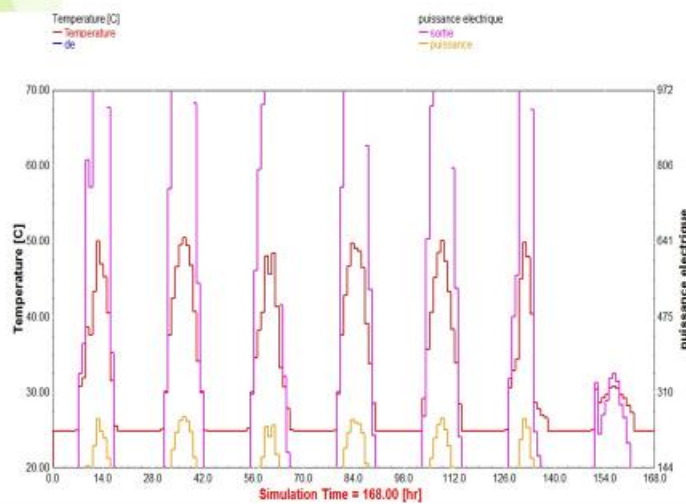


D'après la figure 9, on constate que l'eau entre dans le serpentin avec une température de 24°C à 7h du matin et ressort avec une température de 50.50°C autour de 12h pour la première journée.

25

### 3.8 Résultats de la simulation du système

les variations hebdomadaires de la puissance électrique et thermique du système.



la puissance crête du panneau solaire est de 25 W autour de midi et la puissance thermique est de 320W à la même heure pour la première journée. Nous constatons d'après cette simulation que la puissance thermique est plus de trois fois la puissance électrique.

26

Résultat de la réalisation du système



Échangeur mono



Échangeur poly



Échangeur amorphe



Mousse de polyuréthane



Tôle aluminium à l'arrière du PV



Arrière sellé avec la cornière en aluminium

27

Système solaire hybride PV-CT à eau réalisé



- Panneaux solaires PV
- Electrovannes et piège a eau
- Panneaux solaire PVT a eau
- Capteurs de température
- Pyranomètre
- Modules de gestion
- Charge 120W (résistance chauffante)
- Débitmètre en sortie eau chaude

## Résultats de l'évaluation des performances du système

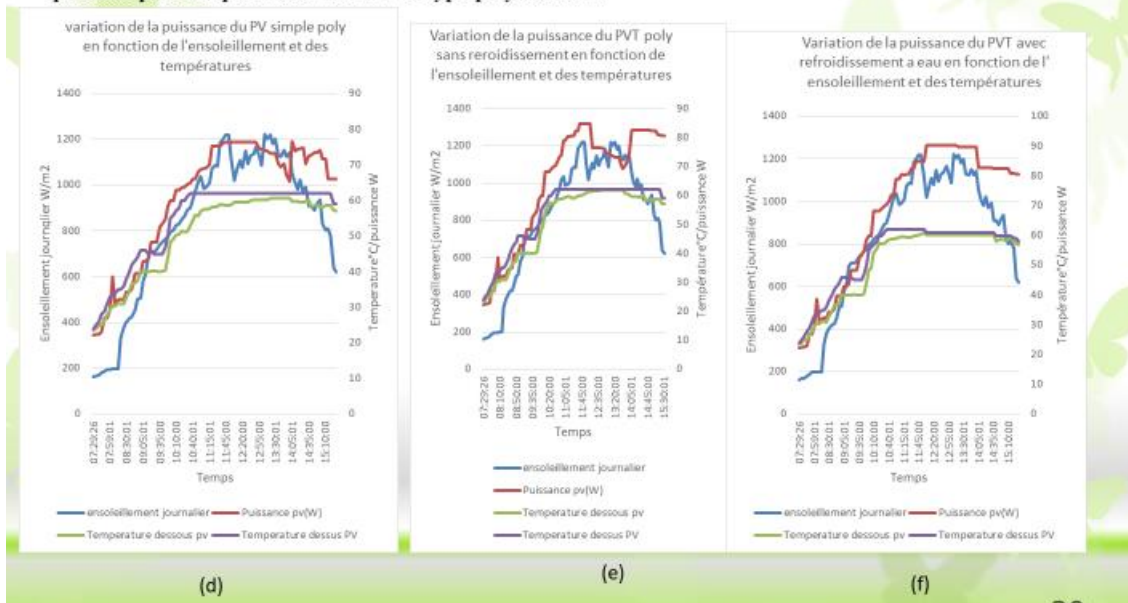
Les profils suivants illustrent la variation de l'ensoleillement journalier, l'évolution de la température au-dessus, en dessous du panneau solaire PV/PVT et de la puissance électrique maximale produite pour le panneau solaire de type monocristallin.



29

## Résultats de Test du système

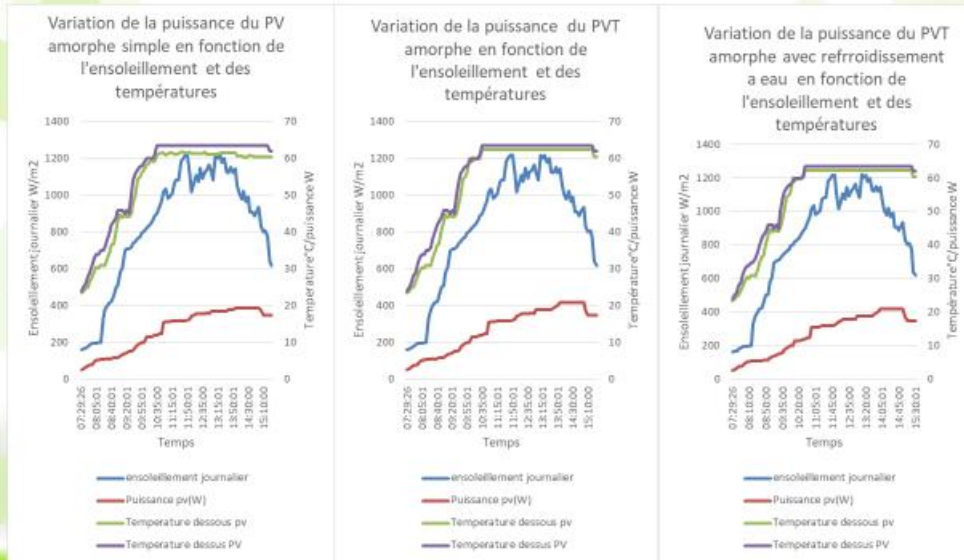
Les profils suivants illustrent la variation de l'ensoleillement journalier, l'évolution de la température au-dessus, en dessous du panneau solaire PV/PVT et de la puissance électrique maximale produite pour les panneaux solaires de type poly cristallin.



30

### Résultats de Test du système

Les profils suivants illustrent la variation de l'ensoleillement journalier, l'évolution de la température au-dessus, en dessous du panneau solaire PV/PVT et de la puissance électrique maximale produite pour les panneaux solaires de type amorphe.



31

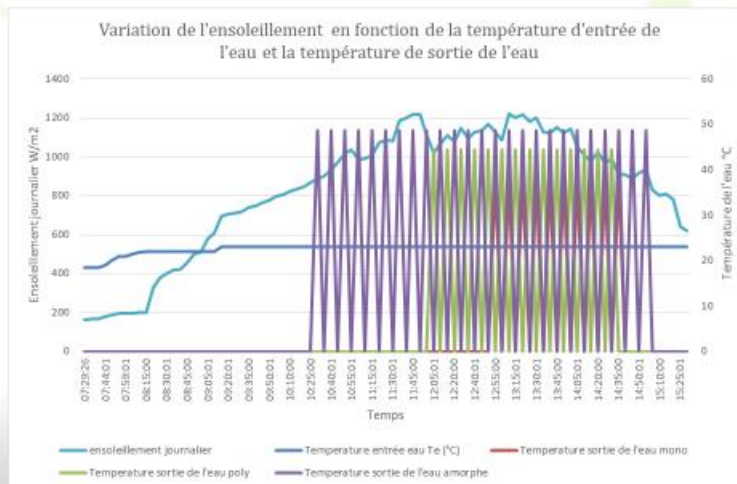
(g)

(h)

(i)

### Résultats de Test du système

Les profils suivants illustrent la variation de l'ensoleillement journalier en fonction de la température d'eau à l'entrée et à la sortie du capteur solaire hybride PVT pour les panneaux solaires de type monocristallin, poly cristallin et amorphe.





## Evaluation des performances du système PVT à eau

### 1. Performances électriques du système

Nous avons obtenu un gain d'énergie électrique moyen de 10,7% soit 10,7Wc (mono cristallin) ; 13,9% soit 13,9Wc (poly cristallin) et 0,97% soit 1,62Wc (amorphe) par rapport aux panneaux solaire classique soit un rendement moyenne respectif de 17,33%, 14,33% et 3,13 % sur un ensoleillement moyenne de 835,51W/m<sup>2</sup>

### 2. Performances thermique du système

nous avons obtenu une puissance thermique moyen de 214,944 W soit 4 litres d'eau chaude avec une température de 37°C pour le panneau de type monocristallin ; 298,35 W soit 5,1 litres d'eau chaude avec une température de 44,5°C pour le panneau de type poly cristallin et 304,57 W soit 13,78 litres d'eau chaude avec une température de 48,6°C pour l'amorphe. Soit un rendement thermique respectif de 37,6% ; 38,85% et 39,98% <sup>33</sup>

## CONCLUSION

Un système solaire hybride PV-CT à eau a été conçu et réalisé. Ces performance ont été évaluer et il en ressort que

Cette approche nous a permis de récupérée une quantité de la puissance électrique des modules perdu par effet joule tout en déterminant la quantité d'eau chaude pouvant être produite par un module PV.

### Short biography



**Alexis LONTSI KUEFOUET** a un Msc en énergie et machinisme agricole. Il est promoteur de l'entreprise SOLARING-PLUS (solar and renewable energies engeneering). Il est étudiant en doctorat p.h.D dans le département du génie rural de la faculté d'agronomie et des sciences agricole de l'université de Dschang au Cameroun. Ces activités de recherche sont focalisées sur les systèmes solaires hybrides photovoltaïques thermiques. M. **Alexis LONTSI KUEFOUET** est membre actif ANSOLE (African Network for solar energy). Il est consultant dans plusieurs programmes. Contact : [alexislontsi@gmail.com](mailto:alexislontsi@gmail.com). Tél : 698346516/679446735.

## 11- Amélioration des performance thermique d'un chauffe eau solaire à thermosiphon pour un menage en utilisant trnsys model

### Improve thermal performance of thermosiphon solar water heater using trnsys model for small building

Daniel MANTAP<sup>1</sup> and ALOYEM KAZE<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>The University of Bamenda, Cameroon; [mantap1daniel@gmail.com](mailto:mantap1daniel@gmail.com)

<sup>2</sup>Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon

<sup>3</sup>National Institute of Vocational Training and Program Development, Minefop; [kasealoyem@yahoo.fr](mailto:kasealoyem@yahoo.fr)

#### Résumé

L'énergie solaire est gratuite, elle respecte l'environnement et, par conséquent, elle est considérée comme l'une des sources d'énergie alternatives les plus prometteuses. Un chauffe-eau solaire à thermosiphon est conçu, construit et testé à Bamenda-Bambili, au nord-ouest du Cameroun (Latitude 6.005° N et Longitude 10.257° E) pour un ménage. Les données ont été collectées pendant une période de cinq jours. Avec une température ambiante moyenne de 26 °C, une température d'eau chaude maximale de 85 °C est enregistrée et, pendant l'expérience, la méthode du modèle TRNSYS "TRaNsient SYstem Simulation program" est utilisée pour l'améliorer. TRNSYS est un environnement de simulation standard qui peut être utilisé avec succès pour évaluer et améliorer les performances thermiques des chauffe-eau solaires à thermosiphon grâce à l'utilisation du composant type 45. La suggestion dans cette étude est d'ajouter deux nouveaux composants afin de rendre compte théoriquement de cette situation et de changer les performances caractéristiques des coefficients de perte du collecteur, du tuyau et du réservoir pour qu'ils soient des entrées dans la version actuelle du Type 45. L'étude a montré que la liaison de ces deux composants avec le composant thermosiphon-collecteur modifié type 245 (appelé «modèle TRNSYS modifié») donne des résultats qui concordent avec une erreur inférieure à 7% avec la méthode traditionnelle d'évaluation des performances du système. En utilisant le type 45 (appelé «modèle original TRNSYS»). En outre, le modèle TRNSYS modifié élimine les restrictions sur l'optimisation des paramètres de conception pour améliorer les performances thermiques et offre un choix plus large pour mener des études paramétriques.

**Mot-clé:** Systèmes de chauffage solaire de l'eau, Transfert de chaleur, Thermosiphon, Rayonnement, ménage

#### Abstract

The effective use of solar energy is hindered by the intermittent nature of its availability; Conversion of solar energy into thermal energy is the easiest and most used method. Passive techniques have been used to improve the convective heat transfer. A thermosiphon solar water heater is designed, constructed and tested in Bamenda Bambili, North West, Cameroon (Latitude 6.005°N and Longitude 10.257°E) for a small building loading 150l hot water per days. Reading were taken for a period of five days. With an ambient temperature at 26 °C, a maximum hot water temperature of 85 °C is recorded and

during the experiment, We used TRNSYS “**TRaNsient SYstem Simulation program**” model method in version 18 which is a standard simulation environment that can be successfully used to evaluate and optimize the thermal performance of the thermosyphon solar water heaters through the use of component Type 45 (Original Model). The thermosyphon component in the TRNSYS program, Type 45 requires a number of experimentally determined items of information namely, ***FR $\alpha$*** , ***FRUL***, ***bo (type 210)*** and ***U1***, ***U2***, ***Uat (type 211)***. However, it is possible for errors to be incurred in the case of performing optimization of some of the design parameters of a thermosyphon system. This is due to the fixing of the values of collector performance characteristics and the tank overall heat loss coefficient throughout the optimization process in **the case of changing collector and tank parameters**. The suggestion in this study is to add two new components in order to account theoretically for this situation as well as to change the characteristic performance of the collector, pipe and tank loss coefficients from being parameters to instead being inputs to the current version of Type 45. The study has shown that linking these two components with the modified thermosyphon-collector component Type 245 (referred to as ‘Modified TRNSYS Model’) gives results that agree to within an error of less than 7% with the traditional way of evaluating system performance (solar fraction) by using Type 45 (referred to as ‘Original TRNSYS Model’). Furthermore, the modified TRNSYS model eliminates restrictions on design parameter optimization to improve thermal performances and gives a wider choice for conducting parametric studies. This system will be very useful for the produce hot water in small buildings.

**Keywords:** Solar water heating systems, Heat transfer, Thermosyphon, Radiation, Building

#### Short biography



M. MANTAP Daniel, Cameroon born in 1991 at Kribi. Professional Master Student in Maintenance and Management of refrigerating and thermal systems. Also he is Thermal, Energy and Environment engineer and DIPET II in Air Conditioning and Refrigeration in 2018 at the Higher Technical Teacher Training College of the University of Bamenda-Bambili; he is a lecture at Government Technical High School of Meiganga. The activities are oriented on Solar Thermal energy.

Email address: [mantap1daniel@gmail.com](mailto:mantap1daniel@gmail.com) and contact: 679218272 / 6969632472

## 12- Design of a multi-fruit dryer: Case of Mango (*Mangifera indica* L.), Banana (*Musa acumanita* L.), Paw-paw (*Carica papaya* L.) and Pineapple (*Ananas comosus* L.)

YONG Joel Berka, DOUA Philemon and JIOKAP NONO Yvette \*

University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon

(\*)Email : [jiokapnonoy@yahoo.fr](mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr)

### Abstract

Fruits and vegetables are highly valued in human diet mainly for their minerals and vitamins content (Grubben *et al.*, 2014). The perishable nature of fruits and vegetables is one of the major problems faced by farmers especially in rural communities. In Africa, south of the Sahara, their overproduction over very short periods leads to heavy losses after harvests. Fruit production in Cameroon has increased over the years but is mostly carried out in an artisanal manner by small scale farmers, who, most often produce several fruits and vegetables at once. A study by FAO (2018) shows a 20 – 50 % post-harvest loss in Cameroon for tubers, fruits and vegetables. To overcome this problem, preservation methods to reduce post-harvest losses can be employed. Amongst the different techniques used for food preservation, product dehydration using dryers for the reduction of moisture content thereby increasing shelf-life has been shown by several authors to be an easy and flexible method, easily amendable to the use of renewable energy resources (Arun *et al.*, 2011). This study presents the design of a multi-fruit pre-treatment unit and biomass dryer for four fruits: mango, banana, paw-paw and pineapple. The methodology adopted are those of functional analysis, mathematical modelling and virtual prototyping, with SolidWorks® 2016 employed for CAD modelling, and Matlab R2017a for numerical simulations and implementation of mathematical models. The sorption isotherms and drying kinetics of the fruits were determined and validated against existing mathematical models. The designed dryer consists of three units: an osmotic dehydrator pre-treatment unit, biomass combustion reactor and cabinet drying chamber with a chimney and simulated with Douala climatic data. The pre-treatment is carried out in sucrose syrup at a temperature between 35 – 40°C, under continuous agitation, and drying carried out at 40°C and an air velocity of 1.5m/s. Cost analysis and financial appraisal was carried out to show the profitability of the project.

**Keywords:** Modelling, Design, Biomass dryer, Tropical fruits, Osmotic dehydration

### Short biography



I am a final year student in ENSAI, University of Ngaoundere offering Industrial Chemistry and Environmental Engineering. I have a degree in Biochemistry and Molecular Biology from the University of Buea and I obtained my Advanced Levels in 4 subjects (Biology, Chemistry, Mathematics and Further Mathematics) from Baptist High School Buea in 2011. I am highly motivated and hardworking.

### 13- Développement d'un Equipement Approprié de Prétraitement et de Séchage : Application au Gombo (*Abelmoschus Esculentus L. Moench*)

**MBAPPE Richard Virgil, JIOKAP NONO Yvette**  
University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon  
Corresponding author Email : [jiokapnonoy@yahoo](mailto:jiokapnonoy@yahoo)

#### Résumé

Le gombo est un aliment aux propriétés très importantes. Sa forte teneur en eau fait de lui un produit hautement périssable post-récolte. Plusieurs auteurs se sont tournés vers ce problème et ont déterminé les paramètres thermodynamiques optimaux pour sa conservation notamment par le couplage DII/Blanchiment suivi d'un séchage à 40°C. L'objectif de ce travail est d'utiliser les résultats mentionnés dans la littérature pour développer des équipements permettant de garantir ces propriétés. Pour y arriver, nous avons utilisé les résultats de la littérature sur le traitement du gombo Bamoun de Ngaoundéré dans la région de l'Adamoua Cameroun. Nous avons tout d'abord procédé à la détermination des chaleurs isostériques à partir des isothermes de désorption du gombo ainsi qu'à la modélisation des cinétiques de prétraitement et de séchage afin de déterminer les coefficients de diffusion ainsi que le temps de traitement optimal. Puis, nous avons appliqué la méthode de conception en X avec au centre de cette méthode l'environnement représenté ici par l'analyse du cycle de vie de nous équipement ; ensuite, un dimensionnement des équipements a été mené garantissant le traitement de 10 kg de gombo par jour. Enfin, une analyse financière a été effectuée. Les équipements ainsi conçus, avec pour source d'énergie, l'énergie de combustion de la biomasse, garantissent le respect des propriétés organoleptiques mentionnées dans la littérature.

**Mots clés :** Gombo (*Abelmoschus esculentus L.*), Chaleur isostérique, Déshydrateur osmotique, Séchoir biomasse, Méthode de conception en X.

#### Short biography



Je me nomme Mbappe Richard Virgil. technicien supérieur en génie de l'environnement et actuellement en stage fin d'étude en chimie industrielle et génie de l'environnement. Du haut de mes 23 ans, je travaille actuellement sur le développement d'un équipement permettant d'avoir de meilleur gombo séché à Ngaoundere

#### Short biography :



Pr. JIOKAP NONO Yvette, Associate Professor, Fifty-three years old Department of Chemical Engineering and Environment , IUT, University of Ngaoundere-Cameroon. Speciality: Process Engineering and Food Biotechnology. Main topics of research and supervision : To develop and find solutions to African problems in the fields of energy, equipment design, transformations, conservation, formulation as well as the development of computer tools adapted to process engineering.

*Keywords:* Tropical fruits and vegetables; Milks; Conservation techniques; New products; Bio energies; Equipment design.

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

## 14- Preliminary study of the implementation of a biogas production unit by mathematical modeling: case study of the Abiergue basin

FOTSA-MBOGNE D. J.\*, KAMBA-TATSINKOU F. G., NGASSOUM Martin B.

*Department of Mathematics and Computer Science, National Higher School of Agro-Industrial Science,  
University of Ngaoundéré, PO Box 512 Ngaoundéré, Cameroon*

*\*Email: [jauresfotsa@gmail.com](mailto:jauresfotsa@gmail.com)*

### Résumé :

Le septième objectif de développement durable (ODD) fixé par les Nations Unies (ONU) est de "garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable". Cet objectif revêt une importance particulière pour les pays en développement tels que le Cameroun. Des études montrent que le bassin d'Abiergué présente certains potentiels pour le développement d'unités de biogaz centralisées. L'objet du présent travail est de proposer une modélisation mathématique simple pour simuler le fonctionnement d'une telle unité et prendre les meilleures décisions de fonctionnement. Nous proposons un modèle d'équation différentielle de la cinétique de méthanisation prenant en compte les entrées, les sous-processus impliqués et les processus sortants (bioréacteur en mode continu). Nous réalisons une étude qualitative du modèle proposé afin d'identifier les conditions de fonctionnement admissibles. Grâce aux données disponibles dans la littérature, nous déterminons les paramètres du modèle. Nous décidons de la viabilité d'une installation de biogaz et de ses caractéristiques. Notre contribution est triple. Nous fournissons un modèle transposable, qui est simple mais réaliste pour simuler la mise en place d'une unité de production de biogaz. Les paramètres de ce modèle liés à l'étude de cas sont déterminés. Les conditions de viabilité de l'unité de traitement sont données et illustrées à l'aide d'un diagramme de fonctionnement. Ce travail met en évidence une approche plus ou moins précise des études de faisabilité de la mise en place d'une unité de production de biogaz. Une demande est faite pour le cas du bassin d'Aviergué.

**Mots-clés:** Bioréacteur, dynamique des espèces, équilibre de fonctionnement, stabilité

### Abstract

The seventh Sustainable Development Goal (SDG) set by the United Nations (UN) is to "ensure access for all to reliable, sustainable and modern energy services at affordable cost". This objective is of particular importance for developing countries such as Cameroon. Studies show that the Abiergué basin has some potentials for the development of centralized biogas units. The purpose of the present work is to propose a simple mathematical modeling to simulate the operation of such a unit and to make optimal operating decisions. We propose a differential equation model of the methanization kinetics taking into account the inputs, the subprocesses involved, and the outgoing ones (continuous mode bioreactor). We make a qualitative study of the proposed model in order to identify the permissible operating conditions. Thanks to the data available in the literature, we determine the parameters of the model. We decide on the viability of a biogas plant and its characteristics. Our contribution is threefold. We provide a transposable model, which is simple but realistic to simulate the

implementation of a biogas production unit is proposed. The parameters of this model related to the case study are determined. Viability conditions of the treatment unit are given and illustrated by means of an operating diagram. This work highlights a more or less precise approach to feasibility studies of the implementation of a biogas production unit. An application is done for the case of the Abiergué basin.

**Keywords:** Bioreactor, species dynamics, functioning equilibrium, stability

### **a- Introduction**

#### **Needs of sustainable energies ...**

- \_ Economic growth and sustained transformation in Africa
- \_ Condition of sustainability: massive investment in the energy sector
- \_ According to the website "planète énergies"<sup>1</sup> initiated by the multi-national Total
- \_ Fossil energies represent more than 2/3 of the global electricity mix
- \_ Hydraulics intervening for more than 16%
- \_ Hydropower, renewable energies represent less than 5%
- \_ Not in accordance of United Nations Sustainable Development Goal (UN-SDG 7): Affordable and Clean Energy.

<sup>1</sup><https://www.planete-energies.com/fr>

#### **Solution trials ...**

- \_ Recently, [Ngono-Emgbwang et al., 2019] conducted a study on:
  - \_ Potential for waste recovery, particularly in the Abiergué Watershed located in Cameroon
  - \_ Mapping the sources of waste in order to optimally choose the potential site for the installation of a centralized anaerobic methanation production unit
- \_ Following [Gerardi, 2003], Anaerobic digesters provide many attractive features:
  - \_ Production of biomethane
  - \_ Reduction in volume and weight of sludges
  - \_ Reduction of sludge handling and disposal costs
  - \_ Reduction of the numbers of pathogens due to relatively high Temperatures

#### **Reluctance to anaerobic digestion ...**

- \_ Anaerobic digestion unfortunately has an unwarranted reputation as an unstable and difficult-to-control process:
  - \_ Lack of adequate knowledge of anaerobic digester microbiology (At least 300 different species of bacteria are found in the feces of a single individual)
  - \_ Lack of proper operational data
- \_ **Designing an efficient and reliable anaerobic digestion unit requires some attention !**
- \_ Our goal is to propose a rigorous and simplistic approach aiming at giving conditions to respect to guarantee the perennality and the stability of the production of biogas given a potential in substrate and methanogenic bacteria.

#### **Objectives of this work ...**

– Specific objectives:

- Provide a simplistic and realistic model of biogas production
- Determining conditions to respect to guarantee the perennality and the stability of the system
- **Application to the case of the Abiergué Watershed**

**b- Mathematical Modeling of biogas production process**

The biogas production process ...

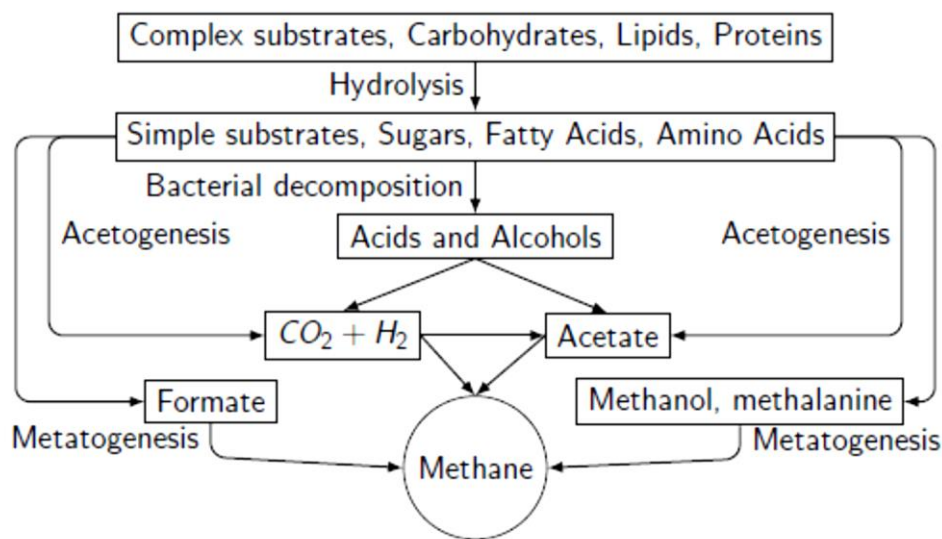


Figure 1: Anaerobic food chain [Gerardi, 2003]

**The model ...**

– We consider the following model (1):

- We consider the following model (1):

$$\begin{cases} \dot{B} = \mu(S, B) - dB \\ \dot{S} = d(S_{in} - S) - \frac{1}{Y}\mu(S, B) \\ \dot{R} = \frac{(1-\alpha)(1-Y)}{Y}\mu(S, B) - dR \\ \dot{M} = \frac{\alpha\beta(1-Y)}{Y}\mu(S, B) \\ \dot{G} = \frac{\alpha(1-\beta)(1-Y)}{Y}\mu(S, B) \end{cases} \quad (1)$$

- The State variables  $B, S, R, M$  and  $G$  ...

**Mathematical Modeling ...**

**Table 1:** summarizes the parameters appearing in the model (1).



Parameter	Description	Unit
$S_{in}$	Inflow concentration of substrate	$kg \times m^{-3}$
$d = \frac{Q_{in}}{V}$	Dilution rate	$day^{-1}$
$Y$	Yield of the conversion of substrate into biomass	%
$\alpha$	$\alpha(1 - Y)$ is the yield of the conversion of substrate into gases	%
$\beta$	$\alpha\beta(1 - Y)$ is the yield of the conversion of substrate into methane	%
$\mu_m$	Maximal growth rate of the biomass	$day^{-1}$
$\kappa$	Semi-saturation constant : $\mu(B, \kappa) = \frac{\mu_m B}{S + \kappa}$	$kg \times m^{-3}$

The growth function  $m$  is assumed to have the Monod form :

$$\mu(S, B) = \frac{\mu_m SB}{S + \kappa}.$$

The hypotheses of the model ...

- \_ Single species of methanogenic microorganisms
- \_ Single source of substrate. This is not too restrictive if we assume that before entering the bioreactor the substrate is homogenized with the same proportions of its constituents.
- \_ Population of methanogenic microorganisms renews itself without any external supply. The reason is that it could be difficult to guarantee a regular supply of those methanogenic microorganisms.

### c- Qualitative analysis of the model

Steady states ...

- Steady states ...
  - The washout steady state:  $(\bar{B}, \bar{S}, \bar{R}) = (0, S_{in}, 0)$  ;
  - The functional steady state:  $(B^*, S^*, R^*) = \left( dY \left( S_{in} - \frac{\kappa d}{\mu_m - d} \right), \frac{\kappa d}{\mu_m - d}, d(1 - \alpha)(1 - Y) \left( S_{in} - \frac{\kappa d}{\mu_m - d} \right) \right)$ .
- The functional steady state for its concern corresponds to the continuous production of biogas: the speed of biomethane production is

$$\dot{M} = \alpha\beta\kappa d (1 - Y) \left( S_{in} - \frac{\kappa d}{\mu_m - d} \right). \quad (2)$$

A stability result ...

### Theorem

The washout steady state  $(\bar{B}, \bar{S}, \bar{R}) = (0, S_{in}, 0)$  always exists in the global attractor of  $\mathbb{R}_+^3$  given by

$$\Delta = \{ (B, S, R) \in \mathbb{R}_+^3; B + S + R \leq S_{in} \}.$$

If  $d > \frac{\mu_m S_{in}}{S_{in} + \kappa} > 0$  then the washout steady state is the only steady state and it is globally asymptotically stable (GAS) in  $(\mathbb{R}_+)^3$ . If  $0 < d < \frac{\mu_m S_{in}}{S_{in} + \kappa}$  then the functional steady state  $(B^*, S^*, R^*)$  exists in  $(\mathbb{R}_+)^3$  and is GAS while the washout steady state is unstable in  $(\mathbb{R}_+)^3$ .

### An optimization result ...

Optimal dilution rate ...

#### Theorem

For given values of  $k > 0$  and  $S_{in}$ , the optimal production of biogas is obtained when

$$d = \mu_m \left( 1 - \sqrt{\frac{\kappa}{S_{in} + \kappa}} \right) \quad (3)$$

and

$$\dot{M} = \alpha \beta \kappa \mu_m (1 - Y) (S_{in} + \kappa) \left( 1 - \sqrt{\frac{\kappa}{S_{in} + \kappa}} \right)^2. \quad (4)$$

### d- Application to the Abiergué Watershed

\_ Rough description of Abiergué Watershed

\_ Entirely located in Yaoundé (political capital of Cameroon) with eleven districts (Cité verte, a portion of Nkolbisson, Oyomabang, Etetack, Nkolbikok, Mokolo, Carrière, Madagascar, Melen, Nkolso'o, Madagascar)

\_ A population estimated at approximately 557164 inhabitants

\_ From statistics provided in literature we get

Table 2: Estimated parameters from literature

Parameter	Average Value	Source
$S_{in}$	$500 \text{kg} \times \text{m}^{-3}$	Using [Schiettecatte et al., 2014]
$V$	$7290 \text{m}^3$	[Ngono-Emgbwang et al., 2019]
$\frac{(1-\alpha)(1-Y)}{Y}$	55%	Using [Schiettecatte et al., 2014]
$\beta$	63%	Using [Mansor et al., 2019]
$\alpha$	To be determined	
$Y$	Depends on substrate	[Harmand et al., 2017]
$\mu_m$	Depends on biomass	
$\kappa$	Depends on biomass	

### e- Conclusion and prospects

- \_ Our main goal was to propose a rigorous and simplistic approach aiming at giving conditions to respect to guarantee the perennality and the stability of the production of biogas given a potential in substrate and methanogenic bacteria.
- \_ What we achieved
  - \_ Providing differential equation model of biogas production
  - \_ Determining conditions to respect to guarantee the stability of the system biogas production at an optimal cadence
  - \_ Starting estimation of key parameters for a biogas treatment plan to be installed into the Abiergu\_e Watershed
- \_ Several prospects
  - \_ Continue to estimate key parameters already started
  - \_ Extending the model to several species of microorganisms
  - \_ Take into account operational factor such as pH, temperatures and the whole network of chemical reactions involved

## References

- D. Deublein, & A. Steinhauser (2011). Biogas from waste and renewable resources: an introduction. John Wiley & Sons.
- M. H. Gerardi (2003). The microbiology of anaerobic digesters. John Wiley & Sons
- J. Harmand, C. Lobry, A. Rapaport, and T. Sari (2017). The Chemostat: Mathematical Theory of Microorganism Cultures. John Wiley & Sons.
- M.C Ngono Emgbwang, C. Kapseu and M. Ngassoum (2019). Implementation of a Decision Support Tool for the Development of Centralised Methanation in Abiergué Watershed. International Journal of Innovative Science and Research Technology, Volume 4, Issue 7.

## Short biography :



Dr. FOTSA-MBOGNE David Jaurès has been a senior lecturer since 2017 in the Department of Mathematics and Computer Science at the National School of Agro-Industrial Sciences, University of Ngaoundere, Cameroon. Previously, he was Assistant lecturer from 2011 to 2017 in the same department. Since 2011, Dr. FOTSA has been in charge of teaching the first level of the "Industrial Maintenance and Production" sector. He obtained his Bachelor's Degree in Computer Science

(Specialization in Scientific Computing), his Master's of Science Degree in Mathematical Engineering (specialty in Mathematical Epidemiology) and his Ph.D Degree in Applied Mathematics (Mathematical Specialty), all at the University of Ngaoundéré. Dr. FOTSA-MBOGNE focuses on research in mathematical modeling of dynamic systems (deterministic or stochastic), control (finite or asymptotic control, optimization) and observability (state and parameter estimation, observers, filters) of these. Dr FOTSA-MBOGNE offers several courses in algorithmics and programming, operational research and optimization, numerical analysis, statistics and probabilities, and analysis. Moreover, to make learning easier for students, he has undertaken to make free tutorials and course notes available a web page that he administers and updates very regularly (<https://sites.google.com/site/mjdauidfotsa/home>).

## 15- Microwave Pre-treatment of Wastes-Stems of Hibiscus Sabdariffa and Solanum Scabrum for Biogas Production

NKENMOGNE KAMDEM Inès E.\*, NGASSOUM Martin B., ACHUO Anitta Z., TSATSOP TSAGUE Roli K., KOM Raissa

Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles

Corresponding author e-mail : nkinestelle@gmail.com

### Résumé :

L'objectif de ce travail était d'étudier et d'évaluer le potentiel de biométhane (BMP) provenant de déchets de biomasse de *Solanum scabrum* (SS) et d'*Hibiscus sabdariffa* (HS) et les effets du prétraitement par irradiation aux micro-ondes sur la digestion anaérobie (AD) des tiges. Des échantillons HS et SS avec un rapport solide-liquide (SLR) de 1:20 immergés dans de l'eau, des solutions diluées d'acide sulfurique (3% v / v) et d'hydroxyde de sodium dilué (3% p / v) ont été exposés à un rayonnement hyperfréquence de 700 W et à différents niveaux de temps d'extraction (30 s, 60 s, 90 s et 120 s). Leurs hydrolysats ont été utilisés pour déterminer la matière organique totale (TOM) extraite de chacun des solvants aux différents temps d'extraction en utilisant la méthode de titrage permanganate de potassium / sulfate d'ammonium ferreux. Un prétraitement de 3% d'hydroxyde de sodium assisté par micro-ondes à un temps de 120 secondes a été choisi comme l'option la plus réalisable pour le prétraitement des tiges avant le processus de condition anaérobie (AD), chacune extrayant la plus forte TOM en utilisant ces conditions de prétraitement que les autres solvants. Le rapport de l'inoculum à la masse en vrac des tiges à l'eau était de 20: 4: 180 (base en masse). Les conditions expérimentales de prétraitement étaient les suivantes: deux contrôles (contrôle 1 sans prétraitement des tiges par MW et contrôle 2 composé de 180 ml d'eau et 20 g de culture de départ sans tiges), quatre essais avec irradiation par MW à 700 W 120 secondes et reflex de 1:20 en utilisant 3% de NaOH comme solvant. La production cumulée de biogaz après 20 jours de traitement AD à une température de 37 ° C était plus de deux fois supérieure à celle obtenue avec des tiges non traitées, soit 104 ml de CH<sub>4</sub> provenant de 4 g de SS traité contenant 376 mg de O<sub>2</sub> (94 mg pour 1 g de SS). TOM après prétraitement et 100,4 ml de CH<sub>4</sub> provenant de 4 g de HS traité, qui contenait 360 mg d'O<sub>2</sub> (90 mg d'O<sub>2</sub> pour 1 g de HS), tandis que le CH<sub>4</sub> provenant de 4 g de SS et de HS non traités valait respectivement 50 ml et 44 ml et 0,9 ml pour le contrôle 2. Les résultats suggèrent que la combinaison micro-ondes-alcalines est une méthode de prétraitement prometteuse pour réduire de manière substantielle la récalcitrance des tiges de SS et de HS, augmenter la libération de matière organique totale et donc augmenter la production de biogaz.

**Mots clés:** Production de biogaz, *Hibiscus sabdariffa*, *Solanum scabrum*, prétraitement par micro-ondes, matière organique totale.

### Abstract

The objective of this work was to investigate and evaluate the biomethane potential (BMP) from biomass wastes of *Solanum scabrum* (SS) and *Hibiscus sabdariffa* (HS) and effects of microwave irradiation pretreatment on anaerobic digestion (AD) of the stems. HS

and *SS* samples with solid to liquid ratios (SLR) of 1:20 immersed in water, dilute sulfuric acid (3% v/v) and dilute sodium hydroxide (3% w/v) solutions were exposed to microwave radiation at a power of 700 W and varying levels of extraction times (30 s, 60 s, 90 s and 120 s). Their hydrolysates were used to determine total organic matter (TOM) extracted from each of the solvents at the different extraction times using the potassium permanganate /ferrous ammonium sulphate titration method. Microwave-assisted 3% sodium hydroxide pretreatment at a time of 120 s was selected as the most feasible option for pretreatment of the stems before anaerobic condition (AD) process since they each extracted highest TOM using these pretreatment conditions than the other solvents. The inoculum to bulk mass of stems to water ratio was 20:4:180 (mass basis). The experimental conditions for pretreatment were as follows: Two controls (control 1 with no MW pretreatment of the stems and control 2 which consisted of 180 ml of water and 20 g of starter culture without stems), four runs with MW irradiation at 700 W for 120 seconds and SLR of 1:20 using 3% NaOH as solvent. The cumulative biogas production after 20 days of AD process at a temperature of 37 °C was more than twice that from untreated stems i.e. 104 ml of CH<sub>4</sub> from 4 g of treated *SS* which contained 376 mg O<sub>2</sub> (94 mg O<sub>2</sub> for 1 g *SS*) of TOM after pretreatment and 100.4 ml of CH<sub>4</sub> from 4 g of treated *HS* which contained 360 mg O<sub>2</sub> (90 mg O<sub>2</sub> for 1 g *HS*) of TOM while CH<sub>4</sub> from 4 g each of untreated *SS* and *HS* were 50 ml and 44 ml respectively and 0.9 ml for control 2. The findings suggest that combined microwave-alkali is a promising pretreatment method to substantially decrease the recalcitrance of *SS* and *HS* stems and increase total organic matter liberation and hence increase biogas production.

**Keywords:** Biogas production, *Hibiscus sabdariffa*, *Solanum scabrum*, Microwave pretreatment, total organic matter.

## INTRODUCTION

### LIGNOCELLULOSIC RESIDUES

Lignocellulosic residues originate from two main sources:

- **Industrial streams**

About 390 million tons of paper produced yearly worldwide.

About 15-25 million tons of citrus crop residues produced yearly.

- **Municipal streams**

Include newspaper, cardboard, and office paper, yard waste, such as grass and leaves, unused furniture, **food waste** ...

(Marín et al.,2007; Global paper production, 2010; Paper Recycling, 2011) 3

**INTRODUCTION**



**Figure 1:** Pictures of fresh leaves (left) and stems (right) of *Hibiscus sabdariffa* (up) and *Solanum scabrum* (down).

4

**INTRODUCTION**

**GENERALITIES ON BIOGAS**

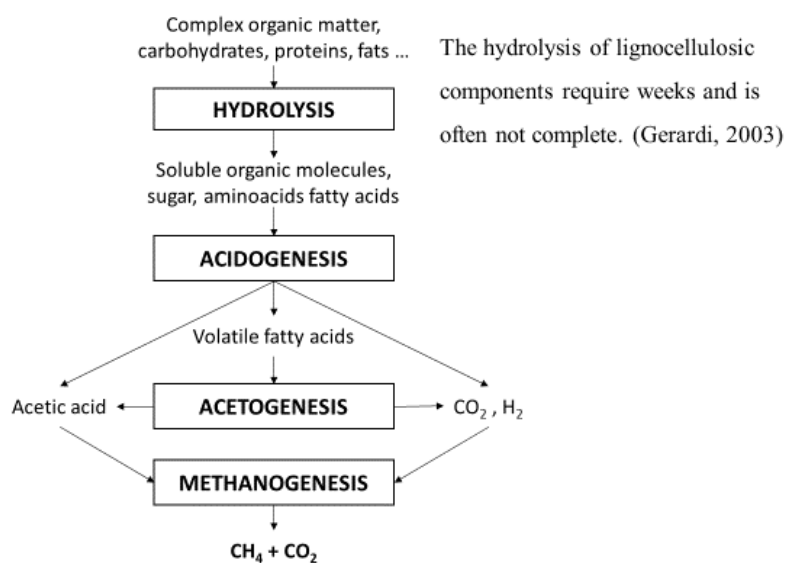
Biogas is a fuel gas obtained by anaerobic fermentation of biomass (animal or plant biomass).

Chemically, it is composed mainly of methane (71%) and carbon dioxide (29%).

Energy content: about 4800- 6700 kcal/m<sup>3</sup>.

(Lastella *et al.*, 2002; Rasi *et al.*, 2007)

5



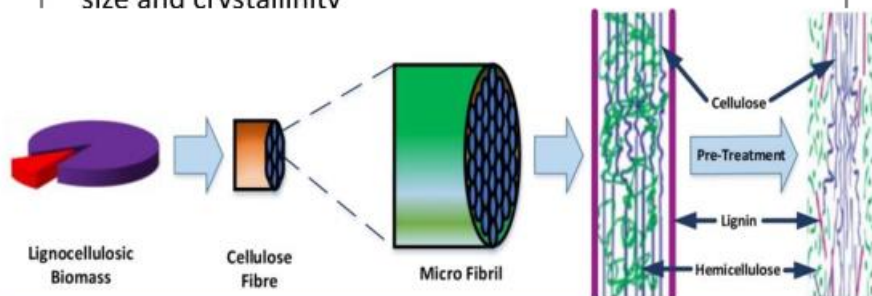
**Figure 2:** The main steps of biogas production (Zheng *et al.*, 2009)

6

## INTRODUCTION

### BIOMASS PRETREATMENT

- Physical or mechanical pretreatments reduce the particle size and crvstallinitv



**Figure 3:** Pre-Treatment Process of Lignocellulosic Biomass

- Biological pretreatments

(Escamilla-Alvarado *et al.*, 2010; Chandra *et al.*, 2012)

7

## INTRODUCTION

### PROBLEM

How will microwave irradiation combined with acid or alkaline

## INTRODUCTION

### GENERAL OBJECTIVE

Evaluate the biogas production potential of lignocellulosic fraction of the stems of *Hibiscus sabdariffa* and *Solanum scabrum* using microwave pretreatment combined to acid or alkaline pretreatment.

### SPECIFIC OBJECTIVES

- Screen the chemical pretreatment (acid or alkaline) that, in combination with microwave pretreatment, releases the highest total organic matter from the stems,
- Follow up biomethane production by the treated and untreated stems for 20 days.

9

## METHODOLOGY

### BIOMASS PREPARATION

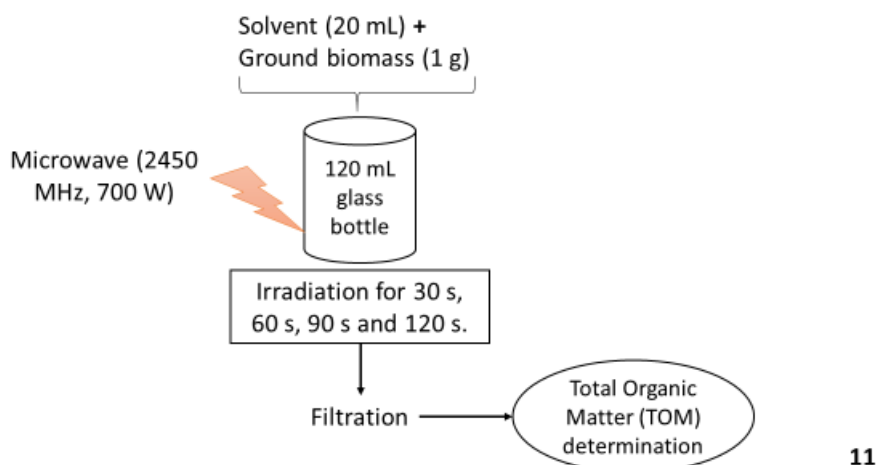
The stems of *Hibiscus sabdariffa* and *Solanum scabrum* were collected in Ngaoundéré in a market, in households and in restaurant dustbins.

Once in the laboratory, they were chopped with a knife and ground with a mechanical grinder.

## METHODOLOGY

### CHEMICAL PRETREATMENT SCREENING

The acid pretreatment was done with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3% as solvent and the alkaline pretreatment with NaOH 3%. Water was used for control.

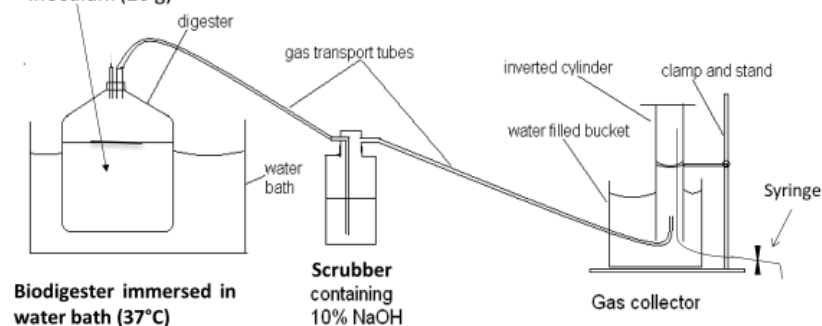


11

## METHODOLOGY

### ANAEROBIC DIGESTION

Pretreated biomass (4 g) +  
Pretreatment solvent (80 mL)  
+ Water (100 mL)  
+ Inoculum (20 g)



**Figure 4:** Biogas production reactor.

12



## METHODOLOGY

### KINETICS OF BIOGAS PRODUCTION

#### FIRST ORDER KINETICS

$$G = G_m [1 - \exp(-k_0 t)] \quad (1)$$

With  
 G (mL) = the volume of methane accumulated after a period of time t,  
 G<sub>m</sub> (mL) = the maximum accumulated gas volume at an infinite digestion time,  
 k<sub>0</sub> (day<sup>-1</sup>) = the specific rate constant,  
 t (days) = the digestion time.

#### MODIFIED THREE PARAMETERS GOMPERTZ EQUATION

$$y(t) = y_m \cdot \exp \left\{ -\exp \left[ \frac{U \cdot e}{y_m} (\lambda - t) + 1 \right] \right\} \quad (2)$$

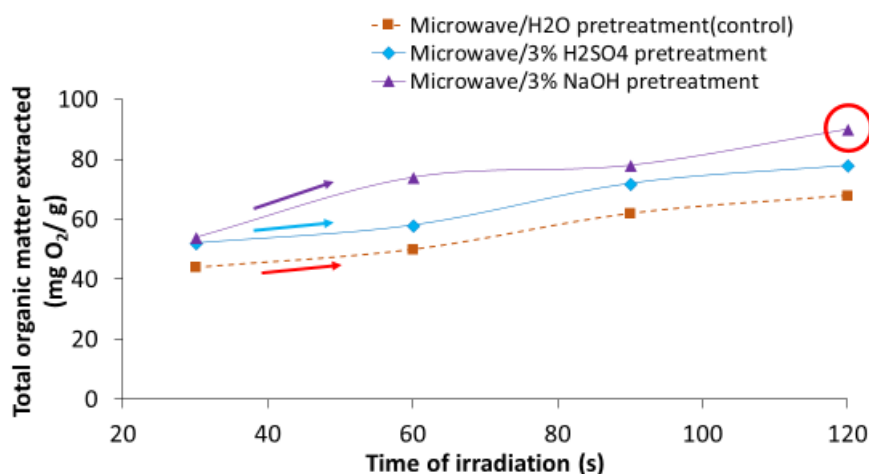
With y(t) (mL/g) = The cumulative biogas yield at a digestion time t,  
 y<sub>m</sub> (mL/g) = The biogas production potential,  
 U (mL/g) = The maximum biogas production rate,  
 λ (days) = Lag phase period or minimum time to produce biogas,  
 t (days) = Cumulative time for biogas production,  
 e = Mathematical constant (2.718282).

(Mu *et al.*, 2006; Kafle *et al.*, 2012)

13

## RESULTS AND DISCUSSION

### SCREENING FOR CHEMICAL PRETREATMENT

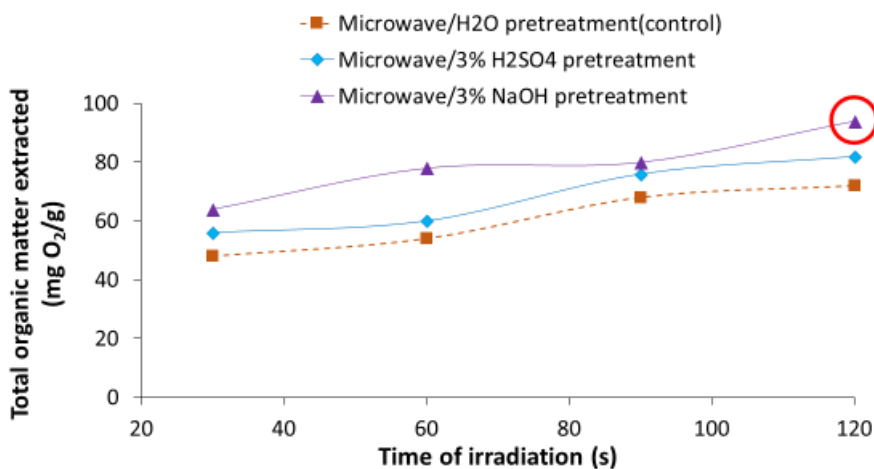


**Figure 5:** Total organic matter (TOM) yielded at different times of treatment from 1 g of *Hibiscus sabdariffa* (solid liquid ratio of 1:20) using microwave pretreatment in alkali (3% w/v NaOH), acid (3% v/v H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and water at a power of 700 W.

14

## RESULTS AND DISCUSSION

### SCREENING FOR CHEMICAL PRETREATMENT

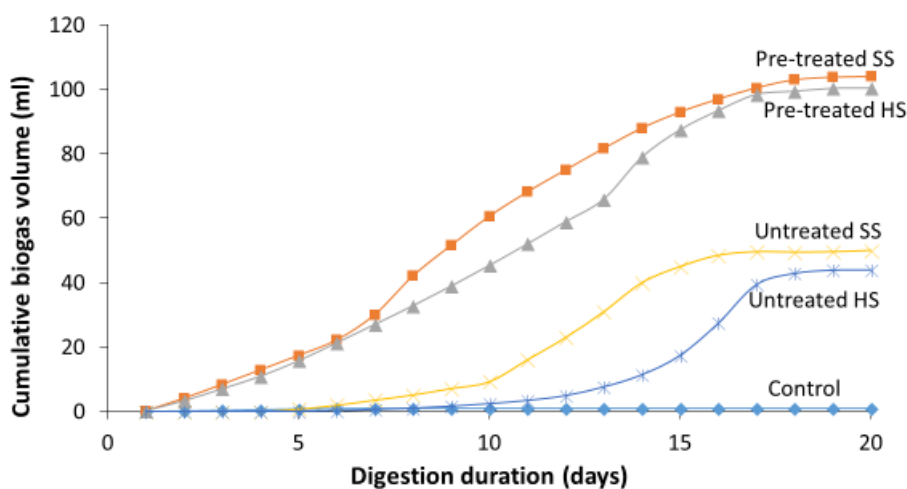


**Figure 6:** Total organic matter (TOM) yielded at different times of treatment from 1 g of *Solanum scabrum* (solid liquid ratio of 1:20) using microwave pretreatment in alkali (3% w/v NaOH), acid (3% v/v H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) and water at a power of 700 W.

15

## RESULTS AND DISCUSSION

### BIOGAS PRODUCTION



**Figure 7:** Cumulative biogas (mL) obtained from untreated and pre-treated feedstocks fermentation. HS: *Hibiscus sabdariffa*, SS: *Solanum scabrum*.

16

## RESULTS AND DISCUSSION

### KINETICS OF BIOGAS PRODUCTION

**Table 1:** Kinetics model parameters of biogas production from treated and untreated *H. Sabdariffa* and *S. scabrum* after 20 days using first order kinetic model.

Parameters	Treated HS	Untreated HS	Treated SS	Untreated SS
R <sup>2</sup>	0.954	0.595	0.961	0.795
k <sub>0</sub> (mL/day)	0.071	0.048	0.084	0.062
G (mL) after 20 days		<b>FIRST ORDER KINETICS</b> $G = G_m[1 - \exp(-k_0t)]$ (1)		49.675
Actual G after 20 days (mL)	100.4	44.0	104.0	50.0
Difference (%)	0.77	3.30	0.11	0.65

k<sub>0</sub>, the rate constant; R<sup>2</sup>, correlation coefficient; HS, *H. sabdariffa*; SS, *S. scabrum*.

17

## RESULTS AND DISCUSSION

### KINETICS OF BIOGAS PRODUCTION

**Table 2:** Kinetic parameters of non-linear regression for cumulative biochemical methane production data fitted to the modified Gompertz equation

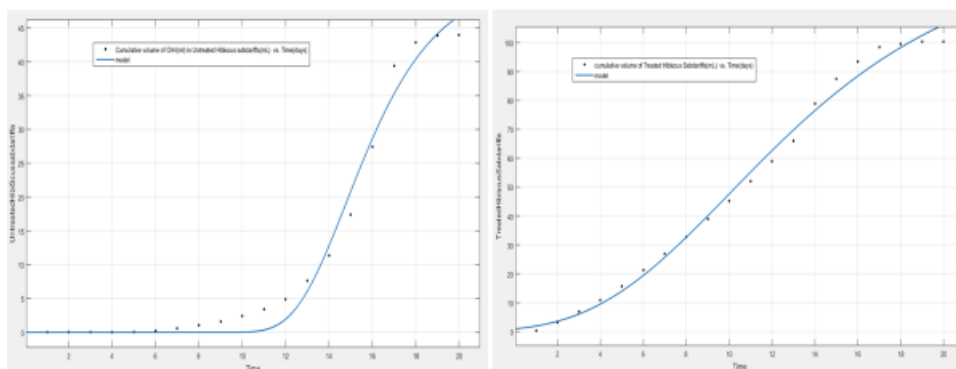
Gompertz parameters	Treated HS	Untreated HS	Treated SS	Untreated SS
R <sup>2</sup>	0.9931	0.9860	0.9986	0.9917
y <sub>m</sub> (ml/g)	130.5	52.18	114.5	53.72
λ (d)				
U (ml/day)	7.624	8.102	9.171	7.808
Experimental biogas yield after 20 days (ml/g)	100.4	44	104	50

y<sub>m</sub> = biogas production potential; λ = lag phase; U = maximum biogas production rate; R<sup>2</sup>, correlation coefficient; HS, *H. sabdariffa*; SS, *S. scabrum*.

18

## RESULTS AND DISCUSSION

### BIOGAS PRODUCTION

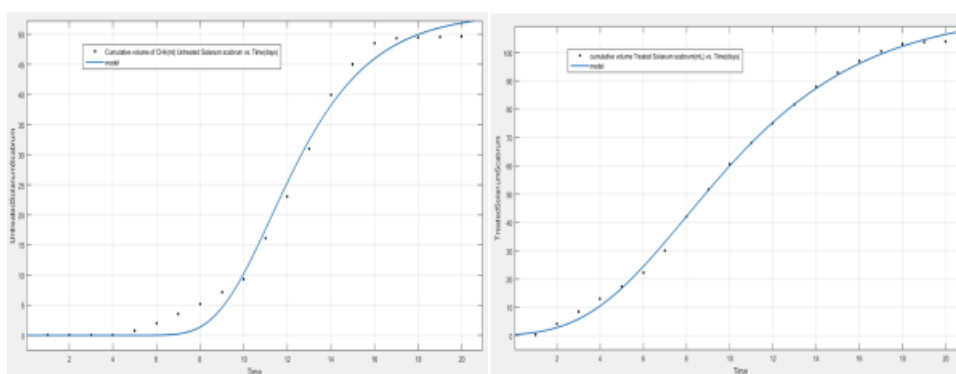


**Figure 8:** Kinetic model of methane production from untreated (left) and treated (right) stems of *Hibiscus sabdariffa* using Gompertz equation.

19

## RESULTS AND DISCUSSION

### BIOGAS PRODUCTION



**Figure 9:** Kinetic model of biochemical methane production from untreated (left) and treated (right) stems of *Solanum scabrum* using Gompertz equation.

20

## CONCLUSION AND PERSPECTIVES

### CONCLUSION

**General objective:** Evaluate the biogas production potential of lignocellulosic fraction of the stems of *Hibiscus sabdariffa* and *Solanum scabrum* using microwave pretreatment combined to acid or alkaline pretreatment.

Microwave treatment of the stems of *Hibiscus sabdariffa* and *Solanum scabrum* releases organic matter in the solvent.

Alkaline treatment with NaOH 3% releases more organic matter than acid treatment.

Pretreated stems produce twice more biogas than non treated stems.

Microwave pretreatment associated with alkaline treatment increases the biogas production potential of stems from *Hibiscus sabdariffa* and *Solanum scabrum*.

21

## CONCLUSION AND PERSPECTIVES

### PERSPECTIVES

Optimize the pre-treatment.

Study the feasibility of the pretreatment with a continuous microwave system.

### References:

- Eskicioglu C., Terzian N., Kennedy K.J., Droste R.L., and Hamoda M., 2007, Athermal microwave effects for enhancing digestibility of waste activated sludge. *Water Research*, Vol.41, No.11; p.2457-2466.
- Ethaib S., Omar R., Mazlina M. K. S., Radiah A. B. D. and Syaffie S., 2016, Microwave- assisted dilute acid pretreatment and enzymatic hydrolysis of sago palm bark. *BioResources* 11(3):5687-5702.

### Short biography



**NKENMOGNE KAMDEM Inès Estelle** holds a Master of Science degree in Industrial Chemistry and Environment and an engineering degree in Industrial Chemistry and Environmental Engineering from the National School of Agro-Industrial Sciences of the University of Ngaoundere. She is currently enrolled in Ph.D program and works on the valorization of vegetal tropical gums in enzymes and flavors encapsulation.

Contact: [nkinestelle@gmail.com](mailto:nkinestelle@gmail.com)

## 16- Bio-Oil and Biochar Production by Pyrolysis to Vacuum Microwave from *Triplochiton Scleroxylon* Wood (Ayous)

BADZA KODAMI\*, NGASSOUM Martin B., KOM Raissa

Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles

E-mail: Badzakodami@gmail.com

### Résumé :

Le procédé thermo-chimique de pyrolyse aux micro-ondes suscite beaucoup d'intérêts depuis quelques années car il permet de produire majoritairement une phase liquide, appelée bio-huile et une phase solide appelée biochar à partir d'une biomasse lignocellulosique. Le présent travail porte sur la valorisation de la sciure du bois *Triplochiton scleroxylon* (Ayous) pour la production de la bio-huile et du biochar par pyrolyse aux micro-ondes sous-vide. Pour y parvenir, les méthodes spécifiques d'analyses classiques ont été utilisées pour la caractérisation physico-chimique de la biomasse. La méthodologie des surfaces de réponses via le plan composite centré a été mise en œuvre pour l'optimisation des paramètres opératoires de la pyrolyse. Les facteurs de pyrolyse étudiés sont la puissance du micro-ondes (KW), le temps d'irradiation (min) et la quantité d'absorbant d'ondes (%). La bio-huile produite a été analysée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC/MS). Il ressort de cette étude que la biomasse d'Ayous a des propriétés physico-chimiques pouvant être valorisées pour la production de la bio-huile, avec une teneur élevée en matières volatiles ( $83,2 \pm 2\%$ ), une faible teneur en cendre ( $2,8 \pm 0,3\%$ ) et une faible teneur en lignine  $20,3 \pm 0,6\%$ . L'étude d'optimisation du rendement en bio-huile et en biochar montre que tous les facteurs ont des effets significatifs au seuil de 5% sur les grandeurs mesurées. Le rendement optimal de bio-huile 44,8 % est obtenu aux conditions optimales : Puissance du micro-ondes 576 kW, temps d'irradiation 28 min et un apport en absorbant de 3 % alors que celui du biochar 39,4 % est obtenu dans les conditions de Puissance 448 KW, temps d'irradiation de 11,5 min et un apport en absorbant de 17,112 %. La bio-huile produite aux conditions optimales a un pH de  $4,6 \pm 0,7$  et une teneur en eau de  $25 \pm 1,2\%$ . L'identification des composés par GC/MS a permis d'identifier les familles des composés qui sont les alcanes, les esters, les alcools et les composés phénoliques à haut poids moléculaire d'indice de Kovats compris entre 1600 et 5200 (C16-C52). Une évaluation économique d'une unité de production de la bio-huile à l'échelle industrielle d'une capacité de 550 tonnes/an de biomasse peut produire 247,5 m<sup>3</sup> de bio-huile et 192,5 tonnes de biochar l'an. Pour un investissement de 165 000 000 FCFA, le gain annuel estimé est de 61.922.500 FCFA/an et un retour d'investissement de 2ans 11 mois 06 jours. La bio-huile d'Ayous produite peut être utilisée comme biocarburant dans les engins notamment dans les moteurs diesel. Le biochar quant à lui peut être directement utilisé comme amendement ou comme biocombustible.

**Mots clés :** Biomasse, pyrolyse aux micro-ondes, optimisation, bio-huile, biochar.

### Abstract

Scientific advances in the field of recovery of natural substances derived from plants (leaves, bark, sawdust) make it possible in the long term to envisage substitutable and competitive

green chemicals substitutes for those derived from fossil energies, materials and fine chemistry. As fossil fuels are being depleted, researchers are turning to easily renewable sources such as wood, agro-industrial waste and organic municipal waste. Cameroon has an important forest heritage, representing nearly 22 million hectares or about 42% of the national area. Its exploitation leads to the production of waste coming either directly from the extraction of logs (about 40% of the felled tree), or industries of primary processing (sawmills) and secondary processing (carpentry, factories of furniture, parquet, framing ...) that produce bark, scrap, sawdust, chips and sanding dust. In order to optimize the management of residues from the exploitation of wood, the valorization of the latter for the production of biofuel and biochar was considered by developing the technique of small-scale mobile microwaves pyrolysis.

**Keywords:** Biomass, microwave pyrolysis, bio-oil, biochar

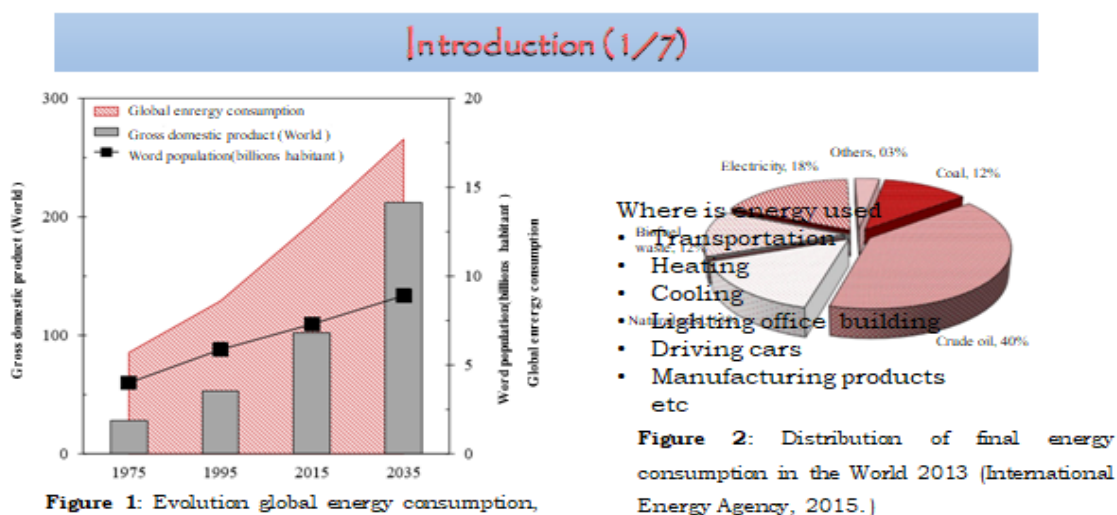
## PLAN

### INTRODUCTION

### MATERIALS AND METHODS

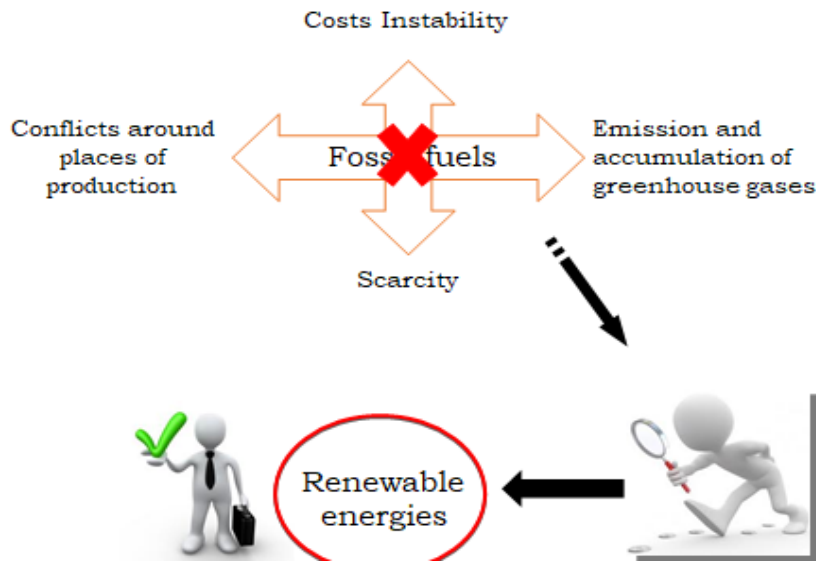
### RESULTS AND DISCUSSION

### CONCLUSION AND PERSPECTIVES



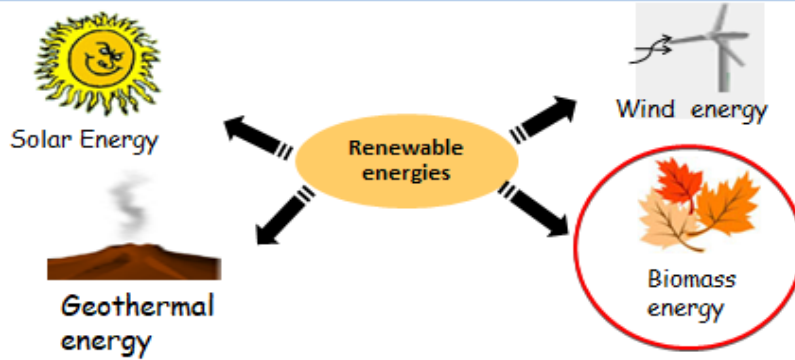
1

Introduction (2/7)



2

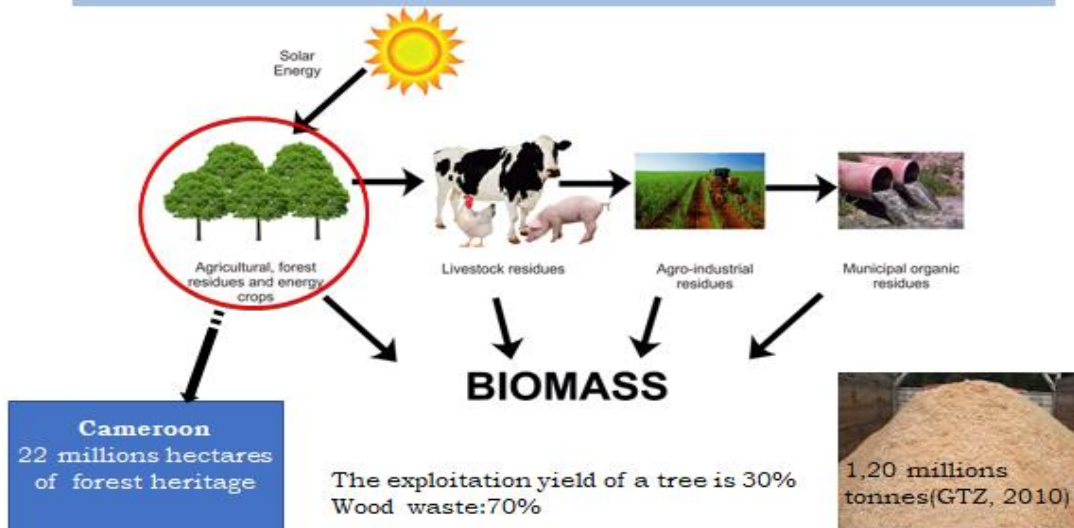
Introduction (3/7)



**Biomass** is any organic material, may include wood, wood waste, straw, manure, sugar cane and many others bioproducts from a variety of agricultural processes.

3

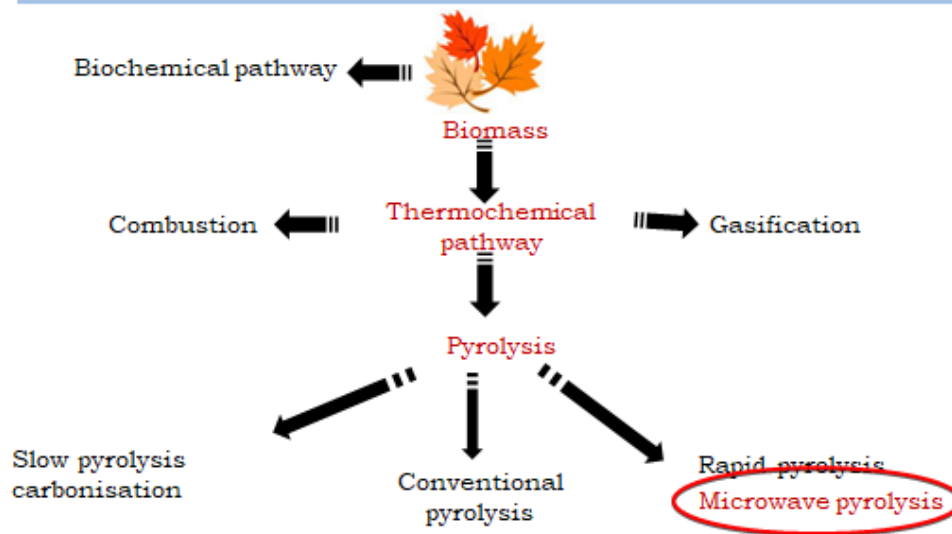
Introduction (4/7)



4

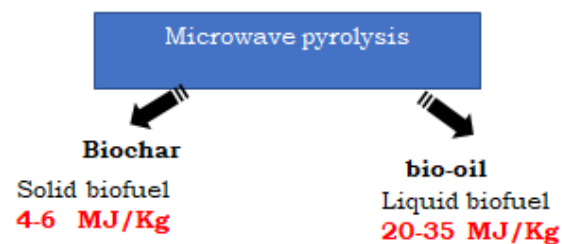


## Introduction (5/7)



5

## Introduction (6/7)



The products of pyrolysis in microwaves are influenced by several operating conditions:

- ❖ The irradiation time of the microwave
- ❖ The power of the microwave
- ❖ Wave absorber

## Introduction (7/7)

### Main Objective:

Production of bio-oil and biochar by vacuum microwaves pyrolysis from Ayous sawdust

### Specific objectives

- ❖ Physicochemical characterization of Ayous sawdust
- ❖ Carry out a kinetic study of the production of bio-oil and biochar
- ❖ Determine the optimal conditions for the production of bio-oil and biochar and characterize the bio-oil produced.
- ❖ Carry out feasibility study of the production of bio-oil

7

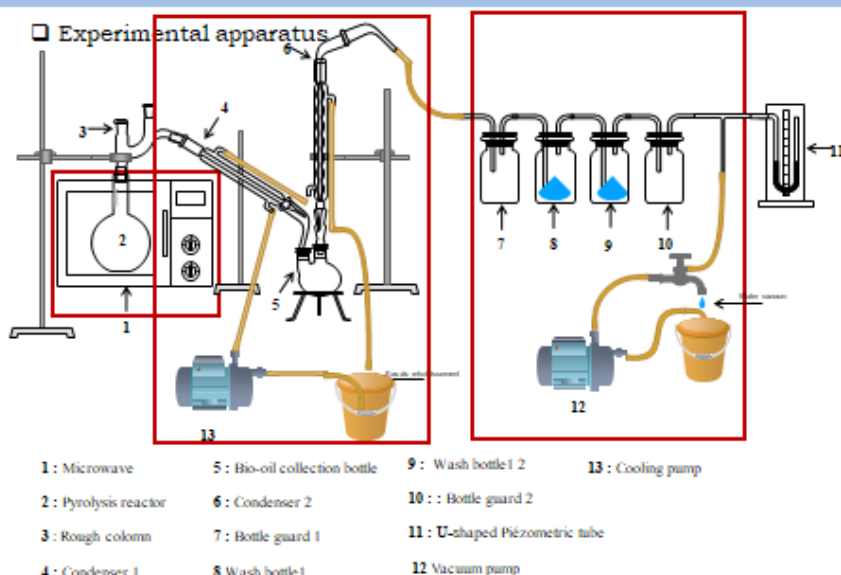
## Materials and Methods(1/10)

### MATERIALS

- ❑ Materials from plant source
  - ✓ Sawdust *Triplochiton scleroxylon*
  - ✓ Wave absorber: biochar
- ❑ Reagents
  - Sulfuric acid, Toluene, hexane, Isopropanol
- ❑ Statistical tools: MINITAB 2018 version



## Materials and Methods (2/10)



9

Figure 3 : Vacuum microwave pyrolysis apparatus

## Materials and Methods(3/10)

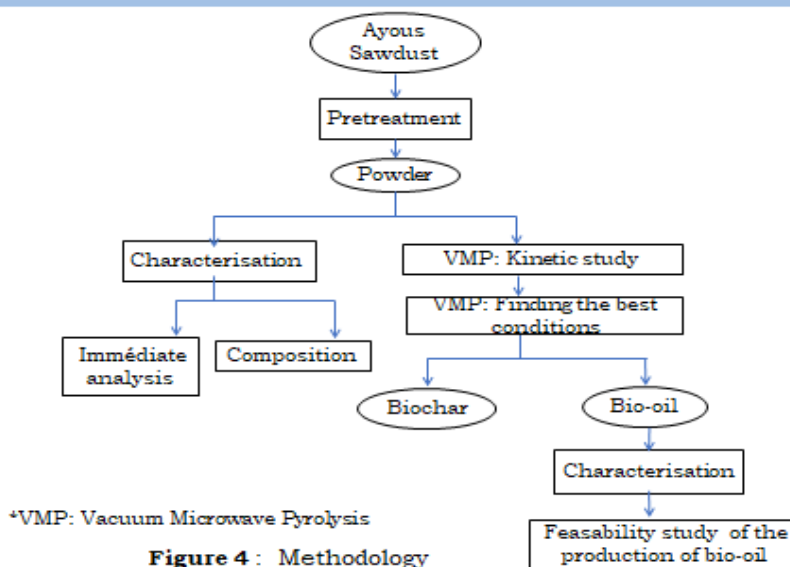


Figure 4 : Methodology

10

### Materials and Methods(4/10)

#### 1) Characterisation of Ayous sawdust

- ✓ pH
- ✓ Dry matter (AOAC, 1990)
- ✓ Ash content (AOAC, 2002).
- ✓ Volatil matter
- ✓ Extractables, hemicellulose, lignin and cellulose contents

### Materials and Methods(5/10)

#### 2) Kinetic study of biomass pyrolysis

Power: 575 W

Wave absorbers : 20%

Time: 05-30 mins

#### 3) Optimisation of bio-oil and biochar production

##### a) Experimental design

❖ Factors:

- ✓ Microwave power(W)
- ✓ Irradiation time(min)
- ✓ Wave Absorber (%)

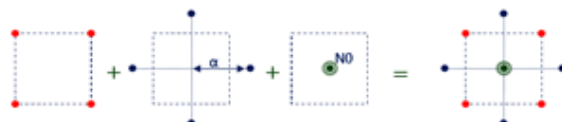
❖ Responses:

- ✓ Bio-oil yield
- ✓ Biochar yield

**12**

### Materials and Methods(6/10)

❖ Response surface plan: centered composit plan



##### b) Experimental domain

**Table 1:** Experimental domain of factors

Level	X <sub>1</sub> : Power(W)	X <sub>2</sub> : Time (min)	X <sub>3</sub> : Absorber (%)
-1.6818	448,866		3,18207
-1	500		10
0	575		20
1	650		30
1.6818	701,134		36,8179

**13**

## Materials and Methods(7/10)

**c) Postulated mathematical model**

$$y_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + e$$

**d) Validation of the model**

□  $R^2$        $R^2 = \frac{\sum_{i=0}^p (Y_{ft} - \sqrt{Y_{ob}})^2}{\sum_{i=0}^p (Y_{ob} - \sqrt{Y_{ob}})^2}$

□ **AADM**       $AADM = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \frac{Y_{i\ exp} - Y_{i\ call}}{Y_{i\ exp}} \right)}{p}$   
 $AADM = 0$

**14**

## Materials and Methods(8/10)

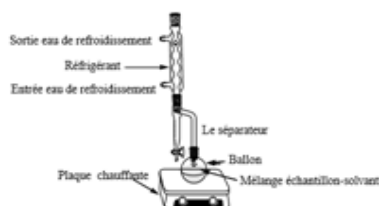
**4) Characterisation of bio-oil**

□ **Determination of bio-oil acid index**(NF EN 14104)

□ **Determination of water content** (ASTM 95-83)

$$\%Water = \frac{P_e}{P_b} * 100$$

Pe = Weight of condensed water (g)  
 Pb = Wet bio-oil weight(g)



**Figure 5 :** Apparatus for the determination of water content

**15**

## Materials and Methods(9/10)

□ **Molecular analysis of bio-oil by GC/MS**



**Photo 2:** GC/MS

**16**

## Materials and Methods (10/10)

### 5) Financial evaluation of an industrial biofuel production unit

- ✓ Initial investment ( $I_0$ )
- ✓ Potential turnover (CA)
- ✓ Cash flows generated by the project
- ✓ Evaluation of the project's profitability

□ Evaluation of ANV       $ANV = \sum_{t=1}^n CF_t \cdot (1+i)^{-t} - I_0$

□ Profitability index       $PI = \frac{\sum_{t=1}^n CF_t \cdot (1+i)^{-t}}{I_0}$

□ Recovery time (TR)       $RT = \text{ans} + \frac{I_0 - CF_{\text{cumulés (avant dernière année)}}}{CF_{\text{actualisé (dernière année)}}} \cdot 360 \text{ jours}$

17

## Results and Discussion (1/14)

### 1) Characterisation of biomass

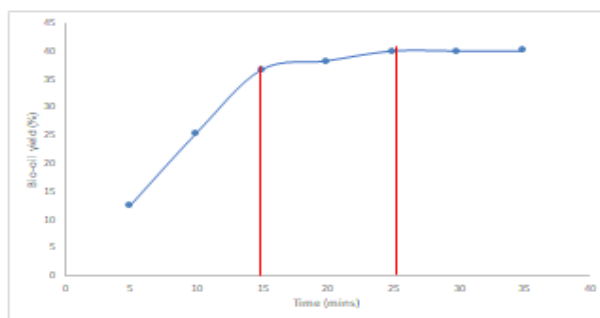
**Table 2:** Biomass characterization results.

Characteristics	values
<b>Water content</b>	16.8 ± 0.5 %
<b>Ash content</b>	2.8 ± 0.3 %
<b>pH</b>	6.0 ± 0.1
<b>Volatil content</b>	83.2 ± 2 %
<b>Extratable content</b>	2.7 ± 0.5 %
<b>Cellulose content</b>	46.7 ± 0.8 %
<b>Hemicellulose content</b>	30.3 ± 0.3 %
<b>Lignin content</b>	20.3 ± 0.6

18

## Results and Discussion (2/14)

### 2) Kinetic study of Ayous sawdust pyrolysis



**Figure 6 :** Kinetic study of Ayous sawdust pyrolysis

19

## Results and Discussion (3/14)

### 3) Optimisation of bio-oil and biochar production

**Table 3:** experimental matrix

N°	Niveaux de variables codées			Valeurs expérimentales		Valeurs calculées	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>Biochar</sub>	Y <sub>Biooil</sub>	Y <sub>Biochar</sub>	Y <sub>Biooil</sub>
1	500	15	10	41,45	35,89	40,656	36,279
2	650	15	10	40,02	33,45	40,228	33,605
3	500	25	10	41,94	33,78	41,816	34,024
4	650	25	10	40,08	32,7	40,402	32,87
5	500	15	30	38,22	33,64	38,01	34,322
6	650	15	30	39,65	33,21	39,886	33,568
7	500	25	30	39,45	32,56	39,354	33,257
8	650	25	30	39,34	33,56	40,245	34,023
9	448,8	20	20	36,33		35,02	34,235
10	701,1	20	20	38,44	33,05	37,5	32,63
11	575	11,6	20	41,77	37,01	42,157	36,33
12	575	28,4	20	43,98	35,34	43,435	34,815
13	575	20	3,18	40,89	33,24	41,175	33,081
14	575	20	36,8	39,26	33,00	38,817	32,404
15	575	20	20	39,78	32,34	39,339	32,636
16	575	20	20	39,12	33,02	39,339	32,636
17	575	20	20	39,09	32,34	39,339	32,636

20

## Results and Discussion (4/14)

#### □ Experimental modeling and statistic

**Table 4 :** Coefficients of the models

Terms	Y <sub>Bio-oil</sub>		Y <sub>Biochar</sub>	
	Coeff	p-value	Coeff	p-value
<b>Constant</b>	39.339	0.000	32.636	0.000
<b>Linearity</b>				
Power	0.116	0.600*	-0.477	0.070
Time	0.380	0.114	-0.450	0.084
Absorber	-0.701	0.013	-0.201	0.398
<b>Interactions</b>				
Power*Time	-0.246	0.401	0.282	0.289
Power*Absorber	0.576	0.075	1.038	0.004
Time*Absorbant	0.046	0.871*	0.038	0.882*
<b>Quadratic</b>				
Power*Power	-0.719	0.017	0.380	0.234
Time*Time	1.222	0.001	0.480	0.144
Absorber*Absorber	0.232	0.350	0.298	0.342

## Results and Discussion (5/14)

$$y_{Bio-oil} = 39.34 + 0.38x_2 - 0.70x_3 - 0.24x_1x_2 + 0.58x_1x_3 - 0.72x_1^2 + 1.22x_2^2 + 0.23x_3^2$$

$$y_{Biochar} = 32.64 - 0.48x_1 - 0.45x_2 - 0.2x_3 + 0.28x_1x_2 + 1.04x_1x_3 + 0.38x_1^2 + 0.48x_2^2 + 0.3x_3^2$$

**Table 5 :** Criterias used in validating the models

Validation indicators	Y <sub>bio-oil</sub>	Y <sub>biochar</sub>
R <sup>2</sup>	91.10	79.66
Adjusted R <sup>2</sup>	86.94	70.15
AADM	0.011	0.013
Accuracy factors	1.00464063 1.005531211	1.00551725 1.00604508

Thus, the postulated model is considered valid

22

## Results and Discussion (6/14)

### □ Contribution of the effects of factors on the yield of bio-oil



Figure 7 : Contribution of the effects of factors on the yield of bio-oil

23

## Results and Discussion (7/14)

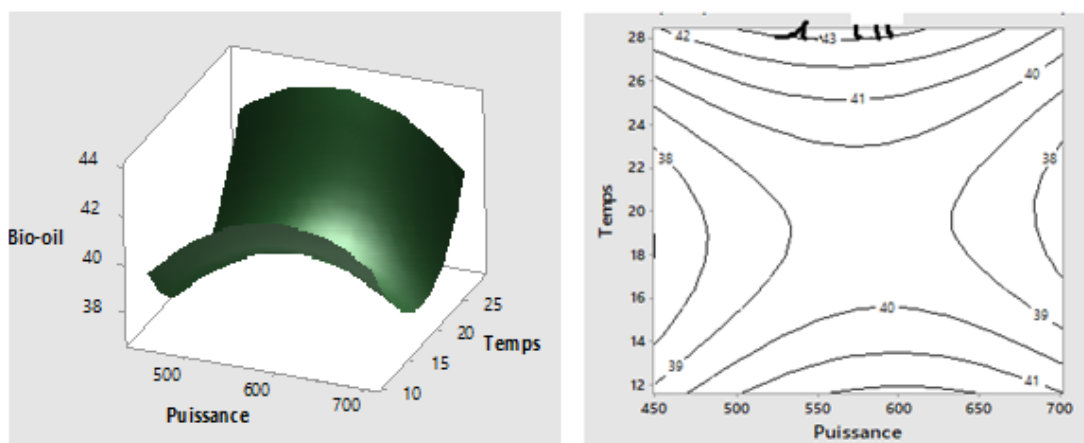


Figure 8 : Response surface of Power\*Time interaction and graphical associated on the yield of bio-oil

## Results and Discussion (8/14)

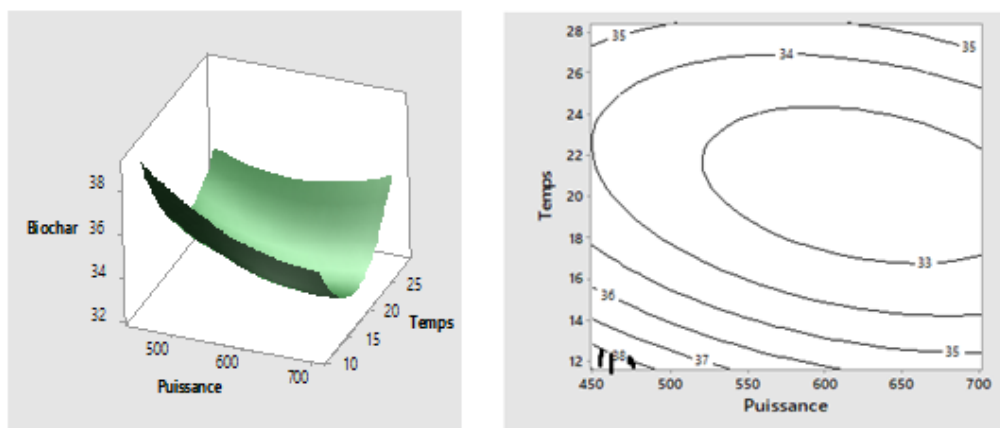
### □ Contribution of the effects of factors on the yield of biochar



Figure 09 : Contribution of the effects of factors on the yield of biochar

25

## Results and Discussion (9/14)



**Figure 10:** Surface response Power\*Time interaction and graphical associated on the yield of biochar

**26**

## Results and Discussion (10/14)

### □ Yield optimisation of bio-oil and biochar

**Table 6:** Yield optimisation of bio-oil and biochar

	Power(W)	Time(min)	Absorber(%)	Yield(%)
Bio-oil	576	28	3	45
Biochar	449	12	17	40

To optimise simultaneously the yield of bio-oil and biochar pyrolysis, the factors have to be: Power **575 W**, Time **12 min** et and wave absorber **4%** to give a **40%** yield of bio-oil and biochar

## Results and Discussion (11/14)

### 5) Characterisation of bio-oil

**Table 7:** Physico-chemical properties of bio-oil

Properties	Bio-oil	Oasmaa et al. (2006)
pH	4.6 ± 0.7	2-4
Acid index (mg KOH/gbio-oil)	37 ± 2	/
Water content (%)	25 ± 1.2	15-30%
Density (g/ml)	1.1	/



**28**



## Results and Discussion (12/14)

### □ Molecular composition of the bio-oil by GC-MS analysis

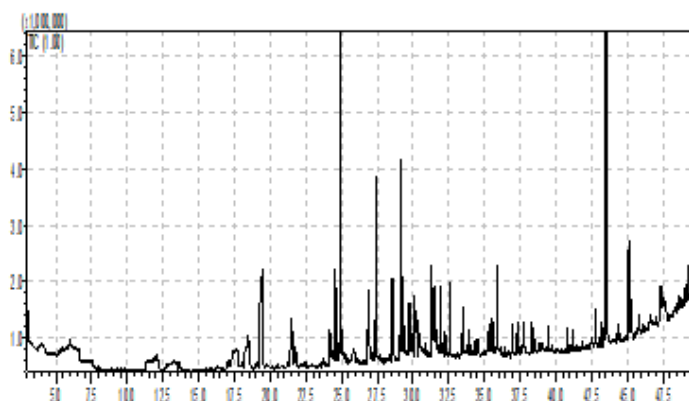


Figure 1: Chromatogram of GC-MS analysis of bio-oil produced

## Results and Discussion (13/14)

Table 8: Major compounds of bio-oil

No	TR	Aire %	Names of the identified compounds	IK
1	18,242	1,44	2-Propenoic acid, 2-methyl-, octyl ester	1619
2	18,474	1,22	Octyl 2-methylacrylate	1630
3	19,341	3,46	2-Hexene, 2,4-Dimethyl-4-hexene	1671
4	19,392	1,93	Octadecanoic acid, Stearic acid,	1673
5	19,445	3,72	2-Hexene, 2,4-Dimethyl-4-hexene	1676
6	21,508	2,74	Hexadécane, Heptadec-8-ene	1818
7	24,568	3,12	Octadecene, n-Tetradec-1-ene	2099
8	26,871	2,96	Tridécanol, 1-dodecanol, cyclododécane	2434
9	27,399	3,72	Heptadécane, n-Heptadécane	2510
10	28,557	2,10	Benzène, 1,3-Diphénylpropane	2679
11	29,124	5,25	Benzoic acid	2761
12	29,29	2,74	1-Tetradécanol, 1-Hexadécanol	2785
13	30,115	2,40	1,7-di-iso-propylnaphthalene, Naphthalene,	2905
14	31,319	2,79	Phénanthrène Anthracène	3075
15	35,889	1,78	N-ticosane, n-Octacosane	3696
16	42,789	1,15	Nor-hexatriacontane	4515
17	45,118	2,35	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	4786

30

## Results and Discussion (14/14)

### 6) Financial evaluation of an industrial biofuel production unit

Table 9: Financial evaluation

Designation	Amount (FCFA)
Initial investment ( $I_0$ )	165 000 000
Depreciation charges	8 500 000
Cost of production	19 400 000
Potentiel turnover	90 750 000
Cash-flow	61 922 500

ANV = 103 092 019 FCFA

PI = 1,62

RT = 3 years

31

## Conclusion and Perspectives (1/2)

The objective of this work was production of bio-oil and biochar by vacuum microwaves pyrolysis from Ayous sawdust

- Biomass characterisation : **83.23±2 %** volatil content and **20.34±0,6 %** of lignin content.
- Kinetic study: irradiation time **15-25 min.**
- The optimal conditions for the production of bio-oil and biochar are power **575 W**, time irradiation **12 min** and **4%** wave absorber.
- From the results obtained from the financial evaluation of the project, the putting in place of unit production of bio-oil is profitable and has as interest **61 922 500 FcFA**

32

## Conclusion and Perspectives (2/2)

To further this work, it will be important to:

- ❖ Thorough characterisation bio-oil: calorific power, octane number, thermal stability ;
- ❖ Study the influence of catalyst addition on the yield and quality of oil ;
- ❖ Study the production of bio-oil from other organic waste

### References:

- Antonakou, A, A. Lappas, MH. Nilsen, A. Bouzga, M. Stöcker, Evaluation of various types of Al-MCM-41 materials as catalysts in biomass pyrolysis for the production of biofuels and chemicals, Fuel 85 (2006) 2206-2212
- Bridgwater, A.V., Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. Biomass and Bioenergy, 2012. 38: p. 68-94.
- Chunchua xin, Jinju zhao, Economical feasibility of bio-oil production from sewage through pyrolysis,

### Short biography



BADZA KODAMI holds an engineering degree in industrial chemistry and environmental engineering from the National School of Agro-Industrial Sciences of the University of Ngaoundere where he wrote his final dissertation "Production of biofuel and biochar by microwave pyrolysis under vacuum from sawdust from triplochiton scleroxylon (ayous) wood. He is currently pursuing his Master 2 research studies at the same institution. Contact: [Badzakodami@gmail.com](mailto:Badzakodami@gmail.com)

## 17- Bio-oil and biochar production by microwave vacuum pyrolysis from empty fruit bunches

ZE WILFRID\*, NGASSOUM Martin B., MBOUGA Marie G.

NATIONAL SCHOOL OF AGRO-INDUSTRIAL SCIENCES

E-mail: [zewilfrid@yahoo.fr](mailto:zewilfrid@yahoo.fr)

### Résumé:

Le développement industriel et la croissance de la population mondiale se traduisent par une demande énergétique en forte expansion ; Ce qui a pour conséquence non seulement une demande en hausse du pétrole entraînant ainsi la pénurie de celui-ci mais aussi les changements climatiques causés par les gaz à effet de serre. Comme c'est le cas pour de nombreux pays en voie de développements, les problèmes énergétiques et économiques du Cameroun deviennent aussi préoccupants. La solution n'est pas unique mais le recours aux énergies renouvelables semble présenter de nombreux avantages, de par leur disponibilité et leur neutralité en termes de pollution. Le Cameroun est le 13<sup>ème</sup> pays producteurs de l'huile de palmes au monde ; A cet effet, il est produit dans les palmerais industrielles et villageoises d'énormes quantités de déchets à savoir les rafles de régimes de noix de palmes non encore valorisés énergétiquement. Le procédé thermochimique de pyrolyse aux micro-ondes suscite beaucoup d'intérêts depuis quelques années car il permet de produire majoritairement une phase liquide, appelée bio-huile à partir d'une biomasse lignocellulosique. Dans ce travail il était question de valoriser les rafles de régimes de noix de palmes pour la production de la bio-huile et du bio-char par pyrolyse aux micro-ondes sous vide. L'analyse composition chimique de cette biomasse montre qu'elle contient de grande teneur en cellulose et lignine de 42% et 23,84% ; ces résultats montrent que cette biomasse est favorable à la production de la bio-huile et du bio-char. L'optimisation de la pyrolyse au microonde a été effectuée à l'aide d'un plan composite centré avec les facteurs temps (min), puissance (w) et ratio (absorbant/biomasse). Il en ressort de cette optimisation que le facteur temps est influence positivement la production de la bio-huile et le ratio a un effet significatif dans la production du bio-char ; les valeurs des rendements obtenus étaient 27,17 % et 45,60 % respectivement pour la bio-huile et le bio-char. La bio-huile obtenue dans ces conditions a été analysée par GC-MS pour identifier les différents composés chimiques présents et les résultats montrent que le diisobutyl phtalate est le composé majoritaire ; Ce dernier peut utiliser comme plastifiant. La bio-huile produite a plusieurs applications notamment comme carburant après raffinage, électricité dans les chaudières et extraction des composés chimiques. Par contre le bio-char peut être utilisé comme charbon actif, comme carburant après raffinage et comme amende pour fertiliser les sols.

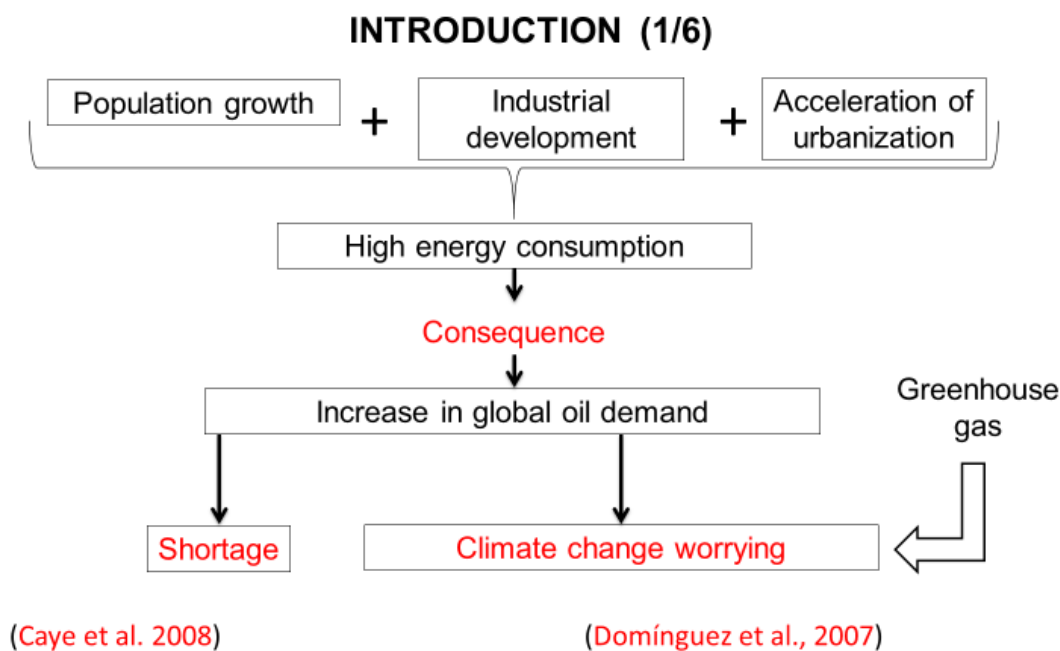
**Mots clés:** Biomasse, Pyrolyse aux microondes, Optimisation, Bio-huile, Bio-char

### Abstract

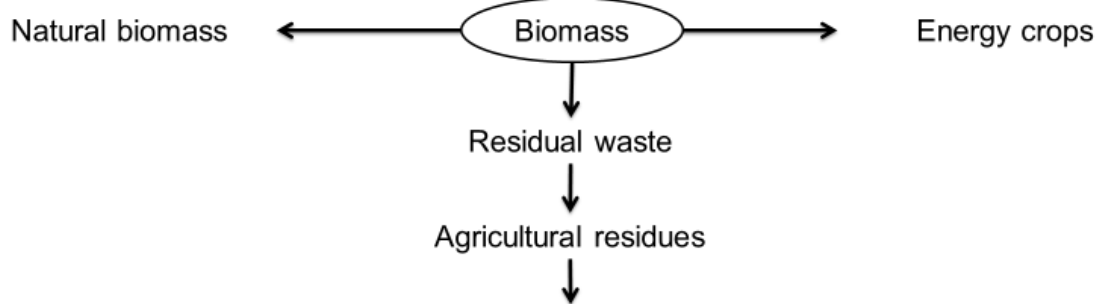
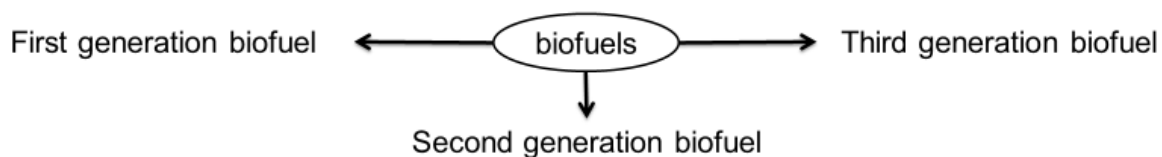
Industrial development and global population growth translate into rapidly expanding energy demand; This results not only in rising demand for oil, leading to oil shortages, but also climate change caused by greenhouse gases. As is the case for many developing countries,

Cameroon's energy and economic problems are also becoming a concern. The solution is not unique, but the use of renewable energy seems to have many advantages, due to their availability and neutrality in terms of pollution. Cameroon is the 13th largest producer of palm oil in the world; For this purpose, huge amounts of waste are produced in industrial and village palm groves namely empty fruit bunches that have not yet been valorized in term of energy production. The thermochemical process of microwave pyrolysis has attracted a lot of interest in recent years because it allows to produce mostly a liquid phase called biooil from lignocellulosic biomass. This work focused on the valorization of Cameroonian biomass for the production of bio-oil and bio-char by microwave vacuum pyrolysis. Chemical composition analysis of this biomass shows that it contains a high cellulose and lignin content of 42% and 23.84%. These results show that this biomass is favourable for the production of bio-oil and bio-char. The optimization of pyrolysis in the microwave was carried out using a composite plane centered with time factors (min), power (w) and ratio (absorbing/biomass) as optimization factors. The result of this optimization is that the time factor is positively influencing the production of bio-oil and the ratio has a significant effect in bio-char production; yield values were 27.17% and 45.60% respectively for bio-oil and biochar. The bio-oil obtained under these conditions was analyzed by GC-MS to identify the different chemical compounds present and the results show that diisobutyl phthalate is the majority compound. The latter can use as a plasticizer. The bio-oil produced has several applications including fuel after refining, and sources of chemical compounds after purification. On the other hand bio-char can be used as an activated carbon, as fuel and as a can be used to improve soils fertility.

**Keywords:** Biomass, Microwave pyrolysis, Optimization, Bio-oil, Bio-char



### INTRODUCTION (2/6)



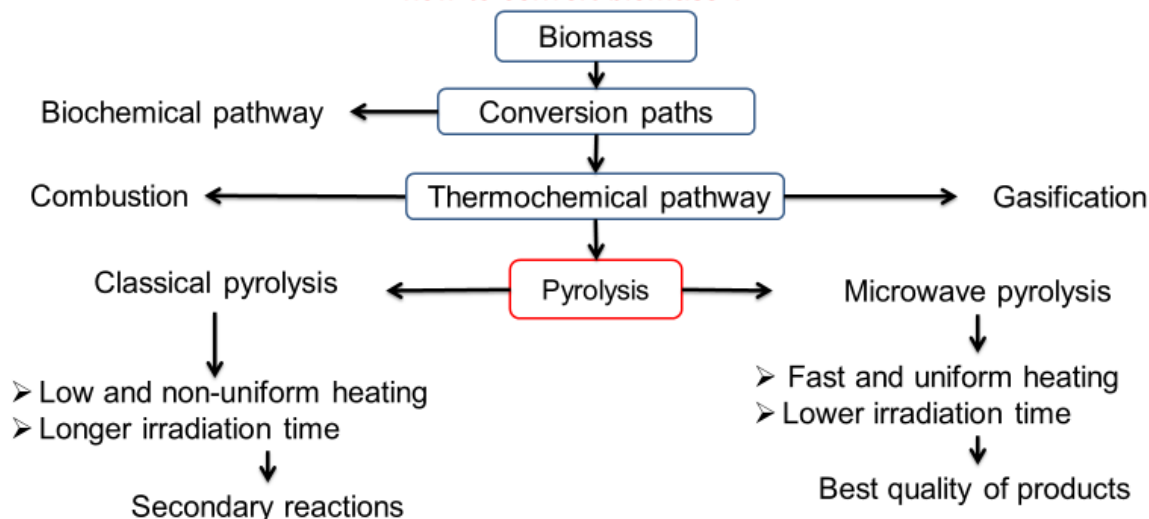
Wyman et al., 2007

Cirad, 2017

4

### INTRODUCTION (3/6)

how to convert biomass ?



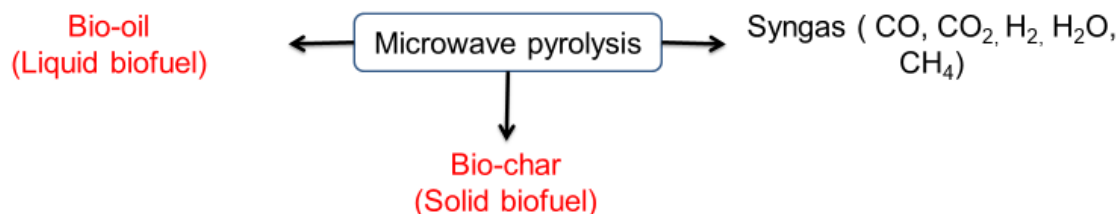
(Antonakou et al., 2006)

(Bridgwater & Peacocke, 2000; Faaij, 2006)

(Du et al. 2010)

5

## INTRODUCTION (4/6)



These products are influenced by several parameters:

- ❑ **Temperature:** at high temperature, gases are favored
- ❑ **The heating rate:** at a temperature <500 ° C the bio-oil is favored and beyond, gases are favored

Demirbas 2002

(Doucet *et al.*, 2013)

6

## INTRODUCTION (5/6)

- ❑ **The irradiation time** of the microwave oven
- ❑ **The power** of the microwave oven
- ❑ **The wave absorber ratio (bio-char1) / biomass** introduced into the reaction medium

### Some wave absorbers

- ❖ Ionic liquids (expensive)
- ❖ Activated carbon (expensive)
- ❖ **Bio-char** (available)

### Properties of the wave absorbers

- ❖ High dielectric constant
- ❖ Coefficient of high magnetic permeability
- ❖ Non-volatile and highly polar structure for ionic liquid

7

## INTRODUCTION (5/6)

- ❑ The irradiation time of the microwave oven
- ❑ The power of the microwave oven
- ❑ The wave absorber ratio (bio-char1) / biomass introduced into the reaction medium

### Some wave absorbers

- ❖ Ionic liquids (expensive)
- ❖ Activated carbon (expensive)
- ❖ Bio-char (available)

### Properties of the wave absorbers

- ❖ High dielectric constant
- ❖ Coefficient of high magnetic permeability
- ❖ Non-volatile and highly polar structure for ionic liquid

7

## INTRODUCTION (6/6)

### General objective

Valorization of empty fruits bunches in the production of a bio-oil and a bio-char by pyrolysis under vacuum microwaves.

### Specific objectives

*O<sub>1</sub>*

To determine the physicochemical characteristics of the empty fruits bunches;

*O<sub>2</sub>*

To study the influence level of the parameters: power, time, ratio biochar1 / biomass on the bio-oil yield;

*O<sub>3</sub>*

To determine the optimum conditions using a central composite plan;

*O<sub>4</sub>*

To determine the characteristics of the bio-oil produced under optimum conditions

8

## MATERIAL AND METHODS (1/9)

### VEGETAL MATERIAL



Figure 1: A- Biomass Powder

B- wave absorber (bio char1)

9

## MATERIAL AND METHODS (2/9)

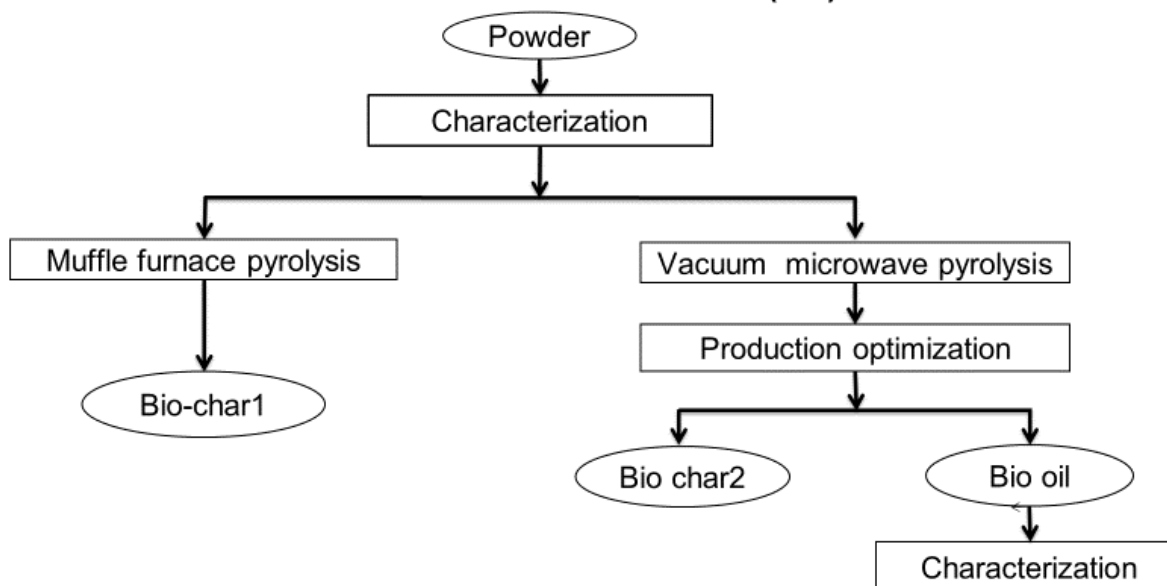
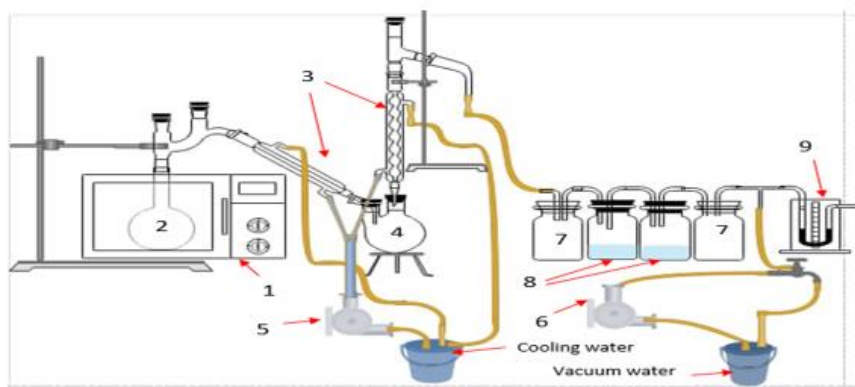


Figure 2 : Methodology

10



### MATERIAL AND METHODS (3/9)



**Figure 3:** Schematic diagram of the microwave vacuum pyrolysis system

- |                     |                |                 |                     |
|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 1- Microwave oven   | 2- Reactor     | 3- Water cooler | 4- Tank for bio oil |
| 5- Cooling pump     | 6- Vacuum pump | 7- Keep bottle  | 8- Wash bottle      |
| 9- Piezometric tube |                |                 |                     |

11

### MATERIAL AND METHODS (4/9)

#### 1- Biomass characterization

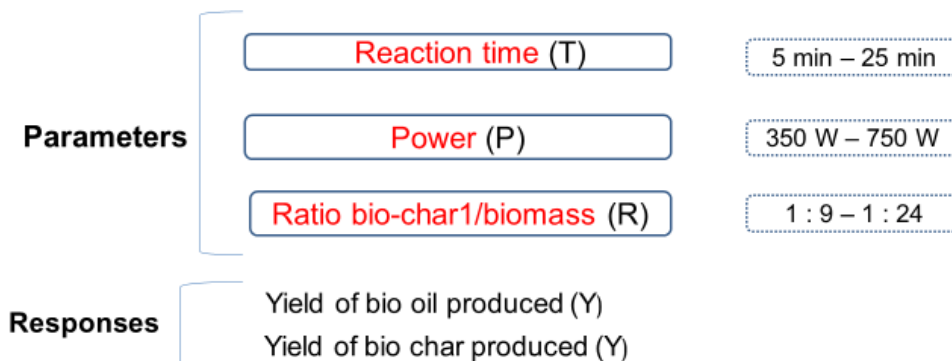
Table 1: Biomass characteristics

Characteristics	Standards
<b>Proximate analysis (wt%)</b>	
Volatiles	
Fixed carbon	AFNOR 94
Ash	
Moisture	
<b>Chemicals composition</b>	
Cellulose	
Hemicellulose	Tappi T204 om-88 et T222 om-88
Lignin	

12

### MATERIAL AND METHODS (5/9)

#### 3) The study of the effect of parameters on pyrolysis



$$Y_p = \frac{X_1}{x_2} \times 100\%$$

$Y_p$ : Yield of bio oil or bio-char  
 $X_1$ : mass of liquid or mass of bio-char  
 $X_2$ : Input biomass mass

13

### MATERIAL AND METHODS (6/9)

#### 4) Optimization of pyrolysis on microwave

##### CENTRAL COMPOSITE PLAN

Table1 : Independent variables, their codes and theirs levels

Parameters	Unit	Variables	Variation/Level		
			-1	0	+1
Power	W	$X_1$			
Time	min	$X_2$			
Ratio	m/m	$X_3$			

14

### MATERIAL AND METHODS (7/9)

❖ **Experimental matrix**

Table 2 : Matrix of experience

N°	Coded values			Real values			Responses	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Power(W)	Time (min)	Ratio	Y <sub>bio oil</sub>	Y <sub>bio char</sub>
1	-1	-1	+1				Y <sub>bh1</sub>	Y <sub>bc1</sub>
2	0	0	+α				Y <sub>bh2</sub>	Y <sub>bc2</sub>
3	0	-α	0				Y <sub>bh3</sub>	Y <sub>bc3</sub>
4	+1	-1	+1				Y <sub>bh4</sub>	Y <sub>bc4</sub>
5	-α	0	0				Y <sub>bh5</sub>	Y <sub>bc5</sub>
6	0	+α	0				Y <sub>bh6</sub>	Y <sub>bc6</sub>
...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
17	0	0	0				Y <sub>bh17</sub>	Y <sub>bc17</sub>

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{n_f (\sqrt{n} - \sqrt{n_f})^2}{4}}$$

$$x_i = \frac{X_{real} - X_0}{\Delta X}$$

15

### MATERIAL AND METHODS (8/9)

**Second order polynomial model**

$$y_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{11}x_1^2 + a_{22}x_2^2 + a_{33}x_3^2 + e$$

**Model validation**

$$AADM = \frac{\sum_{i=1}^p \left( \frac{|Y_{i exp} - Y_{i cal}|}{Y_{i exp}} \right)}{p}$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=0}^p (Y_{ical} - \overline{Y_{exp}})^2}{\sum_{i=0}^p (Y_{iexp} - \overline{Y_{exp}})^2}$$

0 < AADM < 0,3

R<sup>2</sup> ≥ 80%

**Bas et Boyac (2007)**

**Joglekar et May (1987)**

16

## MATERIAL AND METHODS (9/9)

### 5) Characterization of the bio oil

- Determination of the acid number and the bio-oil pH (NF EN 14104)
- Determination of water content (ASTM 95-83)
- Determination of the chemical composition (GC-MS)

17

## RESULTS AND DISCUSSION (1/10)

### 1) Biomass characteristics

**Table 3:** Biomass characteristics

Characteristics	Values obtained	Reference
<b>Proximate analysis (wt%)</b>		
Volatiles	72,47	70,03 – 83,86 Kerdsuwan S et al., 2011 ; Omar
Fixed carbon	13,75	8,97 – 18,30 R et al., 2011
Ash	8,96	1,30 – 13,65
Moisture	4,82	2,40 – 14,28
<b>Chemical composition (wt%)</b>		
Cellulose	42	35 - 45 Blondeau J et al., 2012
Hemicellulose	28,60	25 – 30
Lignin	23,84	20 – 30

18

## RESULTS AND DISCUSSION (2/10)

### 2) Effect of parameters on pyrolysis

#### a) Effect of time

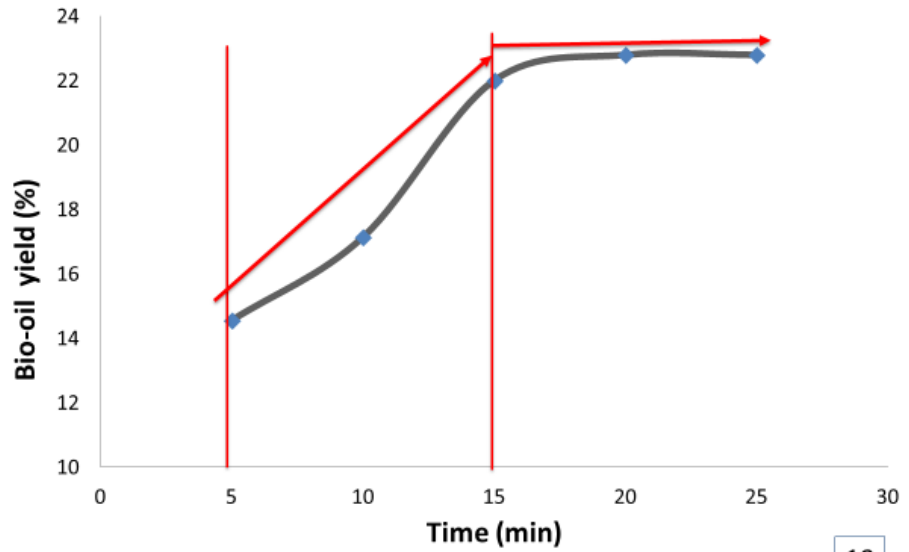


Figure 4 : Effect of the pyrolysis time on the bio-oil yield

19

### 2) Effect of parameters on pyrolysis

#### b) Effect of power

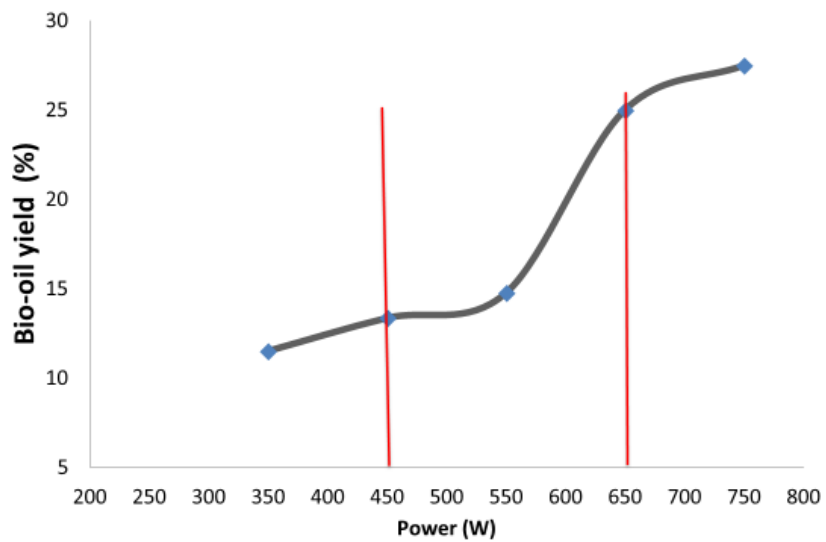


Figure 5 : Effect of the power on bio-oil yield

20

c) Effect of ratio biochar1/biomass

2) Effect of parameters on pyrolysis

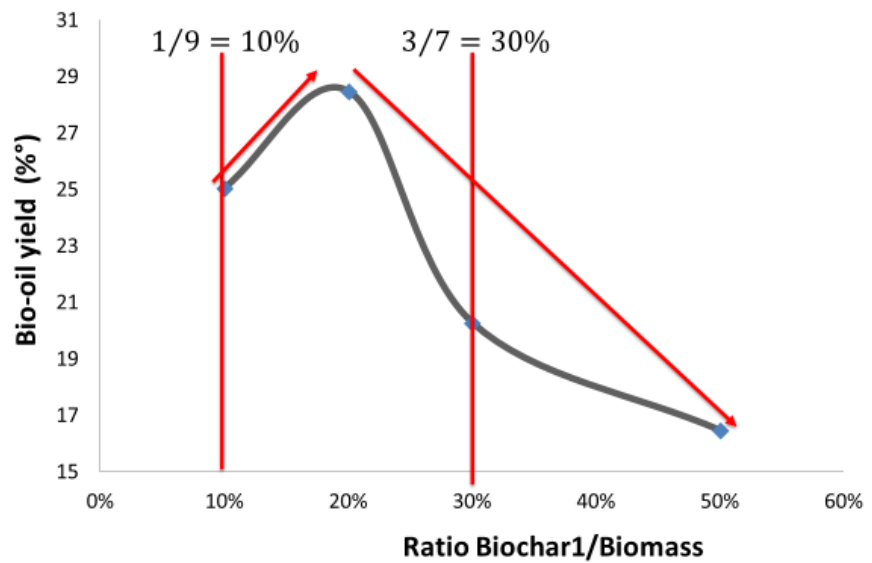


Figure 6 : Effect of the ratio bio-char1/biomass on bio-oil yield

21

**RESULTS AND DISCUSSION (5/10)**

3) Optimization of pyrolysis on microwave

❖ Experimental domain

Table 4 : Independent variables, their codes et their levels

Parameters	Unit	Variables	Variation/Level		
			-1	0	+1
Power	W	X <sub>1</sub>	450	550	650
Time	min	X <sub>2</sub>	5	10	15
Ratio	m/m	X <sub>3</sub>	1:9	1:4	3:7

22

N°	Levels of coded variables			Experimental values		Calculated values		Residues (%)	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Y <sub>Bio-oil</sub> (%)	Y <sub>Bio-char</sub> (%)	Y <sub>Bio-oil</sub> (%)	Y <sub>Bio-char</sub> (%)	Y <sub>bio-oil</sub> (%)	Y <sub>bio-char</sub> (%)
❖ E 1	450	5	3:7	15,66	69,22	17,33	64,29	0,02	0,04
2	550	10	9 : 16	27,94	51,06	25,93	55,66	0,02	0,04
3	550	1,6	1:4	8,48	64,04	9,43	70,96	0,009	0,06
4	650	5	3:7	22,36	68,60	21,43	63,88	0,009	0,04
5	382	10	1:4	29,10	44,40	26,05	46,77	0,03	0,02
6	550	18,41	1:4	24,48	59,54	22,46	52,94	0,02	0,06
7	450	15	3:7	21,70	53,90	24,13	53,00	0,02	0,009
8	550	10	1:4	24,22	45,50	24,82	44,49	0,006	0,01
9	550	10	1:4	23,88	42,36	24,82	44,49	0,009	0,02
10	450	5	1:9	20,06	51,76	20,01	48,92	0,0005	0,03
11	550	10	1 : 24	27,96	42,20	28,89	37,92	0,009	0,04
12	650	15	3:7	26,60	44,54	27,40	47,15	0,008	0,03
13	650	15	1:9	29,16	36,72	28,24	41,42	0,009	0,04
14	718	10	1:4	26,42	46,12	28,40	44,07	0,02	0,02
15	450	15	1 : 9	27,86	39,74	29,54	44,23	0,02	0,04
16	650	5	1 : 9	21,22	50,90	19,53	51,56	0,02	0,006
17	550	10	1 : 4	26,20	45,68	24,82	44,49	0,01	0,01

### RESULTS AND DISCUSSION (7/10)

#### 3) Optimization of pyrolysis on microwave

##### ❖ Equation of the model and validation

Table 6 : Parameters of model validation

##### ❖ Model equations

Validation indicators	Y <sub>bio-oil</sub>	Y <sub>bio-char</sub>
R <sup>2</sup>	90,60	83,57
AADM	0,062388	0,064986

Bas and Boyac (2007)

Joglekar and May (1987)

## RESULTS AND DISCUSSION (8/10)

### 3) Optimization of pyrolysis on microwave

#### ❖ Responses values

**Table 8 :** Values of individual responses optimization

	Power (W)	Reaction time (min)	Ratio biochar1/biomass (m/m)	Optimum
Bio oil	382	16,54	1 : 24	35 %
Bio char	427	2	9 : 16	87,03%

**Table:9** Values of multi responses optimization

	Power (W)	Reaction time (min)	Ratio bio char 1/biomass	Optimum
Bio oil	382	18,41	1 : 9	27,17 %
Bio char				45,60 %

25

## RESULTS AND DISCUSSION (9/10)

### 4) Physicochemical characteristics of bio-oil

**Table 10 :** Physicochemical characteristics of bio-oil

Characteristics	Values obtained	Reference
pH	4,73	2 – 3,8 Elliot, D.C. (1994)
Water content (%)	26	15– 30 Oasma  et al. (1999)
Acid number (mg KOH/g oil)	19,89	60 – 100 Shao et al., 2015

26



N°	T.R	Aire (%)	Composés identifiés	Formule	IK
1	9,613	4,54	4-Methoxyphenol	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	1258
2	15,611	0,34	Pentadecane	C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	1500
3	17,201	4,22	Diéthyl phthalate	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub>	1571
4	19,966	0,65	Propyl phthalate	C <sub>17</sub> H <sub>36</sub>	1701
5	20,591	1,54	Tetradecamethylheptasiloxane	C <sub>14</sub> H <sub>44</sub> O <sub>6</sub> Si <sub>7</sub>	1748
6	21,427	62,17	Diisobutyl phthalate	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	1812
7	23,272	1,99	Acide hexadecanoïque	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	1953
8	23,592	0,65	EICOSAMETHYLCYCLODECASILOXANE	C <sub>20</sub> H <sub>60</sub> O <sub>10</sub>	1977
9	23,901	1,09	Eicosane	C <sub>20</sub> H <sub>46</sub>	2002
10	24,959	0,38	Abieta-8(14),9(11),12-triene	C <sub>20</sub> H <sub>30</sub>	2156
11	26,643	0,99	Succinic acid, di(2-octyl) ester	C <sub>20</sub> H <sub>38</sub> O <sub>4</sub>	2401
12	26,732	1,07	Succinic acid, 2-ethylhexyl undecyl ester	C <sub>23</sub> H <sub>44</sub> O <sub>4</sub>	2414
13	28,373	5,28	Heptacosane	C <sub>27</sub> H <sub>56</sub>	2652
14	28,851	0,36	Glutaric acid, di(3-octyl) ester	C <sub>21</sub> H <sub>40</sub> O <sub>4</sub>	2721
15	29,16	0,42	nd		2766
16	30,134	3,19	Nonacosane	C <sub>29</sub> H <sub>60</sub>	2908
17	30,791	0,71	Adipic acid, 2-ethylhexyl tetradecyl ester	C <sub>28</sub> H <sub>54</sub> O <sub>4</sub>	3000
18	31,504	4,9	Méthyl Triacontane	C <sub>31</sub> H <sub>64</sub>	3003
19	33,13	1,99	Benzonitrile,m-phenethyl-3-(2Phenylethyl)benzonitrile 1-(3-Cyanophenyl)-2-phenylethane	C <sub>15</sub> H <sub>13</sub> N	3100
20	33,329	0,63	Adipic acid, 2-decyl octyl ester	C <sub>24</sub> H <sub>46</sub> O <sub>4</sub>	3321
21	37,288	0,61	Méthyl ester de 3,7,11-triméthyl-2,6,10-dodecatriénoïque	C <sub>17</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	3348

27

## Conclusion and perspectives

❖ Empty fruits bunches are favorable for the production of bio oil because of their high content of volatile matter 72,47 %

❖ Time has a positive influence on the bio oil production

❖ Vacuum pyrolysis conditions have made it possible to favor diacids in the composition of bio-oil.

To complete this work, it will important to :

❑ Deepen the characterization of the bio-oil produced, in particular its calorific value, its octane number, its thermal stability and its oxidation stability

❑ To study the influence of the addition of the basic catalyst on the pyrolysis yield ;

28

## References

ADEME. (2007). LA VALORISATION DE LA BIOMASSE- Guide d'information à l'attention des administrations et des établissements publics).

Antonakou, A, A. Lappas, MH. Nilsen, A. Bouzga, M. Stöcker. (2006) Evaluation of various types of Al-MCM-41 materials as catalysts in biomass pyrolysis for the production of biofuels and chemicals, Fuel (85), p. 2206-2212

## Short biography



**Wilfrid ZE** is a student of the ENSAI of the University of Ngaoundere in which he supported his master's degree in April 2019 under the theme: « BIO-OIL AND BIOCHAR PRODUCTION BY MICROWAVE VACUUM PYROLYSIS FROM EMPTY FRUIT BUNCHES ». He is now awaiting the next Ph.D. doctoral thesis selection.

Contact: [zewilfrid@yahoo.fr](mailto:zewilfrid@yahoo.fr)

**Short biography :**



**Pr. NGASSOUM Martin Benoit** obtained his PhD and engineering diploma in Industrial Chemistry at the University of Marseille III France, and his Habilitation (HDR) at the University of Nancy France. He is Head of Bio resource Industrial Chemistry research laboratory department of applied chemistry ENSAI University of Ngaoundere. He is Africa Sub-Regional Expert for Stockholm Convention Global Monitoring Program (GMP). We are interested by environmental monitoring, pollution remediation, water

treatment, bioresources and waste valorization as bioenergy (biogas, , bio-oil, biodiesel) and chemical bio-base products (biopesticides, bioplastics biosurfactants, nutraceuticals, medicinal, flavors and fragrances). Contact: [ngassoum@yahoo.fr](mailto:ngassoum@yahoo.fr) or [ngassoummartin3@gmail.com](mailto:ngassoummartin3@gmail.com)

## 18- Les déchets comme source de production de l'énergie.

**Junias KABELE N. G., Christophe KABELE NGIEFU\***

Université de Kinshasa; [christophe.kabele@unikin.ac.cd](mailto:christophe.kabele@unikin.ac.cd)

### Résumé :

La difficulté dans la gestion des déchets dans différents pays d'Afrique subsaharienne en général et en République démocratique du Congo en particulier reste un problème majeur. A la base de plusieurs nuisances, les déchets ont automatiquement une connotation négative ; pourtant leur transformation peut participer à la diversification énergétique. En effet, l'avantage de la grande population et des grands étendues de terre fait en sorte qu'il y ai une production colossale des déchets ménagers et des déchets agricoles qui sont une très grande source de biomasse pour la production du biogaz et du charbon recyclé. Plus qu'un simple assainissement, cette opportunité d'affaire permet une utilisation responsable de l'énergie et permet de se joindre aux autres sources énergétiques pour répondre au besoin de populations rurales.

**Mots-clés :** déchets, énergétique, biogaz, charbon recyclé

### Short biography



**Junias KABELE NGOY MPEMBA** has licence degree (BAC + 5) in Chemical Sciences precisely in analytical chemistry and quality control. He is an assistant lecturer at the departement of Chemistry and Industry, faculty of Sciences at Kinshasa University – Democratic Republic of Congo. His research activities are focused at Environment chemistry (precisely at soils, waters and sediments compartments) and renewable energy. M. Junias KABELE is member of Congo Chemical Society. Contact: [kabele.jun@gmail.com](mailto:kabele.jun@gmail.com)

## 19- Influence of moisture on the operation of a mono-crystalline based silicon photovoltaic cell: A SCAPS 1 D numerical study

Bayawa MOHAMED<sup>b,c,\*</sup>, Serges ZAMBOU<sup>d,a,\*</sup>, Serge Sylvain ZEKENG<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Lab of Future Electronic, Department of Electronics and Communications Engineering, Tampere University  
Korkeakoulunkatu 3, FI-33720 Tampere, Finland

<sup>b</sup>Laboratory of Materials Science, Department of Physics, Faculty of Science, University of Yaounde 1, Po.Box  
812, Yaounde, Cameroon

<sup>c</sup>African Institute for Mathematical Sciences-Cameroon, Crystal Gardens PO. Box 608 Limbe, Cameroon

<sup>d</sup>African Institute for Mathematical Sciences-South Africa, 5-8 Melrose Road, Muizenberg 7945, Cape Town,  
South Africa

### Abstract

Moisture in the form of humidity has a significant impact on the operation of photovoltaic (PV) cells and panels. Moisture is often diffuse through the encapsulant film (Ethylene Vinyl Acetate (EVA), Poly Vinyl Butyral (PVB), Poly Vinyl Fluoride (PVF), Polymethyl Methacrylate (PMMA)) or the breathable back-sheet. Moisture is known to accelerate the degradation and reduce the performance of a PV while operating in a wet environment. Due to the high cost and the time needed to performed such studies, SCAPS 1 D is widely used to simulate and estimate the operation of PV. In this work, we showed the effect of moisture on the operation and performance of a PV, made from monocrystalline silicon. Namely, the influence of defects and impurities generated by moisture was investigated. We studied the simultaneous effects of Silanol groups (Si-OH), Hydrogen ions  $H^+$ , and the metallic ions generated from the corrosion of contacts, encapsulant and transparent conducting oxide (TCO) when there is production of acid ( $Al^{3+}$ ;  $Zn^{2+}$ ), or from dust ( $Fe^{3+}$ ). The numerical simulation showed that : starting with PV cells without moisture, the Fill Factor (FF) and the Power Conversion Efficiency (PCE) drop respectively from 82.80 % to 81.78 % and 18.57 % to 11.46 % , when there is moisture in the cell and PVB used as encapsulant. Further degradation of parameters was observed, when the moisture leads to the production of acetic acid on the EVA, or when there is dust having iron (Fe). FF and PCE were further dropped to 79.20 % and 7.04 % respectively, using the same initial photovoltaic cells. Furthermore, a net decrease in key electrical parameters of the PV was observed throughout the study, with maximal power ( $P_{max}$ ), the short circuit current ( $J_{SC}$ ), the current density at maximum power  $JMP$  reducing by more than 50%. This study paves the way for the improvement of performance, and the understanding of degradation process in panels used in wet environments and tropical area.

**Keywords:** Moisture; Photovoltaic cell; Defects, Impurities; SCAPS numerical simulation.

## 20- Evaluation of the performance of a monocrystalline photovoltaic solar module by neuro-fuzzy system

S. Ndjakomo Essiane<sup>1</sup>, S. Perabi Ngoffe<sup>1</sup>, Ndi Francelin Edgar<sup>1\*</sup>, Nyatte Samson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>department Of Industrial Engineering And Maintenance, University Institute Of Technology Of Douala, Cameroon

\* [edgarfrancelin1307@gmail.com](mailto:edgarfrancelin1307@gmail.com)

### Abstract

Generally, photovoltaic cells lose their performance depending on climatic conditions such as ambient temperature, wind speed, and irradiation which leads to a poor prediction of these performances during the design of the installation. In this work, we propose an acquisition and analysis system, based on an expert neuro-fuzzy expert system, which evaluates the performance of a monocrystalline photovoltaic panel in Douala compared to PVGIS meteorological data.

**Keywords-** Acquisition system - analysis - performance - neural networks - expert system - solar panel.

### References

- [1] Cameroonvoice, Le Cameroun veut produire 3000MW d'électricité pour atteindre un taux de croissance de 9,5%, <http://www.cameroonvoice/news/article-news-16135>, 2014.
- [2] IRENA, L'Afrique et les énergies renouvelables : la voie vers la croissance durable, <http://www.irena.org/Publications>.
- [3] S. Awasthi, A. Dubey, Design and simulation of electronic instruments for solar measurement system, 2012.
- [4] M. Charbonnier. Les systèmes experts, Etat de l'art et application possible aux SIG, Ecole Nationale des Sciences Géographiques. 2008, p. 15-17

## 21- Power efficiency analytical modeling of the tri-layer solar cells based on energy gap

**Ndorere Nicodeme<sup>1</sup>, Kounouhewa B.<sup>2</sup> and Agbomahena M.B<sup>3</sup>.**

*1 Institut de Mathématiques et de Sciences Physiques (IMSP-UAC)*

*2 Laboratoire de Physique du Rayonnement (LPR-UAC)*

*3 Laboratoire de Caractérisation Thermophysique des Matériaux et Appropriation Energétique (CTMA-UAC)  
Université d'Abomey-Calavi (UAC) 01, BP 526 Cotonou.*

### Abstract

The semiconductor materials adapted to the tropical zone according to their optoelectronic properties and especially their gap energies and their molar composition were chosen. To cope with the low efficiency encountered in single junction solar cells, these materials were used in the choice of a geometry of a Ga<sub>0.67</sub>In<sub>0.33</sub>P/GaAs/Ga<sub>0.70</sub>In<sub>0.30</sub>As tri-junction solar cell adapted to our area study. We have made the optimization of this solar cell efficiency by taking into account only the gap energies of the materials constituting the sub-cells and the temperature of the cell as the only design variables while setting the other parameters. An analytical model has been proposed for this purpose to determine the output parameters of the cell namely: the open circuit voltage (Voc), the short circuit current density (Jsc), the fill factor (FF) and conversion efficiency ( $\eta$ ). A conversion efficiency found after optimization of the tandem cell was reported and compared to that of literature. The influence of the temperature on these parameters was studied and a coefficient of variation of the voltage as a function of the temperature of  $-6.7\text{mV}/^\circ\text{K}$  and the decrease of the efficiency ( $\eta$ ) of  $-0.072\%/^\circ\text{K}$  for the tri-junction solar cell were found.

**KeyWords:** Tri-junction cell, Semiconductor, Alloys, Optimization, Model.

### Short biography

**Ndorere Nicodème** is PhD student in the field of renewable energies at the Institute of Mathematics and Physical Sciences of the University of Abomey-Calavi in Benin. He studied at the University of Liège in Belgium in the Department of Physics. He does his research in the laboratories of Radiation Physics and in the Laboratory of Thermophysical Characterization of Materials and Energetic Appropriation. Contact: [ndoregity@gmail.com](mailto:ndoregity@gmail.com)

## **22- L'enseignement et la recherche sur les energies renouvelables en contexte universitaire de lmd et de formation professionnelle par les competences : elements de pedagogie pour une amelioration de la qualite de la professionnalisation**

### **Education and research on renewable energy in the academic context of LMD and CBA vocational training: elements of pedagogy for improving the quality of professionalization**

**TSAYEM Antoine Michel**

FSE Université de Yaoundé I, Formateur des formateurs, INFFDP - Cameroun

E-mail: [tsamicha@yahoo.fr](mailto:tsamicha@yahoo.fr)

#### **Résumé:**

Les énergies renouvelables font l'objet d'abondantes littérature et recherche de nos jours. Au Cameroun particulièrement, il règne un contexte de déficit énergétique. Pourtant, le pays regorge d'atouts : grande exposition au soleil, un relief majoritairement montagneux, disponibilité d'importantes quantités d'ordures ménagères et avaries agricoles. Pendant ce temps, les foras sur les énergies renouvelables restent l'apanage des universitaires, sans retombées visibles sur le terrain. Les enseignements et recherche faits au sein des universités sont très théoriques et produisent des diplômés détenteurs des savoirs mais incapables de transposition. Le slogan du LMD de l'université camerounaise qui est « un étudiant un emploi » reste un vœu pieux. Notre préoccupation dans le cadre de la présente communication porte tout particulièrement sur le domaine de l'énergie solaire. Au terme de notre questionnement sur ce thème, nous envisageons l'introduction des modules de professionnalisation des enseignements dans certaines filières à l'université et l'élaboration des contenus de formation professionnelle à la carte comme des aides très précieuses pour surmonter ces défis. Pour y parvenir, nous irons auprès des potentiels bénéficiaires au sein de la société camerounaise pour identifier leurs besoins afin de proposer les contenus des modules de formation et de formation des formateurs detinés à la professionnalisation des praticiens de différentes catégories de métiers du domaine de l'énergie solaire.

**Mots clés :** Energies renouvelables; Transposition des savoirs; Formation professionnelle; Professionnalisation.

## PLAN

### Introduction and Problematic

- I. The Education and Research on Renewable Energy in Cameroon
- II. The impact of education and research on renewable energy and the energetic deficit in Cameroon
- III. The originality of our approach: the pedagogy of professionalization

## INTRODUCTION AND PROBLEMATIC

- The term "renewable energy" seems to be a recent invention in the memory of the people in Cameroon. In fact, it was the energy crisis that coincided with the privatization of the historical operator SONEL which became AES Sonel in 2001 that made it a critical research topic. This change will have resulted in the creation of a new vocabulary with new terms/expressions like "load shedding".
- The energy crisis has therefore helped to foster the emergence of new fields of education and research both at the University and in vocational training, where there is today a proliferation of topics related to renewable energies, particularly in the physical fields of universities and in the fields of Electrical Engineering or Energy (in the university institutes or in the renewable energy fields/specialties of some of these institutes or Vocational Training Centers.

## INTRODUCTION AND PROBLEMATIC (Cont'd)

- As a researcher in the field of pedagogy, we have in mind a litany of questions that we prefer to summarize in one, as follows:
- How can the university and vocational training community contribute to the promotion of renewable energy as a solution to the energy crisis?



## **I. Education and research on renewable energy in cameroon**

- The curricula of certain courses/specialties of the faculties and colleges of public and private universities offer courses on renewable energy.

### **• I.1 In academic institutions**

- We have:

- - teaching units or modules in the field of physics (Faculty of Sciences of the University of Yaoundé I, ...)
- - teaching units or modules in the fields of Electrical Engineering, Energy, ... (ENSPs of Yaoundé and Maroua, IUTFV of Bandjoun and Douala, Private Institutions of Higher Education such as: UCAC, UDM, IUC, IUSTY, ...)

### **• I.2 In Vocational Training Centers**

- - training within the framework of officially recognized certifications and qualifications of MINEFOP (DQP, ...);
- - cases of à la carte training programs.
- Research is carried out at all levels, apart from the curricula leading to the academic Bachelor and à la carte training

### **• I.3 Profiles and Opportunities**

- - Training in certain fields of university faculties is eligible for academic degrees (Bachelor's, Master's, Doctorate);

- - The training given in certain fields of study and in major university schools is eligible for diplomas in Engineering Works or Design;

- - The training given in certain fields and private institutions of Higher Education shall be eligible for diplomas of Senior Technicians, Professional Bachelors or Professional Masters;

- - all of these graduates can be classified from the Technical Officer level to Design Engineer in the various specialties in the field of Renewable Energy, namely:

- Network Technical Agent or Fluid Agent
- Renewable Energy Mission Load (or Development Agent)
- Thermal and Climate Engineering
- Information Advisor
- Renewable energy and energy efficiency
- Thermal Engineer
- Intensive, fluid, grid, environment
- Thermal and photovoltaic system maintainer
- Nuclear logistics

- Temperature and temperature
- Non-destructive testing technician
- Wind maintenance technician
- Electricity Operator
- Energy Technician
- Electric energy technician
- Radiation protection technician
- Thermician Technician
- Thermal Technician-Commercial Energy Saver

### • Problems ...

- (1) It is not quite sure that all these specialties are available in our various institutions of education, training and research on renewable energies, then we still need foreign experts;
- (2) Holders of Bachelor, Master and Doctorate from the faculties of our various state universities are still said to be unqualified;
- (3) Some Vocational Training institutions offer some light training programmes, but sometimes they are of poor pedagogical quality, i.e. poorly designed and even poorly conducted, with the aim of enriching themselves on the backs of job seekers in a new and promising niche;
- (4) Meanwhile, the LMD system whose slogan in Cameroon is "a student-one job", it seems to us that professionalization is still slow to take shape pragmatically in our universities.

## II. Impact of education and research on renewable energy on the energetic deficit in Cameroon

- Renewable energy development initiatives in Cameroon like in many other countries in the continent remain weak, despite the favorable environment, while electricity is a key factor in economic development and the increase in its production is seen as a sign of improving the quality of life and wealth production. But the inevitable depletion of fossil resources and global warming are increasingly forcing the various users to turn to renewable energy, which is a definite advantage for Africa, which has enormous renewable energy resources.

• In the current state of knowledge, *"unanimity is established that renewable sources are the best possible solutions as an alternative for energy consumption for sustainable development. So much so that even developed but not sunny countries are adopting a clear option for solar and wind, for example"* (Souleymane Diallo, Executive Director, the European Training Center in Renewable Energy in Dakar).

### • But what is blocking the transition to other renewable energy sources in African countries?

- Some see it as a lack of political will:
- *"All technologies are available. We just need to be rigorous and pragmatic to make good choices and implement them. The best lesson is given by Cape Verde, which has made impressive progress in adopting renewable sources with solar plate fields as far as the eye can see."* (Lamine Diop, former Director, Renewable Energies, Senegal)

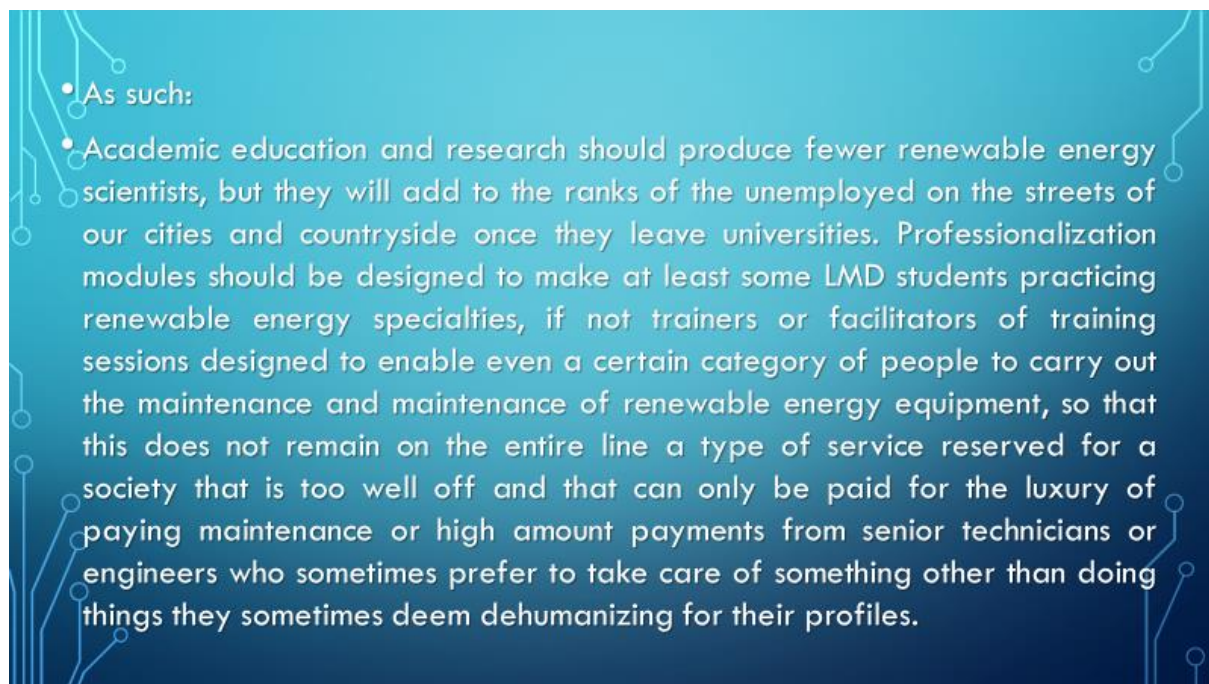
Others see it as strategic problems, especially in countries like Cameroon where renewable energy choices are not always well made by operators:

- "Those who want to invest don't show all the seriousness they need," he laments.
- "There is political will, but we are told of achievements that we do not see. This is partly a problem of competence. For the Cameroonian administration, those who should analyze and give an opinion on the cases do not seem to be up to the mark. On the other hand, those who want to invest are too pressed to do so and often do so without a sufficiently thorough and serious study of the environment or the market. Simply because there is an energy deficit, some are setting up projects that they announce as revolutionary."
- Cameroon does have enormous hydraulic potential, and efforts are being made to install several new dams, as well as new power plants.

- Rigorous hydraulic operation could even dispense with thermal use; but for hydraulic, the time to implement a project is long.
- *"In order to calm the populations in a hurry, the policies run towards heat. Solar is presented as a miracle solution by operators who think that it is enough to install some solar panels here and there to solve the problem, without a background study. This is the problem."* (Donatien Njomo, Lecturer, UYI)
- Others go even further by referring to problems of lobby, quality of equipment used, the need to carry out subregional integration projects, etc.

### III. The originality of our approach: the pedagogy of professionalization

- We start with a number of assumptions:
  - 1) All technologies are available. We just need to be rigorous and pragmatic in order to make good choices and apply them (...) what is needed is just rigor and pragmatism.
  - 2) For the supply and installation of solar energy, the fact that it has been found in many countries shows that the workforce is not always within reach.
  - Hence the need to initiate campaigns to train a critical mass of stakeholders in the various links in the chain of low-cost renewable electricity generation.
- We must not lose sight of the fact that the emergence of this new sector will in the short term generate other jobs for which certain categories of people should now begin to be trained.



## References

Ndimba, Grégoire (2013). Etat des lieux du cadre réglementaire du secteur des énergies renouvelables. Disponible sur :

[https://www.academia.edu/19057946/Etat\\_lieux\\_des\\_%C3%A9nergies\\_renouvelables\\_au\\_Cameroun\\_2013](https://www.academia.edu/19057946/Etat_lieux_des_%C3%A9nergies_renouvelables_au_Cameroun_2013)

Tchatat, Gabriel (2014). Cameroun – Contribution à la préparation du Rapport National pour la formulation du Livre blanc régional sur l'accès universel aux services énergétiques intégrant le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique

[https://www.seforall.org/sites/default/files/Cameroon\\_RAGA\\_FR\\_Released.pdf](https://www.seforall.org/sites/default/files/Cameroon_RAGA_FR_Released.pdf)

## Short biography



TSAYEM Antoine Michel est enseignant des Sciences de l'Education et formateur des formateurs depuis une vingtaine d'années. Outre l'enseignement, il a participé à des projets de recherche dans le domaine de l'éducation et de la formation où il fait office de Consultant après avoir occupé plusieurs postes comme administrateur et superviseur dans l'Enseignement Normal au Cameroun. Depuis un an, il est Formateur des formateurs certifié pour la Formation professionnelle et travaille dans l'équipe chargée de la mise en place des contenus de formation du

futur Institut National de Formation des Formateurs et de Développement des Programmes en cours de création à Yaoundé-Cameroun. Contact : [tsamicha@yahoo.fr](mailto:tsamicha@yahoo.fr)

## 23- Comparison of performance optimization criteria for absorption refrigeration systems

Paiguy Armand Ngouateu Wouagfack<sup>1\*</sup>, René Tchinda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Renewable Energy, Higher Technical Teachers' Training College, Kumba, Cameroon

<sup>2</sup>LISIE, University Institute of Technology Fotso Victor, Bandjoun, Cameroon

Email: [\\*ngouateupaiguy@yahoo.fr](mailto:*ngouateupaiguy@yahoo.fr)

### Abstract

The new thermo-ecological optimization of an absorption system for cooling applications operating between three temperature levels with the linear phenomenological heat transfer law of  $Q \propto (T-1)$  has been performed by taking account the losses of heat resistance, internal irreversibility and leakage. The considered objective function is the ecological coefficient of performance (ECOP) and is defined as the cooling load per unit loss rate of availability. The comparative analysis with the ecological optimization criterion (E) defined in the literature and also with the cooling load optimization criterion (R) has been carried out to prove the utility of the new thermo-ecological optimization criterion (ECOP) for three-heat-source refrigerators with linear phenomenological heat transfer law. The results show that the three-heat-source refrigeration cycle working at maximum ECOP conditions has a significant advantage in terms of entropy production rate and coefficient of performance over the maximum E and maximum R conditions. The obtained results may provide a general theoretical tool for the thermo-ecological design of absorption refrigerator.

**Keywords:** Irreversible; Three-heat-source; Ecological coefficient of performance; Absorption refrigerator.

### References

1. Ust, Y.: Ecological performance analysis and optimization of power-generation systems. Ph.D., Thesis Progress Report, Yildiz Technical University, Istanbul (2004)
2. Frikha, S.; Abid, M. S. Performance optimization of irreversible combined Carnot refrigerator based on ecological criterion. International Journal of Refrigeration, 62, 153 – 165 (2016)

### Short biography



**Ngouateu** has completed his PhD in Energetic at the age of 28 years from Dschang University (Cameroon). He is Senior Lecturer in the Department of Renewable Energy in the Higher Technical Teachers' Training College, University of Buea (Cameroon). He has published more than 10 papers in reputed journals. Dr. NGOUATEU is also a member of the African Network for Solar Energy (ANSOLE). Dr. NGOUATEU's research is actually focused on solar thermal energy technologies and performance optimization of sorption systems.

Contact: [ngouateupaiguy@yahoo.fr](mailto:ngouateupaiguy@yahoo.fr)

## 24- Application of neural networks to the prediction of solar radiation: the case of the city of ESEKA

TSAGUE NGUIMATIO Cathy Beljorelle<sup>\*1</sup>, ALOYEM KAZE Vidal<sup>\*2</sup>, TCHINDA René<sup>\*3</sup>, FOGNO Romeo<sup>\*4</sup>

<sup>1</sup> University of Yaounde 1, laboratoire d'énergie, des systèmes électriques et électroniques.

<sup>2</sup> University of Bamenda, department of electrical and power Engineering, faculty of sciences.

<sup>3</sup> University of Dschang, UIT FOTSO Victor

<sup>4</sup> University of Yaounde 1, electronical's department

### Abstract

The use of solar energy as source of production of electrical energy becomes extensive. The power generated by a photovoltaic system is directly related to certain weather variables as solar radiation. The energy produced by the solar systems is unstable. This is due to the intermittent character of these weather variables. The efficient prediction of the SR of a given location is essential for the design, efficient use of PV, sizing and the installation of the solar power plants. Thus in this, the non-linear autoregressive recurrent neural network architecture with exogenous input (NARX) and the neural network architecture Multilayer Perceptron (MLP) were used to predict daily solar radiation. A meteorological database (from March 1st to March 31st, 2016) collected on the said site with ten minutes interval was used. Spearman's method was used to study the binding intensity that may exist between meteorological variables that could be used as input variables of neuron network models on the predictor variable, SR. Thus, several models were constructed and trained for the prediction of the SR by combining the input variables of these two architectures using the methods of error detection based on root mean square error (RMSE), the Average Absolute Percentage Error (MAPE), Mean Absolute Error (MAE), and Regression (R). Neural networks have been optimized by variation of internal parameters. The results obtained and detailed in this thesis show that for the most efficient prediction of the SR, the neural networks must have as their input variable the maximum temperature of the air, the time and the total solar irradiation. The statistical errors between the predicted values of the best model of neural networks and the measured values of daily solar radiation are:  $R = 1$ ,  $RMSE = 0.0632$ ,  $MAPE = 0.0129$ ,  $MAE = 0.0327$ . These low errors reflect the efficiency of the neural networks chosen for the temporal prediction of SR to Eseka. The predicted SR was used to estimate the power of the SW 260 photovoltaic module at Eseka.

**Keywords:** Solar radiation, photovoltaic power, temporal prediction, artificial neural network.

### Short biography

I am Cameroonian born in 1996. I am single and without child. I am currently studying PhD at the university of Yaounde 1 in Cameroon. I am also a physic's teacher. I am an active member of ANSOLE. Application of neural network to predict Solar radiation.

## 25- Climate disruption and sustainability: models of resilient commercial energy facilities in Central Africa

**Bogning Aldrin L.**

*Technology and applied research. Specialized Master in energy engineering. National Advanced School of Public Works (ENSTP) of Yaoundé Cameroon-DCIEA-DII University of Padova Italy.*

*Corresponding Author: [bogningaldrin@gmail.com](mailto:bogningaldrin@gmail.com)/[aldrinlambert@yahoo.fr](mailto:aldrinlambert@yahoo.fr)*

### Abstract

Extreme climate change phenomena are really occurring in the form of floods, drought and ground motion frequencies, and most of the IPCC report of October 2018 [1] was proof. But its omission for the benefit of large-scale energy works in Central Africa is worrying and these unsustainable renewable energy structures are potential causes of exponential ecological and human damages because of their limited strength in front of these representations difficult to model [2]. Faced with these facts, it becomes clear after knowledge of their own characteristics to find the type of specific planning appropriate for the long-term stability and environmental sustainability of renewable energy installations. To achieve this, the joint empirical and design approach supported by the principle of limited rationality around the integrated process-outcome approach dominates. To the effect and the exit of this preference, renewable and sustainable, distributed and shared energy installations hold well to the resilience, their durable advantage in land and collective community service is economically, financially, energetically and entrepreneurially profitable. The requirements and guidelines added ISO all integrated management allow optimal profitability of mixed renewable and sustainable energy facilities. The strategy of directing renewable and sustainable energy plants for national goods and services and neighboring territories and then large-scale renewable energy plants for regional demand [3] is very profitable. Ultimately, the modernization, reorganization and process optimization of energy facilities and infrastructures are major assets for the competitiveness of local businesses and local authorities, hence of the countries and consequently of the region. These committed and integrated local actions, guided by regional global thinking, constitute strategies and operations to minimize the weaknesses and threats that maximize the opportunities and strengths for the effective achievement of SDGs7, 8.9 and SDGs. 11, 12, 13 [4] and thus complete the solid and sustainable development success of the community.

**Keys Words:** climate change, resilient, model, sustainable and renewable energy installation, renewable energy installation.

### Acknowledgements

I'm particularly grateful to Yémélé Adrien for the material and financial support himself

### References:

[1 ] GIEC(2018). Global warming of 1,5°C. [www.ipcc.ch/report/sr15/](http://www.ipcc.ch/report/sr15/)

[2] World hydropower congress(2019). The power of water in sustainable and interconnected world. Paris, apply to SDG.



[3] Pool Energétique Afrique Centrale (PEAC,2014).Document Stratégie de Politique Energétique Régional(DSPER),période 2014-2030.

[4] IFDD(2016). Programme de DD à l'horizon 2030. N° 102. 2e trimestre.

### Short biography



M. BOGNING Aldrin Lambert, is specialist adviser more renewable energy and energy efficiency engineer, he has did both Master studies in solar energy technologies and Post-Specialized Master studies in renewable energy and energy efficiency at the ENSTP Yaoundé Cameroon-University of Padova Italy. Actually, he develop activities deepening in applied and technological research centered on the integrated and resilient modeling and so in sustainable prospective for the sustainable energy installation and equipment of public use(locals Collectivities, State, Enterprises). He is already a 4 international paper with two Amazone.com and Amazone.fr published. He is

ANSOLE active member since 2015 and contribute highly to the perfection of the continuous improvement the SDG 6, 7, 9, 11, 12 and 13 more travel the valorization and the innovation works on the ISO 50001 family.

## 26- Assessment of the sustainable housing context in Cameroon\*

**Bogning Aldrin .L.<sup>1</sup> and Dsonwa Manfo E. D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Technology and applied research. Specialized Master in energy engineering. National Advanced School of Publics Works (ENSTP) of Yaoundé Cameroon-DCIEA-DII University of Padova Italy.*

<sup>2</sup>*Laboratory of civil engineering and design's science, National Advanced School Engineering of Yaoundé Cameroon.*

*Corresponding authors: [bogningaldrin@gmail.com](mailto:bogningaldrin@gmail.com) / [ervedestin@yahoo.fr](mailto:ervedestin@yahoo.fr)*

### Abstract

The ecological footprint of humanity seems surpassed these days because of the regeneration of the earth by the absorption of waste and especially the greater concentration in the air of greenhouse gases (GHG)[1], essentially anthropogenic resulting from the exacerbated consumption of solid fuels. The most worrisome case is the housing sector, which is responsible for an annual energy consumption of 40%, and generate 40% of solid wastes emitting 30% of GHG in the course, which makes it the main global emitter sector [2]. Cameroon is not an exception, referring to nearly 77% wood energy and 15 gas and oil products consumed by the housing sector, thus housing where many difficulties persist and slow down the transition to sustainable housing. Given these facts, it is important to carry out a deep analysis of these problems to be solved by means of the appropriate conceptual and empirical approaches adopted. For these approaches, the preferred procedures for results are conducted and exploited to the detriment of ingenious programming and resultsbased rational management. They stand out as major causes as well as on one hand difficult financing, excessive imports and unprofitable subsidies and on the other hand, housing built very expensive or limited promotional institutions in real estate projects innovations form the secondary causes of supply and minimum demand respectively. Implemented by the State, the spatial reorganization of the development of the industrial and housing sectors, the exclusion of the sustainable approach to the inclusive development policy of the regional centers of industrialization are an indicator of strong growth of pollution and an excessive consumption of energy from fossil fuels. In other words, the planned actions of the process chosen are a prospective analysis of the forces and challenges for 2030, in the urban and then sustainability (environmental, social and economic) domains added at the end of governance and a priority cultural plan, all supported by indicators and evaluation tools. Ultimately, an energy domain including the analysis of consumption and impacts, dependence and security of supply is indispensable and inherent, to lead to ecological measures and adaptation to concrete climate change.

**Key Words:** assessment, context, sustainable housing, SDG, prospective, organization.

**Acknowledgements:** Authors is particular grateful to MINDHU for the material assistance.

### References:

[1]Wikipédia.org/ factor of production. Last consultation July 2019.

[2]IFDD(2013a). La transition énergétique ou les énergies que nous voulons. Liaison Energie-

Francophonie n° 93

[3] IFDD(2013b). Energies renouvelables : production distribuée et communautaires. Liaison Energie Francophonie n° 94- 2e et 3e trimestre.

[4] MINEPAT(2018). Investir au Cameroun : Terre d'attractivité- Investing in Cameroon : Land of attractiveness.

**Short biography**

**DSONWA MANFO Ervé Destin** is a specialized engineer in Renewable Energy Technology obtained in National Advanced School of Public Work of Yaoundé, with the cooperation of the DII and DICEA of the University of Padova in Italy. He was student of the University of Yaoundé 1, Faculty of Science, Department of Physics and obtained a Master in mechanic science. Now, he is an engineer researcher in Laboratory of Civil Engineering and Design's Science, National Advanced School Engineering of Yaoundé Cameroon. He is also Chief of Service in the Architecture and Norms of Housing Direction in MINH DU. His service concerned Risk Prevention and Fire Safety.

## 27- “modelling and simulation of the drying kinetics of ripe and unripe mangoes and design of an appropriate dryer”

SOPI ELOCK Marie Gertrude, DOUA Philemon and JIOKAP NONO Yvette \*

University of Ngaoundere, BP 455, Cameroon

(\*) Corresponding author Email: [jiokapnonoy@yahoo](mailto:jiokapnonoy@yahoo)

### Abstract

Research focus and interest on mango (*Mangifera indica L.*) in the recent years has been due to its nutritional and economic importance. Despite the high nutritional and economic importance of mangoes and the interest which populations have over it, its use is limited by much post-harvest losses which could be due to abundant and seasonal production and also due to inappropriate preservation methods. Drying has become necessary in order to reduce microbial activity and product spoilage, and to extend storage life. Scientific literature mentions and shows that knowledge of the drying kinetics is essential for the control and optimization of the drying process, any subsequent or further processing and quality of final product. Nevertheless, the problem of poor organoleptic and nutritional values of dried mangoes still persists as no dryer taking into account the thermodynamic properties of mangoes has yet been proposed. This study was aimed at optimizing the drying of unripe and ripe mangoes by integrating their thermodynamic properties in the design of an appropriate dryer. First, results from literature helped to determine the isosteric heats of sorption while the optimal drying time was determined by modelling of drying kinetics using Matlab R2017a. Secondly, functional analysis, prototype design and dimensioning and cost analysis were carried out. At the end of this work a hybrid solar-biomass dryer, capable of treating at least 10 kg of mangoes per day, adapted to the climatic environment of our study zone, the Adamawa region, and taking into account the technico-socio-economical requirements was proposed.

**Key words:** Mango (*Mangifera indica L.*), Mathematical modelling, Drying kinetics, Forced air drying, Hybrid dryer design.

**References:** U. E. Inyang *and al.*, 2018; Talla *and al.*, 2005; Akpınar and Bicer, 2004; Bogwarbe *and al.*, 2017.

### Short biography



SOPI ELOCK Marie Gertrude is a Cameroonian, Single with no child.  
Engineering Intern at LASE, IUT, University of Ngaoundere  
Tel : (+237) 670625208/696073088  
E-mail: [sopimarie42@gmail.com](mailto:sopimarie42@gmail.com)

## 28- Impacts de la construction du barrage hydroélectrique de Memve'ele sur la distribution Spatiale du plancton sur un tronçon du fleuve Ntem (Sud-Cameroun)

Koji Ernest<sup>(1,2\*)</sup>, Missoup Didier Alain<sup>(2)</sup>, Tchakonté Siméon<sup>(1)</sup>, Fobane Jean Louis<sup>(3)</sup> & Fomena Abraham<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratoire d'Hydrobiologie et Environnement, Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, B.P 812, Yaoundé, Cameroun.

<sup>(2)</sup> Département de Biologie et Physiologie des Organismes Animales, Université de Douala, Faculté des Sciences, B.P 24157, Douala, Cameroun.

<sup>(3)</sup> Département de Biologie des Organismes Végétaux, Université de Yaoundé 1, École Normale Supérieure, B.P 47, Yaoundé, Cameroun.

<sup>(4)</sup> Laboratoire de Parasitologie et d'Écologie, Université de Yaoundé 1, Faculté des Sciences, B.P 812, Yaoundé, Cameroun.

\*Auteur correspondant, KOJI Ernest, Université de Douala, Faculté des Sciences, Mail:

[airnesskoji@gmail.com](mailto:airnesskoji@gmail.com)

### Résumé :

Le plancton est la principale source de nourriture pour les ressources halieutiques dont dépendent les populations riveraines. L'étude de sa répartition dans la zone de l'emprise du barrage a été menée lors de deux séances d'échantillonnage afin de discuter des impacts liés à la mise en place de la structure. Au total, 8 stations ont été collectées et regroupées dans quatre zones étendues de la zone en aval du barrage. Les analyses physico-chimiques des eaux ont été effectuées et le plancton a été récolté à l'aide d'un filet de 55 µm de maille. Ensuite, l'identification et le dénombrement du plancton ont été effectués à l'aide de microscopes. Il a été constaté que les tronçons situés en amont, en aval et en position latérale de la digue sont caractérisés par une eau bien oxygénée, légèrement minéralisée et exempte de pollution organique propice à l'installation d'une grande diversité de plancton. Dans le réservoir en cours de formation caractérisé par une forte pollution organique, les travaux en construction ont déjà contribué à l'augmentation de la charge en eau dans la matière organique dissoute en raison principalement de la décomposition de feuilles, de branches et de troncs tombés au cours de la préparation du site de développement. Une analyse simultanée basée sur les variations spatiales des biovolumes et de l'indice de diversité révèle le caractère relativement stable du plancton dans l'emprise du barrage. Cependant, les analyses multidimensionnelles sont plus précises et révèlent que la zone de rétention principale de la digue se caractérise par sa richesse relative en éléments nutritifs et en matière organique et par un début de stress hydrique dû à une diminution significative de la saturation en oxygène dissous, favorable *Rotaria rotaria*, *Rotaria neptunia* *Rotaria citrina* et *Euchlanis meneta*. Les rotifères semblent être confirmés comme indicateurs du zooplancton les plus sensibles aux changements de la qualité de l'environnement. Ils sont accompagnés dans cette indication par la poussée de *Cyanophyceae Oscillatoria rubescens*, *Oscillatoria* sp., *O. splendida*, *O. subtilissima*, *Lyngbya* sp., *Schizotrix* sp., *Plectonema* sp., *Gloetrichia* sp., *And Nostoc piscinalis* et diatom *Frustulia* sp., *Neidium affine* et *Cyclotella* sp. Le suivi de la qualité de l'eau après la mise en service de la structure sera essentiel pour assurer l'équilibre de cet écosystème, de sorte que les impacts soient faibles et que les ressources halieutiques locales des populations riveraines restent

suffisantes.

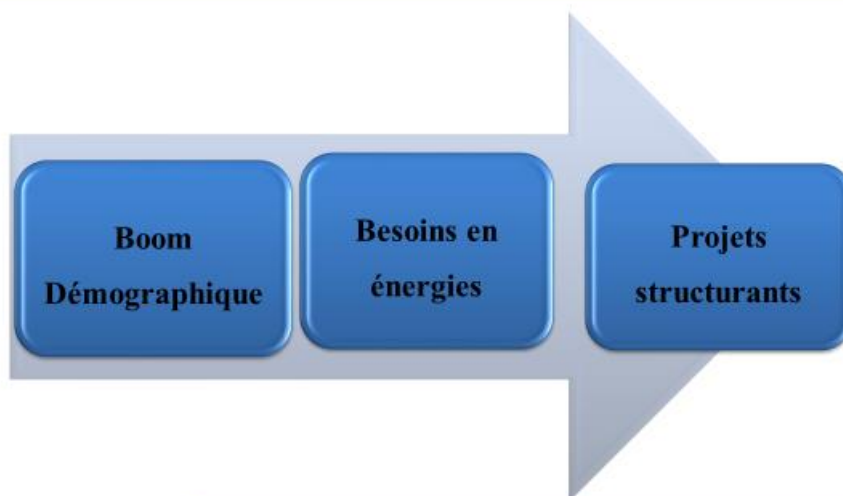
**Mots-clés:** principale zone de rétention, plancton, rotifères, forte pollution organique

**Abstract:**

Plankton is the main source of food for the fishery resources on which riparian populations depend. The study of its distribution in the zone of dam's right-of-way was conducted during two sampling sessions in order to discuss the impacts related to the implementation of the structure. A total of 8 stations were collected and grouped into four spread zones of the amot downstream of the dam dam. The physico-chemical analyzes of the waters were carried out and the plankton was harvested using a net of 55µm of mesh. Subsequently, plankton identification and enumeration were performed using microscopes. It was found that the sections upstream, downstream and in the lateral position of the dike are characterized by well-oxygenated water, slightly mineralized, and free of organic pollution conducive to the installation of a great diversity of plankton. In the reservoir in course of formation characterized by a strong organic pollution, the work under construction has already contributed to the increase of the water load in dissolved organic matter due mainly to the decomposition of fallen leaves, branches and trunks folded during the preparation of the development site. A simultaneous analysis based on the spatial variations of the biovolumes and the diversity index reveals the relatively stable nature of the plankton in the dam's right-of-way. However, the multidimensional analyzes are more precise and reveal that the main dike retention zone is characterized by its relative richness in nutrients and organic matter and a start of water stress due to a significant decrease in the dissolved oxygen saturation, favorable *Rotaria rotaria*, *Rotaria neptunia*, *Rotaria citrina* and *Euchlanis meneta*. Rotifers seem to be confirmed as zooplankton indicators most sensitive to changes in the quality of the environment. They are accompanied in this indication by the thrust of Cyanophyceae *Oscillatoria rubescens*, *Oscillatoria* sp., *O. splendida*, *O. subtilissima*, *Lyngbya* sp., *Schizotrix* sp., *Plectonema* sp., *Gloetrichia* sp., And *Nostoc piscinalis* and diatom *Frustulia* sp. ., *Neidium affine* and *Cyclotella* sp. Monitoring the quality of the water after commissioning of the structure will be essential to ensure the balance of this ecosystem, so that the impacts are low, and that the local fishery resources of the riparian populations remain sufficient.

**Keywords:** main retention zone, plankton, rotifers, strong organic pollut

## Introduction



Séminaire de M. KOJI Ernest

4

## Introduction



### Abattage sauvage de la forêt dans l'emprise du barrage de Memv'ele

Séminaire de M. KOJI Ernest

5

## Introduction



La digue a pour vocation de créer une discontinuité hydrologique et sédimentaire le long du cours d'eau sur lequel il est implanté (Zarfl *et al.*, 2014 ; Wang *et al.*, 2019)

Séminaire de M. KOJI Ernest

6

## Introduction



**Mortalité massive de poissons (Puiz *et al.*, 2008) ou croissance de la productivité piscicole (Jellyman & Harding, 2012) ..... Population riveraine**

Séminaire de M. KOJI Ernest

7



## Introduction

Dans ce contexte, les barrages-réservoirs deviennent donc un enjeu stratégique dans le contrôle des ressources halieutiques.

- Le plancton représente la plus importante source nutritive transférable aux poissons (Piasecki et al., 2004 ; Brassard, 2009)
- Le plancton permet d'apprécier le fonctionnement d'un tel ouvrage (Jiménez-Contreras *et al.*, 2018)

Séminaire de M. KOJI Ernest

8

## Objectif

Étudier les impacts de la construction du barrage de Memv'ele sur la distribution longitudinale du plancton sur le fleuve Ntem.

- Caractériser la qualité des eaux dans l'emprise du barrage
- Déterminer les impacts de l'aménagement du barrage dans son emprise par l'analyse de la structure planctonique

Séminaire de M. KOJI Ernest

9

## Matériel et Méthodes

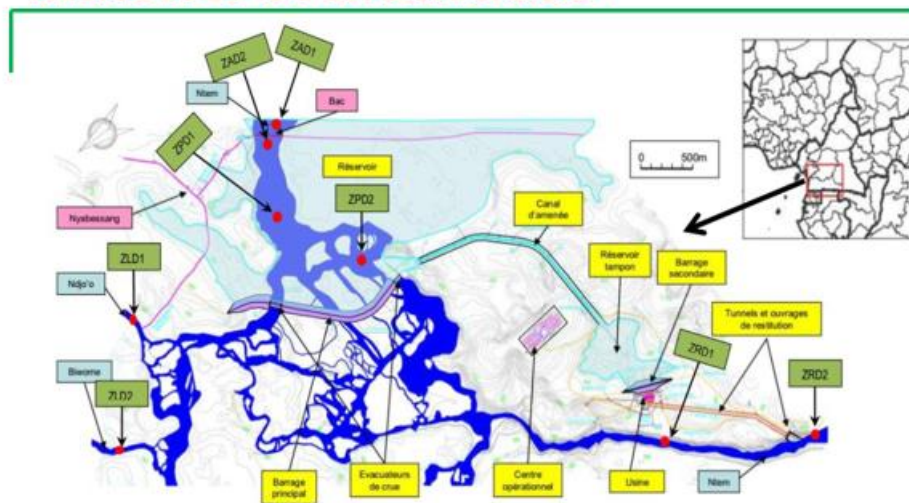


Figure: Carte montrant l'emprise du barrage de Memv'ele et les points de prélèvements

Séminaire de M. KOJI Ernest

10

### Short biography



**Dr. KOJI Ernest** is a Research Professor at the Faculty of Science at the University of Douala since 2012 and has been admitted as a Lecturer since 2018. He holds a PhD / PhD in Hydrobiology and Environment from the University of Douala, Yaoundé I. His research is focused on water quality and its impact on microbial ecology. The main focus of this research is 'Microbiology-Environment-Health', which aims at aquatic biodiversity, the diagnosis of water bodies, the treatment of wastewater by microorganisms, the analysis of anthropogenic

pollution in aquatic environments and health risk assessment. He worked in 2016 as an expert on a project on the 'Study of the monitoring of fish and fishery resources in the area of the Memve'ele hydroelectric development project'. E-mail: [airnesskoji@gmail.com](mailto:airnesskoji@gmail.com)

## 29- Processus de production de biogaz : technologie de prétraitement de biomasse

### Process of biogas production: technology of biomass pretreatment

TSATSOP TSAGUE Roli K. \*, KOM Raissai, NGASSOUM Martin B.

Department of Applied Chemistry, National School of Agro-Industrial Sciences, University of NGAOUNDERE

Corresponding author: [tsatsoproli@gmail.com](mailto:tsatsoproli@gmail.com)

#### Résumé :

L'énergie de la biomasse est utilisée depuis des temps historiques, mais la biomasse en tant que source d'énergie n'est pas aussi populaire que celle des autres sources d'énergie renouvelable. La digestion et la fermentation anaérobies peuvent être utilisées pour générer du biogaz à partir de matériaux biodégradables tels que les déchets organiques, les eaux usées, les déchets municipaux, le fumier, les résidus de plantes, les déchets végétaux et les cultures énergétiques. Une grande quantité de déchets de boues activées, contenant des substances organiques et minérales, est produite par des installations municipales et industrielles. Cependant, la production de biogaz est limitée par les caractéristiques de la matière première; en particulier sa structure lignocellulosique complexe. Par conséquent, différentes méthodes de prétraitement sont à l'étude pour la perturbation de la structure de l'herbe avant de subir le processus de digestion anaérobie. Le but de cet article est de passer en revue les connaissances actuelles sur les techniques de prétraitement utilisées pour la biomasse récalcitrante. Les techniques de prétraitement ont été classées en groupes mécanique, micro-ondes, thermique, chimique et biologique. L'effet de l'application de chacune des méthodes étudiées sur le rendement en biogaz (principalement le méthane) et sur la réduction de la période de rétention du processus est discuté.

**Mots-clés:** biogaz, biomasse récalcitrante, prétraitement

#### Abstract

Energy from biomass has been in use from historical days itself but biomass as energy source is not as popular as that of other renewable energy resources. Anaerobic digestion and fermentation can be used to generate biogas from biodegradable materials such as organic wastes, sewage, municipal waste, manure, plant residues, vegetable wastes and energy crops. Large amount of activated sludge wastes, containing organic and mineral substances, are produced by municipal and industrial plants. However, biogas production is limited by the characteristics of the feedstock; in particular its complex lignocellulosic structure. Hence, different pretreatment methods are being investigated for grass structure disruption before undergoing the anaerobic digestion process. The aim of this paper is to review current knowledge on pretreatment techniques used for recalcitrant biomass. Pretreatment techniques were categorized into mechanical, microwave, thermal, chemical and biological groups. The effect of the application of each studied methods on the biogas yield (mainly methane) yield and to reduce the retention period of the process is discussed.

**Keywords :** Biogas, recalcitrant biomass, pretreatment

## PLAN

### INTRODUCTION

I- Description of process and purification of Biogas

II- Biogas digesters

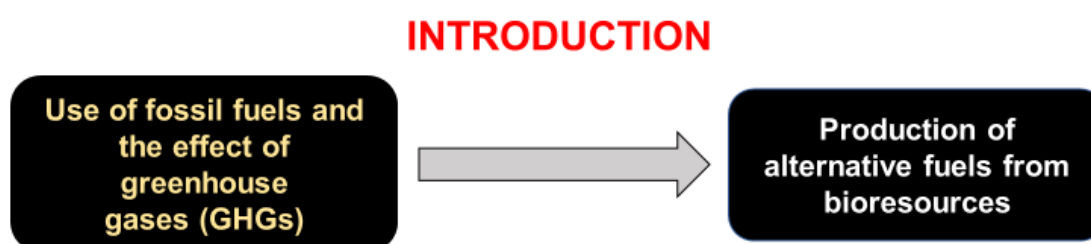
III- Valorization of biogas and digestate

IV- Biomass Pretreatment

V- Position of Cameroon

### CONCLUSION

2



**Biogas** is one of the renewable energy sources that can be produced from many types of **biomass**.

**Anaerobic digestion technology** is one of the most promising technologies, as it could transform various biomasses into biogas rich in **methane**, a neutral alternative to fossil fuels.

3

## INTRODUCTION

This degradation process leads to production:

- A **wet product** rich in partially stabilized organic matter called **digestate**. It is generally envisaged that the digestate will be **returned to the soil** after a possibly maturation **stage by composting** ;

- **Biogas**, a gaseous mixture saturated with water at the outlet of the digester and composed of approximately 50% to 70% of **methane (CH<sub>4</sub>)**, 20% to 50% of **carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)** and some **trace gases (NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S)**.

4



## I.1- Process description

**Anaerobic digestion** is a technology based on microorganism degradation of organic matter under controlled conditions and in the absence of oxygen.

The **process of biogas** formation can be divided into a **number of stages**.

The different stages of degradation must be **coordinated and harmonized** in the best possible way to ensure that the whole process is going well (Dhamodharan, 2014).

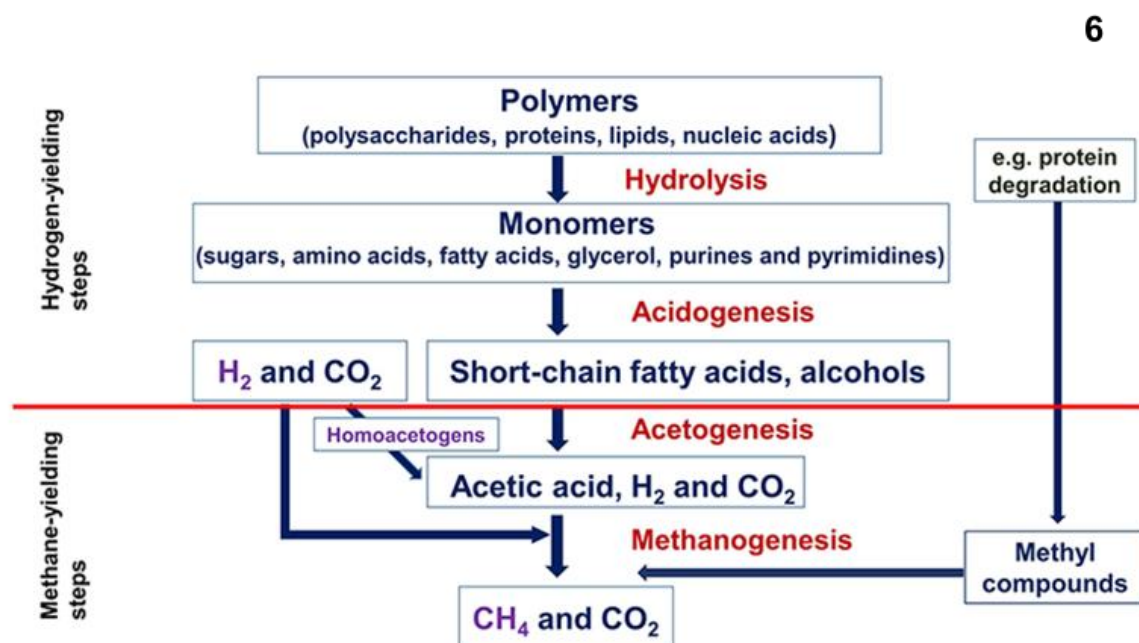


Figure 1 : Anaerobic degradation phases

7

## I.2- Purification of biogas

### WHY?

- ❖ Improve **calorific value**
- ❖ Avoid **pollution by SO<sub>2</sub>** resulting of H<sub>2</sub>S combustion
- ❖ Avoid **corrosion of equipment** by H<sub>2</sub>S and water
- ❖ **Anti-knock properties** of engines

### HOW?

- ❖ The process will depend on the type of impurity to be removed  
**CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S or H<sub>2</sub>O**

8

### a) Desulphurization: Removal of hydrogen sulphide H<sub>2</sub>S

#### **ABSORPTION:**

The upgrading process takes place in conventional gas–liquid contactors (packed bed or spray towers) using either **water or organic solvent** in the physical absorption process or using aqueous chemical solutions to convert H<sub>2</sub>S to elemental sulfur or metal sulfide.

#### **ADSORPTION:**

H<sub>2</sub>S can be removed using adsorption into non-impregnated (virgin), catalytic-impregnated, and impregnated activated carbons.

9

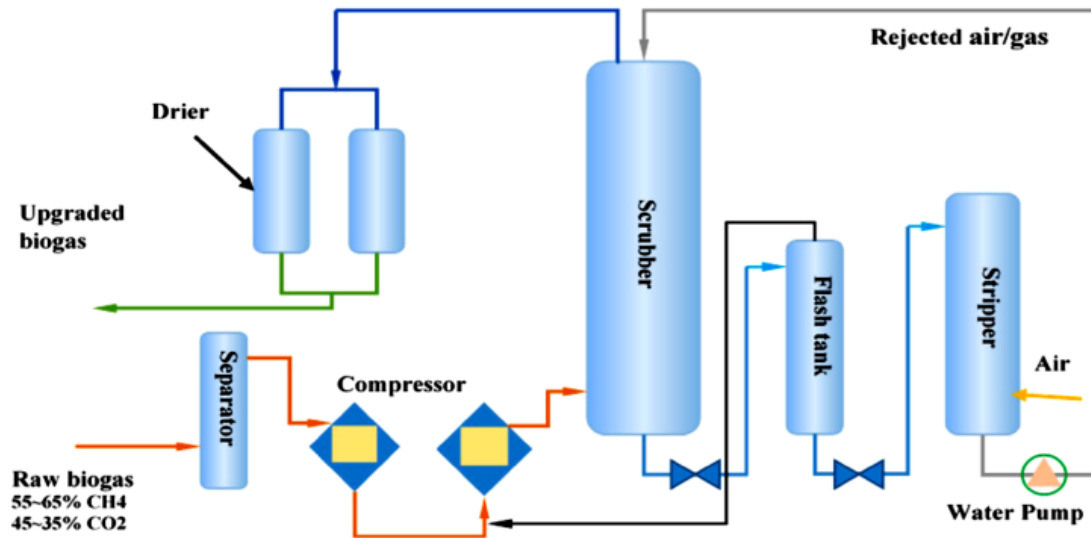


Figure 2 : Biogas upgrading by water scrubbing of H<sub>2</sub>S

10

### b) CO<sub>2</sub> Removal from Gas Stream

The current technologies are: **pressure adsorption, physical absorption (water and organic solvent scrubbing), chemical absorption, cryogenic separation, membrane separation**

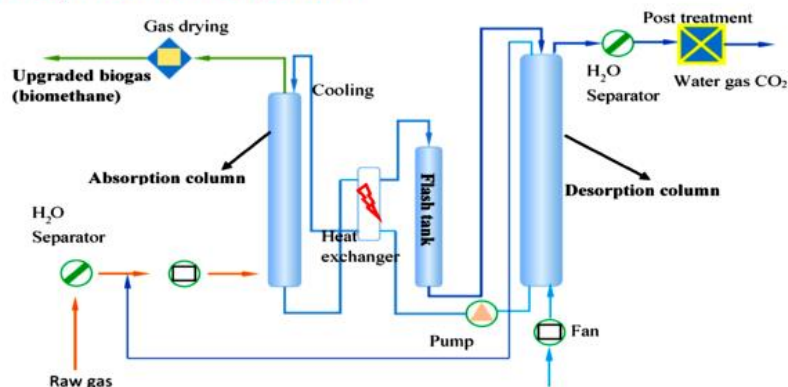


Figure 3: Biogas upgrading by water scrubbing and organic solvent scrubbing to remove CO<sub>2</sub>

11

## c) Removal of Water

**Water** can be removed by **physical separation** (condensation) and **chemical drying** (adsorption).

- The **physical drying** methods by condensation are **demisters, cyclone separators, moisture traps, water traps** (design with biogas pipe to collect and remove water).

- The **chemical drying** is basically absorption of water in glycol (drying agent).

Water can also be dried using **silica gel, magnesium oxide, activated carbon, alumina** and other chemical agents that have binding components.

12

## II.1- Biogas digesters

There are different types of digesters :

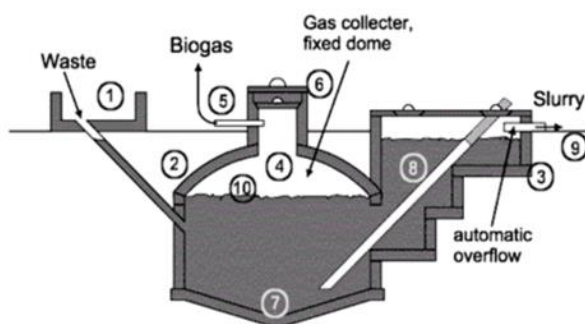
- **Fixed-dome Plants**
- **Floating-drum Plants**
- **Polyethylene Tube Digester**

14

### II.1.1 Fixed-dome Plants

A fixed-dome plant consists of a **digester with a fixed, non-movable gas holder, which sits on top of the digester.**

The digesters of fixed-dome plants are usually **masonry structures, structures of cement and ferro-cement exist.**



**Figure 4:** The basic elements of a fixed dome plant (here the Nicrao Design) 6 to 124 m<sup>3</sup>

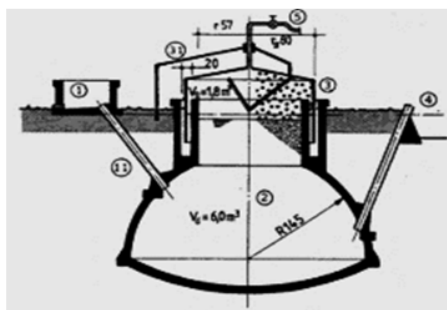
15



### II.1.2- Floating-drum Plants

**Floating-drum plants** consist of an underground digester (cylindrical or dome-shaped) and a **moving gas-holder**.

In India, they are used most frequently by small to middle-sized farms (digester size: 5-15 m<sup>3</sup>) or in institutions and larger agro-industrial company (digester size: 20-100 m<sup>3</sup>).

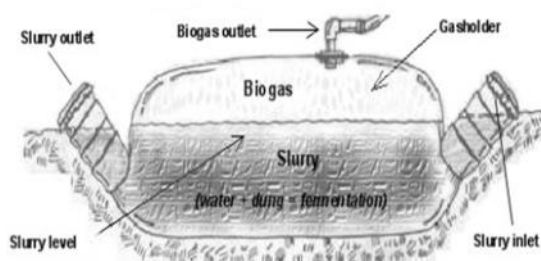


**Figure 5 :** Water-jacket plant with external guide frame: 1 Mixing pit, 11 Fill pipe, 2 Digester, 3 Gasholder, 4 Guide frame, 4 Slurry store, 5 Gas pipe

16

### II.1.3- Low-Cost Polyethylene Tube Digester

The **tubular polyethylene film** is bended at each end around a PVC drainpipe and is wound with rubber strap of recycled tire-tubes.



Tube Digester Altiplan of Bolivia

**Figure 6 :** Scheme of Low-cost Polyethylene Tube Digester. Up to 6 m<sup>3</sup>

17

## II.2- Storage of Biogas

### Storage devices

- Gas bag
- Commercial gas cylinders



**Figure 7:** A- Gas bag, B- Commercial gas cylinders

18

### III.1- Valorization of biogaz

After a light treatment, several solutions are possible.

**a - Heat production:** this is the simplest valorization of biogas, because it presents few technical constraints. **Combustion in boilers fed with biogas releases heat used on site or transported by pipelines.**



Figure 8 : Direct combustion

20

**b - Electricity production:** the electricity generated by a generator

**c - Combined production of electricity and heat, or cogeneration:** In addition to the electricity generated by a generator, heat is recovered, mainly in the cooling system. The valuation of this heat requires a nearby outlet.



**d - Vehicle fuel:** To be used as a vehicle fuel, the biogas follows a series of purification / compression steps.

**e - Injection of purified biogas into the natural gas network:** The injection of clean biogas into the natural gas network is the most efficient method of upgrading.

21

### III.2- Valorization of digestate

The quality of the digestate, conditioning its **agronomic valorization**.

#### - Solid phase

After a possible stage of **maturation by composting**, the agronomic characteristics and the **safety parameters** of the digestate are generally close to those of a compost.



Figure 9 : Digestate



Figure 10 : Fertilization

#### - liquid phase

Lixivate used in **algae culture**

22

### IV- Treatment of biomass

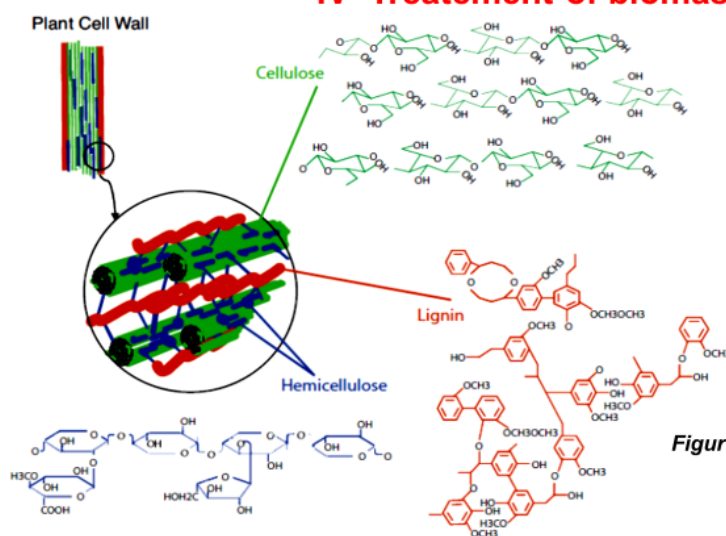
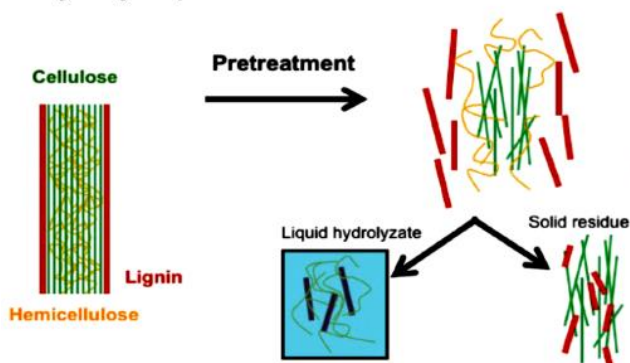


Figure 11 : Structure of biomass

24

Cellulose and hemicellulose are polysaccharides that can be hydrolyzed to simple sugars. **Lignin**, which supports the cell structure by incorporating cellulose and hemicellulose, **prevents susceptibility to microbial attack during the hydrolysis process**.



The pretreatment aims to break the lignin layer, to **make the biomass more accessible** to digestion.

Figure 12 : Effect of pretreatment on lignocellulosic biomass

25

#### IV.1. Physical pretreatment

Physical pretreatment refers to methods that do not use external compounds such as chemicals, water, or microorganisms during the pretreatment process.

##### A. Mechanical

**Grinding** is a mechanical pretreatment widely used for large-scale waste, such as agricultural residues from straw, corn stalks or other crops, and forest residues in the form of wood chips (Regina et al., 2016).

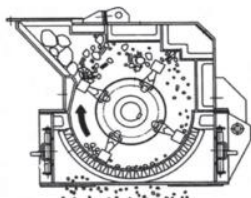


Figure 13 : Grinder



Figure 14 : Example of mechanical pretreatment unit called «Querstromzspanner»

26

##### B. Ultrasounds

The **high frequency order of KHz of sonic waves causes cavitation** inside the cells. These frequencies induce cell lysis, releasing intracellular material, cavitation promotes chemical reactions to destroy organic matter due to high local temperatures and pressures (Lindmark *et al.* 2012).

##### C. Micro waves

Under **microwave irradiation**,

- **Lipids are hydrolyzed** to palmitic acid, stearic acid and oleic acid;
- **Proteins** to saturated and unsaturated acids, ammonia and carbon dioxide;
- **Carbohydrates** to polysaccharides of lower MW.

27

##### D. Hydrothermal pretreatment

Thermal pretreatment is used for the degradation of lignin and hemicellulose. The **heat dissociates the hydrogen bonds** in the crystalline complexes of cellulose and lignocellulose.

Thermal pretreatment is carried out in in

- **Autoclaves**,
- **Pressure cookers or**
- **Double jacketed reactors**;

Dry substrates require the addition of water before treatment.

28

## IV2. Chemical pretreatment

This pretreatment produces saponification and cleavage of the lignin-carbohydrate bonds.

- **Acid pretreatment** is indicated for solubilization of **hemicellulose**,

Concentrated acid or a dilute acid, sulfuric acid commonly used; hydrochloric acid, nitric acid and acetic acid were also used.

- **Alkaline pretreatment** more effective at removing **lignin** (AMON *et al.*, 2007)

The most commonly used alkalis (**sodium, ammonium, calcium and potassium hydroxides**)

29

## IV-3. Biological pretreatment

Biological pretreatment of biomass is based on three main actions:

- **bacterial,**
- **fungal and**
- **enzymatic activity (Proteases, lipases, cellulases).**

**Although enzymes are already present in the digesters when they are produced by digestion microorganisms, an enzyme or enzyme mixture can be added to increase biomass degradation.**

30

## V- POSITION OF CAMEROON

## V-1. Hospitals

### Banso Baptist Hospital (BBH) in Kumbo

The production device is installed a few meters away, protected by a grid. The raw material is the excrement of the septic tanks.

At BBH, the cooks in the canteen, the washing machines, the laboratory equipment, the operating room, the dressing room and others all work with biogas.

**Ad Lucem Hospital in Mbouda** has been leading the way for more than five years.

Etienne Tassé, Dumah Patsa, Biogas in Cameroon - 2004

32

## V-2. Ministry of Water and Energy

**GGC 2047** was introduced in **Cameroon in 2009** through the Ministry of Water and Energy - technical assistance of SNV Cameroon the Dutch cooperation agency.

About **160 bio-digesters** already built in 5 regions of the country and **72 technicians** have been transformed in the years **2010 to 2013**.

Between **2013 and 2015**, SNV, built **164 bio-digesters** that allow households in rural areas of the Adamaoua region (in the northern part of Cameroon) to produce biogas from the cow dung. These investments were made in the framework of the project "**Domestic Biogas in Cameroon**", supported by the Ministry of Energy and Water, according to official sources

This project, which came to an end on June 30, 2015, trained **57 technicians** in the use of bio-digesters in 200 villages in the Adamawa region.

33



Figure 15: GGC 2047 unit

34

### V-3. SABC

**Waste water** from cleaning are treated in modern **biodigester of 1600 m<sup>3</sup>**  
The biogas is burned  
Flow of water is 80 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O/hour.



**Figure 16:** Biodigester model of Waterleau

35

### V-4. HYSACAM

On November 20, 2014, Hygiène et salubrité du Cameroun (Hysacam), which handles ten household waste disposal contracts in Cameroonian towns and cities,



The cities of **Douala and Yaoundé**, each producing between **1,500 and 2,000 tons** of household waste per day, are equipped with biogas capture and treatment plants, a tool to reduce pollution and, in turn, to fight against global warming.

- Yaoundé Nkolofoulou inaugurated in 2011
- Douala PK 10 inaugurated in 2014.

36



**Figure 16 :** Collect and burning unit at HYSACAM Nkolofoulou Yaoundé

37

### Project of HYSACAM

The company plans to **convert gas into electricity**.

Project « Landfill gas and Use» -**Yaoundé Nkolfoulou**. Estimated value: **10 MW** 360 000 t/year.

This gas, after purification, will be routed to heat engines coupled to an alternator. The estimated capacity of this power plant (10 MW) can connect an average of 580 000 households in Yaoundé and its surroundings.

- Gasification Project - **Douala PK 10**. This Project has the same objectives as the "Landfill gas and Use" project of Yaoundé Nkolfoulou. Estimated capacity: **60 MW**-540 000 t / year.
- Biomethanation project in the **Western Region**. Estimated capacity: **2 MW**-75 000 t / year.

38

#### V-6. University of Ngaoundéré, ENSAI

- **Laboratory GETA** (Génie et Technologie Alimentaire)

*Use of Autoclave to conversion of biomass into bioéthanol  
By the team work of **Professor NSO Emmanuel***

- Laboratory Industrial Chemistry & Bioresources (LCIB), team work of **Professor NGASSOUM Martin**

*MICROWAVE PRETREATMENT OF MUNICIPAL WASTES to enhance the yield of biogas production*

*Purification of biogas to improve the calorific value  
- Absorption with Extract of alkali from wood ash  
- Adsorption on clay granulates*

39

#### V-6. University of Ngaoundéré, ENSAI

- Laboratory Industrial Chemistry & Bioresources (LCIB), team work of Professor NGASSOUM Martin

*Production of electricity by biogas with gasoline generator*

*Production of biodiesel by pyrolysis of wood*

*Culture of algae for biodiesel production*

*Investigation of potential of production by restaurant waste in Ngaoundere city*

40



## CONCLUSION

**Biogas is obtained by anaerobic fermentation of organic matter of plant or animal origin.**

**The degradation of organic substances takes place in several stages under the action of bacterial populations**

**Lignocellulosic biomass has a complex internal structure. It contains a number of major components (cellulose, hemicellulose and lignin) which in turn exhibit complex structures.**

**Several pretreatment processes, such as grinding, microwave irradiation, acid / alkali, ultrasonic, biological, improve the biodegradability of biomass by promoting the hydrolysis process.**

41

## RESEARCH & DEVELOPMENT

- ❖ **To Search of enzyme extracts from our bioresources for biomass pretreatment**
  
- ❖ **To develop the production of biodiesel from algae culture**

### References

- Ariunbaatar, Javkhlan, A. Panico, G. Esposito, F. Pirozzi, and Piet NL Lens, *Applied energy* **123**, 143-156 (2014) El-Mashad, M. Hamed, G. Zeeman, Wilko KP van Loon, Gerard PA Bot, and G. Lettinga, *Bioresource technology* **95**, 191-201 (2004)
- Bougrier, Claire, J-P. Delgenes, and H. Carrere. *Process Safety and Environmental Protection* **84**, 280-284 (2006) Haug, T. Roger, D. C. Stuckey, J. M. Gossett, and P. L. McCarty, *Journal (Water Pollution Control Federation)* 73-85 (1978)

### Short biography:



TSATSOP TSAGUE Roli Karole is a young researcher in laboratory of Chemical Industry and Bioresources in ENSAI of university of Ngaoundere. He has a PhD degree in Industrial chemistry and Environment. His domains of interest are bioprocess, formulation, extraction processes, pharmacology. In fact, he worked with the team of research in the use of microwave in the pretreatment of lignocellulosic material to enhance the yield of biogas production.

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

### 30- Optimization of dewatering impregnation soaking process and subsequent drying of mango (*Mangifera indica* L. Moench).

TSOPWO ZENA Christian, JIOKAP NONO Yvette \*

University of Ngaoundere

(\*) Corresponding author e-mail : [jiokapnonoy@yahoo.fr](mailto:jiokapnonoy@yahoo.fr)

#### Abstract

The objective of this work was to determine the optimal conditions of dewatering impregnation soaking process (DISP) and drying that would minimize the loss of nutritional qualities of mango (*Mangifera indica* L.). For this purpose, the response surface methodology was used, with the fruit / volume ratio of DISP solution (1/13 - 1/6 g/ml) as factors; time (120-360 minutes) and Brix (45-65g/100g) for multi-re-sponse optimization of the DISP. Regarding the drying of mangoes pretreated with DISP, the optimization was conducted using factors such as temperature (45-65° C) and time (180-420 minutes). The kinetics of water loss during DISP, performed under optimal conditions, was modeled to obtain more information on mango behavior during DISP. The optimal conditions of DISP were 1/6 (g/ml), 245 minutes and 61.6° B (g/100g) respectively for ratio, time and Brix. This optimal condition provided a water loss of  $47.626 \pm 1.793\%$  (g/100g) and a solute gain of  $6.67 \pm 1.04\%$  (g/100g). The Page, Crank, and Azuara models best describe the behavior of mangos during DII with  $R^2$  all greater than 0.9537 and  $\chi^2$  all lower than 2.4902. With regard to drying, a temperature of 68.3° C at a time of 415 minutes allowed us to have a loss of water of  $62.335 \pm 1.334\%$  (g/100g), a loss of vitamin C of  $47.886 \pm 4.727\%$  and a  $\beta$ -carotene loss of  $49.064 \pm 5.021\%$ . A comparative study between dried mango unpretreated and pretreated was carried out and it appears that pretreatment best preserves the nutritional properties of mango.

**Key words:** mango, optimization, dewatering-impregnation soaking process (DISP), drying, modeling, nutritional qualities.

#### Short biography

My name is TSOPWO ZENA Christian, I started my university education at The IUT in Ngaoundere where I obtained a University Degree in Technology (DUT) in Food and Biotechnology Industries (IAB). After the Bachelor's degree in Sciences of Matter major Chemistry at the Faculty of Science (FS), I continued my university education at the National School of Agro-Industrial Sciences (ENSAI) of the University of Ngaoundéré where I am doing well with a Master Engineering Degree in Agricultural and Food Industries (IAA) and a Master's degree in

Science and Technology in Process Engineering (GP) major Chemical Engineering Applied to Food (GCAA) Currently I am enrolled in the thesis with the aim of refining and applying my acquired knowledge and skills to help solve the problems related to energy spending and nutritional losses during the drying of high-water fruit.

## **31- Presentation of Wilson University-Advanced School of Applied Sciences of Bertoua**

**Paul ZAMBO**

Wilson University Advanced School of Applied Sciences of Bertoua (ESSAB).

Tel.: +237 699 51 77 34 - +237 673 55 19 34

E-mail : [hpzambo@gmail.com](mailto:hpzambo@gmail.com)

### **General information**

Wilson University – Advanced School of Applied Sciences of Bertoua is a private University licensed under the number 18-10080/L/MINESUP/SG/DDS/ESUP/SDA/AOBSB of November 28, 2017 by the Minister of Higher Education to operate in Cameroon, East Region. The aim of the School is to bring to Cameroonian Youths and Corporate appropriate competencies leading to fundamental applied knowledge in various scientific domains.

To achieve its missions, 10 points constitute its vision, as follows:

1. Ensure students scientific training;
2. Training engineers, specialists and researchers : innovators, entrepreneurs, leaders, and citizens of a responsible world ;
3. Sustaining the success and development of all students and favor their transition towards job markets through the School entrepreneurship initiative known as Wilson Enterprise;
4. Recruiting best students and best postdoctoral students;
5. Becoming a Cameroonian reference as far as engineering training is concerned;
6. Revamping and increasing the technological level of teaching;
7. Contributing to Government and Private sector's policies as far as scientific research and techniques are concerned;
8. Promoting, towards teaching of scientific and technological knowledge that will lead to a know-how being able to contribute to the development of economic and industrial of Cameroon and Africa;
9. Promoting measures being able to favor, transmission, valorization and concretization of researches results that can benefit the rural communities and local councils;
10. The School is willing to becoming a focal point of excellence through innovation and production.

### **Academic Structure**

The academic structure of Wilson University-Advanced School of Applied Sciences of Bertoua (ESSAB) is a compound of 07 technical departments, leading to Bachelor and Masters programs as follows:

1. Agronomy (Crop Production, Animal production, Forestry, Rural Engineering);
2. Climatology, Hydrology and Soil Sciences;
3. Renewable Energy
4. Hydraulic and Water resource management;
5. Computer Sciences and Telecommunication;
6. Environnemental Sciences;

7. Social Development Sciences ;
8. Architecture ;
9. Management.

Each department is let by one Chief Department.

Nevertheless, practices or lab equipments remain the main difficult issues at the level of our two campus Bertoua and Abong-Mbang to handle.

We are located in the remote area, the East Region and our students at times are obliged to travel from about 400 km to make some lab test or lab practical's.

The question pending is why we chose a remote area like Bertoua. The answer is to bring knowledge closer to communities. And at the level of this region, as far as literacy is concerned, remain the lowest one as compared to the national level.

So practical and lab equipment in renewable energy knowledge remains our main issue, but we are not afraid to tackle some of those issues eventhough we have to pay for our students to reach those other partner's Institutions labs, like IRAD and IRD and Labogenie.



Dr-ing Paul ZAMBO is the Vice-chancellor of Wilson University Advanced School of Applied Sciences of Bertoua (ESSAB).

Tel.: +237 699 51 77 34 - +237 673 55 19 34

E-mail : [hpzambo@gmail.com](mailto:hpzambo@gmail.com)

## 32- Energy efficiency of photovoltaic plant using RETScreen Expert software

**Martin Kamta**

Department of Electrical Engineering, Electronics and Automation,  
Physics of Solar Cells and Photovoltaic Systems  
National School of Agro-Industrial Sciences, University of NGAOUNDERE  
Corresponding author : [martinkamta@gmail.com](mailto:martinkamta@gmail.com)

### Abstract

Doing more with less energy consumption is a current challenge in the secondary and tertiary sectors. Indeed, improving energy efficiency whenever possible should be a top priority, as it is an essential step for ensuring long-term cost savings. We are therefore interested in the student's know-how on technologies that optimize the energy efficiency of a given photovoltaic installation.

### Short biography



**Prof. Kamta Martin** obtained two doctorates in physics of semiconducting materials in 1989 and 1998 respectively. These thèses were carried out at the Louis Pasteur University of Strasbourg, France. He is currently an Associate Professor at the University of Ngaoundere, Cameroon. His main areas of research are the physics of solar cells and photovoltaic systems. He is author of several scientific papers related to semiconducting materials, electronics, solar cells and photovoltaic systems. He teaches courses

of electronics, sensors, solar energy and photovoltaic systems. He is currently the head of thematic section "Solar Energy" of the Cameroon Physical Society and the focal point of ANSOLE at the University of Ngaoundere, Cameroon. Prof. Kamta Martin has designed and installed several photovoltaic mini plants and solar pumping system with low cost. He has also rehabilitated several small and medium-sized processing units of agricultural products. Contact : [martinkamta@gmail.com](mailto:martinkamta@gmail.com)

### 33- Gestion d'énergie pour un système d'énergie photovoltaïque autonome

#### Energy management for an autonomous photovoltaic energy system

FONOU Serge Maxime<sup>a</sup>, KAMTA Martin<sup>a</sup>, ZEKENG Serge Sylvain<sup>b</sup>, KASSMI Khalil<sup>c</sup>

<sup>a</sup>University of Ngaoundéré (ENSAI), Ngaoundéré, Cameroon ;

<sup>b</sup>University of Yaoundé I (Faculty of Sciences), Yaoundé, Cameroon;

<sup>c</sup>Mohamed first University (Faculty of Sciences), Oujda, Maroc

[sergesmaxime@yahoo.fr](mailto:sergesmaxime@yahoo.fr) ; [martin\\_kamta@yahoo.fr](mailto:martin_kamta@yahoo.fr)

#### Résumé :

Il est bien connu que la source photovoltaïque reste intermittente, car elle dépend de conditions météorologiques variables. Afin de remédier à cet inconvénient dans le cas d'un système photovoltaïque autonome, une batterie solaire est souvent utilisée [1 -2]. Cependant, le point noir d'un système photovoltaïque à batterie est la garantie de leur durée de vie selon les prévisions du fabricant [3]. Cette durée de vie est incertaine lorsque le système d'énergie photovoltaïque autonome est supervisé par les utilisateurs. Dans cet article, un algorithme de supervision d'une source d'alimentation photovoltaïque a été développé et simulé dans l'environnement MATLAB / Simulink afin de le rendre transparent pour les utilisateurs.

**Mots-clés:** Système à microcontrôleur, Système photovoltaïque autonome, Simulation numérique, Gestion de l'énergie photovoltaïque.

#### Abstract:

It is well known that the photovoltaic source remains intermittent, since it depends on variable weather. In order to overcome this inconvenient in the case of autonomous photovoltaic system, a solar battery is often used [1 -2]. However, the black dot of a photovoltaic system with battery is the guarantee of their lifetime according to manufacturer's forecast [3]. This lifetime is uncertain when the autonomous photovoltaic energy system is supervised by users. In this paper, a supervising algorithm of a photovoltaic power supply source has been developed and simulated in MATLAB/Simulink environment for making it transparent to the users.

**Keywords:** Microcontroller system, Autonomous photovoltaic system, Numeric simulation, Management of photovoltaic energy.

# INTRODUCTION

## CONTEXT

- Any photovoltaic power system is an intermittent source of energy since it depends on variable weather conditions.
- The power of the photovoltaic module is influenced by temperature and irradiance.

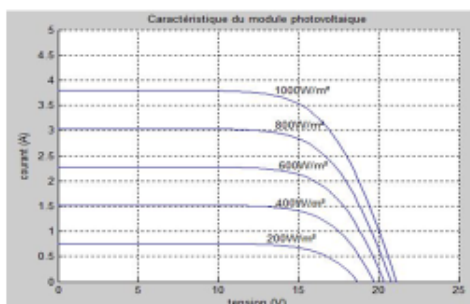


Figure1: Voltage characteristic of a PV module at constant temperature (25 °C) depending on the illuminance

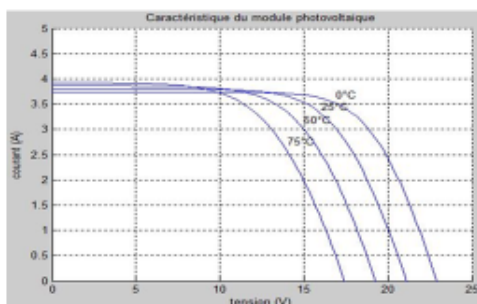


Figure2: Voltage current characteristic of a PV module with constant illumination according to the temperature

In Continuous Power Mode and for use during the night, the photovoltaic panel is associated with a storage battery. We have a photovoltaic system with battery

3

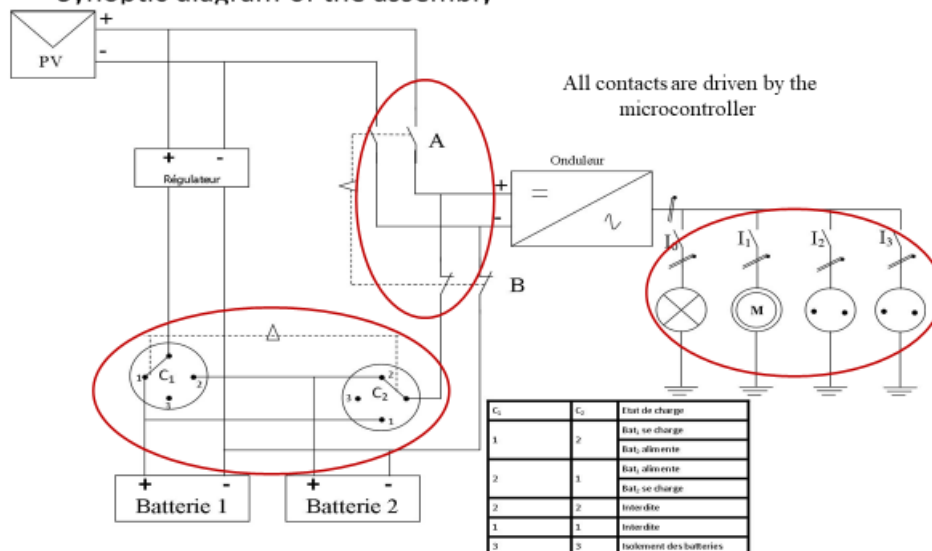
## MATERIAL AND METHODS

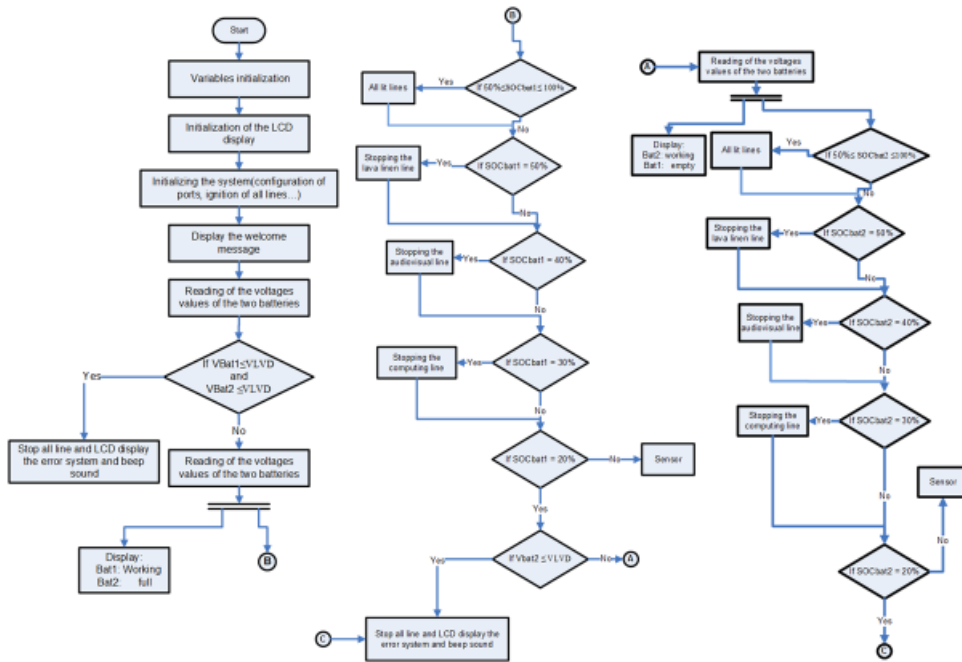
### MATERIAL

Softwares: PROTEUS; MIKRO C; Matlab/Simulink -R2014a.

### METHODS

Synoptic diagram of the assembly





Flowchart of accumulators discharge

5

**RESULTS OBTAINED**

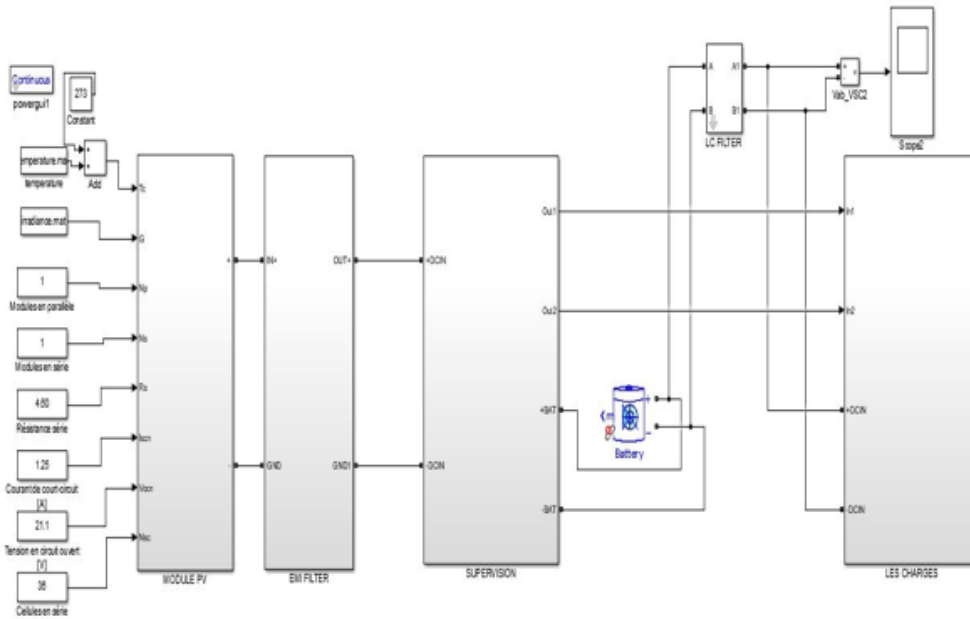


Figure 6: Simulink block diagram of the supervision system. (Simulated supervision system based on experimental irradiance and temperature data)



## RESULTS OBTAINED

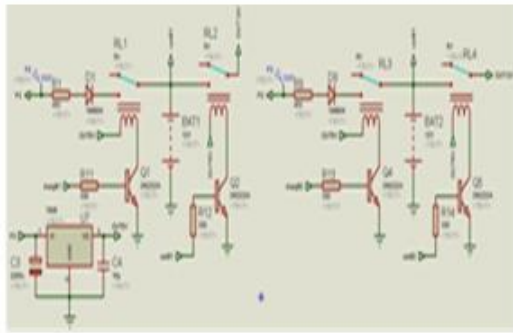


Figure 3 : Electronic diagram of the supply circuit

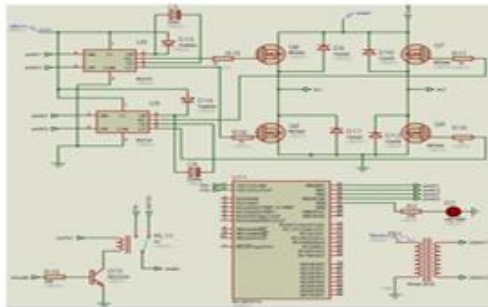


Figure 4: Diagram of the inverter controlled by the microcontroller U11 PIC16F877A

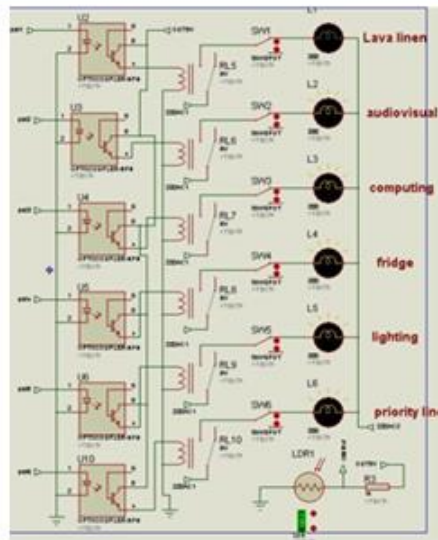


Figure 5: Circuit of the switches

7

## RESULTS ET OBTAINED

### ❑ Realization of the supervision electronic card



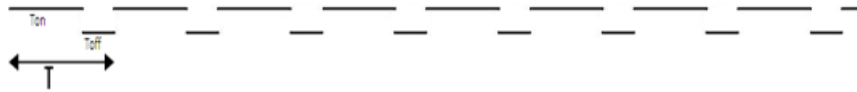
Photo 1 : Photo of the supervision electronic card

8

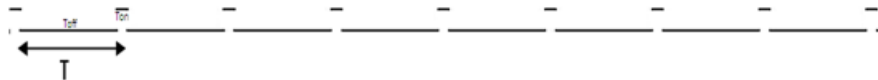
## RESULTATS OBTENUS

### Different charging signals of accumulators

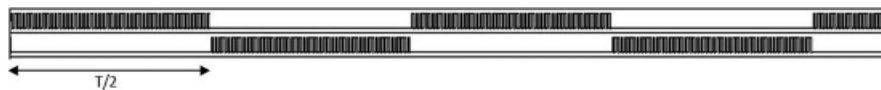
- Signals PWM of charging at D=70%



- Signals PWM of charging at D=10%



- Signals of the MLI command of the inverter



9

## RESULTS OBTAINED

### - The truth table of PV power management / batteries

The following table presents the truth table for PV power management / batteries. The "1" means that the device is in operation, "0" means that the device is off, "x" means that the device can be turned on or off.

Tableau 1 :The truth table of PV power management / batteries

Section Battery Park			Operating mode		Load shedding					
C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Comments	Day	Night	I <sub>5</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>0</sub>
1	2	Battery 1 is charging	1	0	1	1	1	1	1	1
		Battery 2 supplied	0	1	X	X	X	1	1	1
2	1	Batterie 2 is charging	1	0	1	1	1	1	1	1
		Batterie 1 supplied	0	1	X	X	X	1	1	1
2	2	Forbidden	/	/	/	/	/	/	/	/
1	1	Forbidden	/	/	/	/	/	/	/	/
3	3	Isolation of batteries	1	0	1	1	1	1	1	1
			0	1	0	0	0	0	0	0

## CONCLUSION

During this work, we designed and simulated a photovoltaic energy management microcontroller system to power a habitat with several lines of priorities.

According to the results obtained, this system is well suited for the management of photovoltaic energy without involving the user in its operation and ensures a long life to the storage battery.

### Références :

- [1] Lila Croci, 'Gestion de l'Energie Dans un Système Multi-Sources Photovoltaïque et Eolien avec Stockage Hybride Batteries / Supercondensateurs' Thèse de Doctorat en Automatique, Université de Poitiers 2013
- [2] Mouna Abarkan 'Modélisation et Analyse du Comportement d'un Bâtiment équipé d'un Système Multi Source d'Energie' Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille et Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 10 Mars 2015.
- [3] Jamal A. and Rassau A. 'Impact of energy management system on the sizing of a grid-connected PV/ battery system' The Electricity Journal, ELSEVIER, 2018

### Short biography



**FONOU Serge Maxime** obtained a B. Sc. Degree in Electronics, Electrical Engineering and Automatic in 2009, M.Sc. degree in Electronics, Electrical Engineering and Automatic in 2012 at the University of Ngaoundere, Cameroon. He is following studies in PhD degree in Electrical Engineering at the National School of Agro-Industrial Sciences, University of Ngaoundere, Cameroon. His main range of scientific interests is the physics of solar cells and systems. M. Serge Maxime FONOU is an active member of the "Cameroon Physical Society" (CPS).

Contact: [sergesmaxime@yahoo.fr](mailto:sergesmaxime@yahoo.fr)

## 34- Investigating the Influence of Presence or Absence of Nutrients from a Biogas Plant on Microalgae Groth and Biodiesel Yield

KAMENI Romario J.\*, NGASSOUM Martin B.

Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industruelles

[thebigmechine@gmail.com](mailto:thebigmechine@gmail.com)

### Résumé :

De nos jours, les problèmes énergétiques (rareté des sources fossiles et augmentation de la consommation d'énergie) et les problèmes environnementaux (pollution, concentration de dioxyde de carbone dans l'atmosphère) nous amènent à penser à de nouvelles sources autres que les sources fossiles pour la production d'énergie. A cet effet, une nouvelle forme de bioénergie dite de troisième génération a été développée en utilisant des microalgues comme sources de production de biodiesel offrant une alternative plus sérieuse pour ne pas poser de problèmes de coûts, de société et de collecte comportant la première et la seconde génération d'énergie. Dans cette étude principale, nous déterminons l'influence de la présence ou de l'absence d'éléments nutritifs provenant du digesta d'une unité de biogaz sur la croissance des microalgues et le rendement en huile. Pour cela, nous avons déterminé l'effet de la pénurie d'éléments nutritifs sur le rendement en biomasse et en huile, puis nous avons déterminé l'influence des éléments nutritifs sur la réactivation de la biomasse après la récolte. Les algues d'un étang contaminé par les effluents du lisier de Ngaoundéré sont un mélange de trois espèces, *Gyrosigma acuminatum*, *Chlorella vulgaris* et *Pondorina sp.* La biomasse accumulée dans la production est de 8,6 g / ml en présence d'inoculum et de nutriment contre 3,7 mg / ml en présence d'inoculum uniquement. La technique par micro-ondes a été utilisée pour l'extraction de l'huile et donne un rendement de 70 mg / g de biomasse sèche. Cette étude indique que la croissance des microalgues est meilleure lors de la reconstitution chaque semaine du milieu avec le nutriment et l'inoculum après chaque récolte.

**Mots-clés:** biodiesel, biomasse, extraction.

### Abstract

Nowadays, the energy problems (scarcity of fossil sources and increase of energy consumption), and environmental problems (pollution, concentration of carbon dioxide in the atmosphere) lead us to think of new sources other than fossil sources for the production energy. To this effect a new form of e bio energy said e of third generation was developed using in microalgae as sources of production biodiesel offering a more serious alternative for n e poses no problems of cost, society to, and collection that have the first and second energy generation. In this head study we determine the influence of the presence or absence of nutrients from digesta of a biogas unit on the growth of microalgae and oil yield. For this we have determined the effect of nutrient scarcity on biomass yield and of oil, then we determined the influence of nutrients on the reactivation of biomass after harvest. The algae from a pond contaminated by Ngaoundéré *slurry* effluent are a mixture of three species *Gyrosigma acuminatum*, *Chlorella vulgaris* and *Pondorina sp.* Production accumulated

biomass is 8,6 m g / ml in presence of inoculum and nutrient against 3.7 m g / ml in presence of inoculum only. The microwave technique was used for the extraction of the oil and gives a yield of 70m g / g of dry biomass. This study provides the growth of microalgae is better when replenishes every week the middle with the nutrient and inoculum after each harvest.

**Keywords:** biodiesel, biomass, extraction.

## 35- Production of Azadirachta Indica Oil Biodiesel by Heterogeneous Catalysis Combined with Microwave

MADJIYAM MBAINAM L., NGASSOUM Martin B.  
*Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles*  
E-mail: [madjiyam@gmail.com](mailto:madjiyam@gmail.com)

### Résumé :

La production du biodiesel en carburant alternatif est une solution pour résoudre le problème de l'émission et l'accumulation des gaz à effet de serre produit par les énergies fossiles. Au Tchad, le Neem a été planté dans le cadre de lutte contre la désertification et devient donc une source potentielle de bioressource dont les tonnes de graines sont perdues chaque année. Cependant, la production du biodiesel nécessite des catalyseurs appropriés et des systèmes de chauffage moins énergivores. L'objectif de ce travail c'est de développer un catalyseur à base des déchets d'os d'abattoir et de déterminer les conditions optimales de synthèse du biodiesel assistée par un chauffage aux micro-ondes. Trois types de catalyseurs ont été préparés par différents traitements thermiques. Pour la synthèse du biodiesel un plan composite centré à quatre facteurs (temps, ratio huile/méthanol, puissance, masse du catalyseur) a été utilisé. Il ressort de cette étude que le catalyseur traité à 900°C et lavé à l'eau distillée présente la meilleure surface spécifique (52m<sup>2</sup>/kg). Les conditions optimales de la transestérification sont obtenues pour le ratio 6 :1, la puissance de 700W, le temps de 60 secondes, le pourcentage du catalyseur de 0.25% pour un rendement de 65.06%. Le biodiesel à base d'huile de neem peut être produite en un temps court grâce aux technologies micro-onde avec un catalyseur disponible dans notre environnement.

### Abstract

The production of biodiesel as an alternative fuel is a solution to solve the problem of the emission and accumulation of greenhouse gases produced by fossil fuels. In Chad, Neem has been planted as part of the fight against desertification and thus becomes a potential source of bioresource whose tons of seeds are lost each year. However, the production of biodiesel requires appropriate catalysts and more energy efficient heating systems. The objective of this work is to develop a catalyst based on slaughterhouse bone waste and to determine the optimal conditions for synthesis of biodiesel assisted by microwave heating. Three types of catalysts have been prepared by different heat treatments. For the synthesis of biodiesel, a composite plan centered at four factors (time, oil / methanol ratio, power, mass of the catalyst) was used. It emerges from this study that the catalyst treated at 900 ° C. and washed with distilled water has the best specific surface area (52 m<sup>2</sup>/kg). The optimal conditions for transesterification are obtained for the ratio 6: 1, the power of 700W, the time of 60 seconds, the percentage of the catalyst of 0.25% for an optimum yield of 58.06%. Biodiesel based on neem oil can be produced in a short time using microwave assisted technologies with a catalyst available in Africa environment.

**Keywords :** Neem, microwave, Biodiesel, os

## References

- Leung DYC, Wu X, Leung MKH. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. Applied Energy 2010; 87:1083–95
- SCHMUTTERER, H., (eds.), The Neem Tree, *Azadirachta indica* A. Juss and other Meliaceous plants. Weinheim(1995).
- Muralidharan N G, Ranjitha J, Microwave assisted biodiesel production from dairy waste scum oil alkali catalysts. International Journal of ChemTech Research, (2015)

## Short biography



**MADJIYAM MBAINAM Laetitia** is a student in master 2 waiting for the defense at the National School of Agro-Industrial Sciences of the University of Ngaoundere. Option industrial chemistry and environment.

Contact: [madjiyam@gmail.com](mailto:madjiyam@gmail.com)

## 36- Study of the thermal performance of a variable air flow PVT system: application on an indirect solar dryer

Mouma Dago Dora Judith<sup>1</sup>, Guy Bertrand Tchaya<sup>2</sup>, Martin Kamta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National School of Agro-Industrial Sciences, University of Ngaoundere,

<sup>2</sup>National Polytechnic School of Maroua, University of Maroua

[dorajudith6@yahoo.com](mailto:dorajudith6@yahoo.com)

### Résumé :

Nous présentons dans cet ouvrage une série de tests expérimentaux réalisés sur deux modules solaires photovoltaïques d'une surface de capture de 0,66 m<sup>2</sup> chacun. Nous avons construit l'un des modules pour former un PVT auquel il a été soumis à une convection forcée et l'autre à une convection naturelle. Le module PVT a été conçu au laboratoire des énergies renouvelables de Maroua. Les paramètres expérimentaux complets comprennent la mesure du rayonnement solaire global, la vitesse du vent, la température ambiante, la température de l'air à la sortie, la température de surface du PVT ainsi conçu et le module de contrôle PV. Afin d'optimiser les performances thermiques, le module PVT a été rempli de son air dynamique avec une rugosité artificielle telle que des déflecteurs. Les modules solaires étaient orientés au sud et inclinés à un angle de 15 ° C. L'objectif étant d'extraire le surplus de température de surface des modules afin de réduire l'effet de la thermalisation, et donc d'accroître le rendement électrique des panneaux, les tests ont été réalisés à différentes vitesses d'air de 2,8 m / s, 2 m / s, 1,2 m / s et enfin sans ventilation. Les résultats expérimentaux ont montré que, pour une vitesse de 1,2 m / s, on obtenait un gain de température d'environ 7 ° C et une température de sortie de 51,2 ° C utilisables à des fins de séchage.

**Mots clés:** systèmes PVT, séchoir solaire, transfert de chaleur, gain de température.

### Abstract

We present in this work, a series of experimental tests carried out on two photovoltaic solar modules with a capture area of 0.66 m<sup>2</sup> each. We built one of the modules to form a PVT to which it was subjected to forced convection and the other to a natural convection. The PVT module was designed at the Renewable Energy Laboratory in Maroua. The complete experimental parameters include global solar radiation measurement, wind speed, ambient temperature, outlet air temperatures, surface temperatures of the PVT thus designed and PV control module. In order to optimize thermal performance, the PVT module has been filled in its dynamic air void with artificial roughness such as baffles. The solar modules were oriented south facing inclined at an angle of 15 °C. the goal being to extract the surplus surface temperature of the modules to reduce the effect of thermalization, and thus increased the electrical efficiency of the panels, the tests were made with different air speeds of 2.8m / s, 2m / s, 1.2m / s and finally without ventilation. Experimental results have shown that for a 1.2m / s speed, a temperature gain of about 7 °C is obtained and an outlet temperature of 51.2 °C which can be used for drying purposes.

**Key words:** PVT systems, solar dryer, heat transfer, temperature gain.



**ETUDE DE LA PERFORMANCE THERMIQUE D'UN SYSTEME PVT A FLUX D'AIR VARIABLE : application sur un séchoir solaire indirect.**

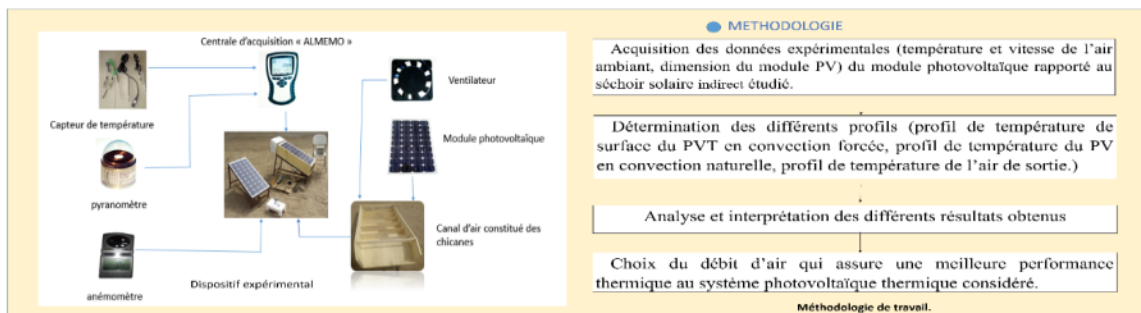
MOUMA DAGO Dora Judith<sup>1</sup>, TCHAYA Guy Bertrand<sup>2</sup>, KAMTA Martin<sup>2</sup>

1- Ecole nationale supérieure des sciences agro-industrielles / Université de Ngaoundéré  
2- Ecole nationale supérieure polytechnique de Maroua / Université de Maroua  
e-mail: dorajudith@yahoo.com

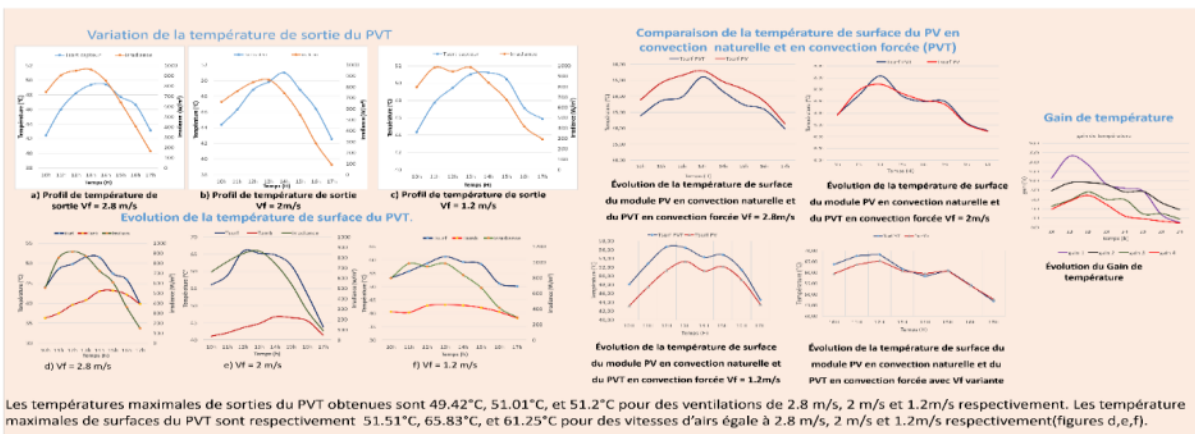
**Résumé :** Nous présentons dans ce travail, une série de tests expérimentaux menés sur deux modules solaires photovoltaïques d'une surface de captation de 0.66 m<sup>2</sup> chacun. Nous avons encastré un des modules pour ainsi constituer un PVT auquel il a été soumis à une convection forcée et l'autre à une convection naturelle. Le module PVT a été conçu au laboratoire des énergies renouvelables de l'école nationale supérieure polytechnique de Maroua. Les paramètres expérimentaux complets comprennent la mesure du rayonnement solaire global, la vitesse du vent, la température ambiante, la température de l'air de sortie, les températures de surface du PVT conçu et du PV module témoin. Afin d'optimiser les performances thermiques, le module PVT a été garni dans sa vaine d'air dynamique de rugosités artificielles telle que les chicanes. Les modules solaires ont été orientés face sud inclinés d'un angle de 15°. Le but étant d'extraire le surplus de température de surface des modules pour réduire ainsi l'effet de thermalisation, et ainsi augmenter le rendement électrique des panneaux. Les tests ont été faits avec différentes vitesses d'air soit 2.8m/s, 2m/s ;1.2m/s et enfin sans ventilation. Les résultats expérimentaux ont montré que pour une vitesse de 1.2m/s, on obtient un gain optimal de température d'environ 7°C et une température de sortie égale à 51.2°C qui peut être utilisable pour des fins de séchage.

**Mots clés :** systèmes PV/T, séchoir solaire, transfert thermique, gain de température, système de ventilation

**PRESENTATION DU MATERIELS**



**RÉSULTATS ET DISCUSSION**



Les températures maximales de sorties du PVT obtenues sont 49.42°C, 51.01°C, et 51.2°C pour des ventilations de 2.8 m/s, 2 m/s et 1.2m/s respectivement. Les température maximales de surfaces du PVT sont respectivement 51.51°C, 65.83°C, et 61.25°C pour des vitesses d'airs égale à 2.8 m/s, 2 m/s et 1.2m/s respectivement(figures d,e,f).

**CONCLUSION**

Nous avons obtenu un gain de 15.30°C et une température de sortie égale 59.15°C en cas de non ventilation du système. Et pour une ventilation optimale du système soit 1.2m/s nous obtenons un gain de 7°C et une température de sortie égale à 51.2°C qui est une température favorable au séchage des feuilles et des fruits de faible teneur en eau.

**Références bibliographiques**

[1] A. Tiwari, M. S. Sodha, A. Chandra, « Performance evaluation of photovoltaic / thermal solar air collector for composite climate of India », Journal of Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 90, 2006.  
[2] J. K. Tonui, Y. Tripanagnostopoulos, Improved PV/T solar collectors with heat extraction by forced or natural air circulation, Renewable Energy 32, 623–637, 2007.  
[3] A.B. Ahmer Baloch, M.S. Haitham Bahaidarah, P. Gandhidasan, A. Fahad, Experimental and numerical performance analysis of a converging channel heat exchanger for PV cooling, Energy Conversion and Management 103, 14–27, 2015.

**Short biography**



Jeune camerounaise diplômée d'une licence en physique option mécanique et matériaux mais très passionnée des énergies renouvelables, ce qui me pousse d'ailleurs à poursuivre mes études dans le domaine de l'énergétique pour ainsi orienter mes travaux de recherches de master vers les énergies renouvelables. Occupant le poste de vice-présidente au sein du club physique de l'Université de Ngaoundéré en 2015, ce club avait pour objectif de valoriser les sources d'énergies. C'est donc là que naît ma passion pour les énergies. De mon point de vu, je pense que l'énergie solaire pourrait être une richesse estimable pour les pays africains et contribuerait ainsi à notre développement vue notre potentiel solaire

### **37- Mise sur pied d'une usine de fabrication d'emballages biodégradables entièrement alimentée par un couplage d'énergie photovoltaïque et d'énergie biomasse dans la région de l'Adamaoua.**

**Tatiana Péroline NGASSAM<sup>1</sup>, César KAPSEU<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Université de Ngaoundéré, Cameroun Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-alimentaires,  
Département de Génie des Procédés Email : tpngassam@gmail.com ; Tel : (237) 699351981

#### **Résumé :**

Depuis l'interdiction de l'utilisation de l'emballage plastique non-biodégradable par l'arrêté ministériel conjoint N° 004/ Minepded/Mincommerce du 24 octobre 2012 portant réglementation de la fabrication, de l'importation et de la commercialisation des emballages non-biodégradables par le gouvernement camerounais, les populations, les commerçants à l'étalage, les start-uppeurs et les entrepreneurs œuvrant dans le domaine de l'agro-industrie par exemple souffrent tous d'un réel problème de conditionnement et donc d'emballage. En outre, le coût de consommation énergétique (ENEO) des appareils destinés à la confection et à la production de ces emballages est très élevé, entraînant pour ces derniers un prix largement supérieur après fabrication à celui des emballages usuels. N'étant alors pas à leur portée, certains commerçants se sont tournés vers ce qu'on pourrait appeler emballage de secours. Nous avons d'une part les commerçants de viande braisée (soya de chèvre, de boeuf, de porc, du poisson...), de viande séchée (kilichi), de beignets dans les cantines universitaires et les beignétariats du coin ou encore les commerçants de pain dans les boutiques et même dans les boulangeries qui servent leurs produits dans des papiers truffés d'encre, des papiers issus des sacs de ciment ou des sacs de farine. Les commerçants de poissons et de porcs braisés quant à eux utilisent encore des plastiques non biodégradables pour satisfaire leurs clientèles. Notons pour ces derniers que les produits servis sont soit sortis directement de l'atmosphère chaude de la braise, soit d'une huile bouillante ce qui va à l'encontre de la protection de l'environnement tout en causant chez leurs clientèles des maladies telles que des cancers. D'où le problème de l'insécurité alimentaire et de pollution de l'environnement au Cameroun. Pour pallier à ce déficit, la mise sur pied d'une usine entièrement alimentée par un couplage d'énergie photovoltaïque et d'énergie éolienne est notre objectif, avec comme spécificité de concevoir des emballages biodégradables, adaptés à l'aliment qu'il devrait contenir et à la portée de tous.

**Mots clés :** Energie Photovoltaïque, Energie Eolienne, Emballage Biodégradable, Sécurité alimentaire, Pollution de l'environnement.

#### **Abstract**

Since the ban on the use of non-biodegradable plastic packaging by Joint Ministerial Order No. 004 / Minepded / Mincommerce of 24 October 2012 regulating the manufacture, import and marketing of non-biodegradable packaging -biodegradable by the Cameroonian government, populations, shopkeepers, start-ups and entrepreneurs working in the agribusiness sector, for example, all suffer from a real problem of packaging and therefore packaging . In addition, the cost of energy consumption (ENEO) devices for the manufacture

and production of these packaging is very high, resulting for them a much higher price after manufacture than the usual packaging. Not being within their reach, some traders turned to what might be called emergency packaging. We have traders of braised meat (goat, beef, pork, fish, etc.), dried meat (kilichi), donuts in university canteens and donut shops in the area, as well as merchants from the region. Bread in the shops and even in the bakeries that serve their products in ink-filled papers, papers from cement sacks or sacks of flour. Traders of braised fish and pigs still use non-biodegradable plastics to satisfy their customers. Note for the latter that the products served are either directly out of the hot atmosphere of embers, a boiling oil that goes against the protection of the environment while causing their customers diseases such than cancers. Hence the problem of food insecurity and environmental pollution in Cameroon. To overcome this deficit, the establishment of a plant fully powered by a coupling of photovoltaic energy and wind energy is our goal, with the specificity of designing biodegradable packaging, adapt to the food that it should contain and within the reach of all.

**Keywords:** Photovoltaic Energy, Wind Energy, Biodegradable Packaging, Food Safety, Environmental pollution.

#### Short biography



**NGASSAM Tatiana Péroline**, has a Bachelor Degree in chemistry mention material sciences. She is also Master Student at the Department of Process Engineering at the National Advanced School of Agro Industrial Sciences/The University of Ngaoundéré, Cameroon. His research activities are focused on the modelisation of Biodegradable food Packaging for dried meat. Miss Tatiana Péroline NGASSAM is an active member of the “African Network for Solar Energy” (ANSOLE) with two projects in the

renewables Energies and member of SACS AFRICA.

Contact: [tpngassam@gmail.com](mailto:tpngassam@gmail.com)



## MISE SUR PIED D'UNE USINE DE FABRICATION D'EMBALLAGES BIODEGRADABLES ENTIEREMENT ALIMENTEE PAR UN COUPLAGE D'ENERGIE PHOTOVOLTAÏQUE ET D'ENERGIE BIOMASSE DANS LA REGION DE L'ADAMAOUA.



Tatiana Péroline NGASSAM<sup>1</sup>, César KAPSEU<sup>1</sup>, MOHAMADOU ABBO FODOUE<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Université de Ngaoundéré, Cameroun Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-alimentaires, Département de Génie des Procédés ;  
<sup>2</sup> Délégué Régional de la CCIMA (Chambre de Commerce de l'Industrie des Mines et de l'Artisanat) pour la Région de l'Adamaoua.



### INTRODUCTION

L'emballage ou le conditionnement constitue une étape importante dans la transformation du produit, allant de la facilité de manutention lors du transport, du stockage jusqu'à la distribution. Il assure une protection adéquate du produit contre les contaminations extérieures et contre l'humidité de l'air. L'emballage doit alors être approprié aux produits à emballer, solide, propre, sec, imperméable, facile à manipuler et empilable (FAO 2017). Avec l'interdiction de l'utilisation de l'emballage plastique non-biodégradable par l'arrêté ministériel conjoint N° 004/ Minepced/Mincommerce du 24 octobre 2012 portant réglementation de la fabrication, de l'importation et de la commercialisation des emballages non-biodégradables, l'intérêt pour la fabrication des emballages biodégradables n'est plus à démontrer. En outre, La Terre reçoit en une heure plus d'énergie solaire que la population mondiale n'en consomme en toute une année d'une part. Presque tous les pays en développement ont un énorme potentiel en énergie solaire; la majeure partie de l'Afrique, par exemple, compte environ 325 jours de fort ensoleillement par an, recevant en moyenne, plus de 6 kWh d'énergie par m<sup>2</sup>/j. d'autre part, les rucs sont encombrées d'ordures ménagères (biomasse) polluant ainsi santé humaine et environnement. Il est donc question de développer des nouveaux modes de conditionnement par la fabrication des emballages biodégradables à partir des ressources naturelles et des installations entièrement alimentées par énergie renouvelable (solaire et biomasse), ceci dans la perspective d'un environnement propre couplé d'une alimentation saine pour un développement durable.

### Problématique

Manque d'emballage : insécurité alimentaire au Cameroun et pollution de l'environnement.

#### Objectif Général:

Mettre sur pied une usine entièrement alimentée par un couplage d'énergie photovoltaïque et d'énergie biomasse pour la conception d'emballages biodégradables.

#### Objectifs spécifiques :

- ✓ Participer à l'assainissement de la ville de Ngaoundéré
- ✓ Sensibiliser les populations quant à l'usage d'emballages inappropriés pour les divers aliments vendus sur les marchés ou cuits dans les ménages
- ✓ Mettre sur pied des emballages biodégradables adéquats.

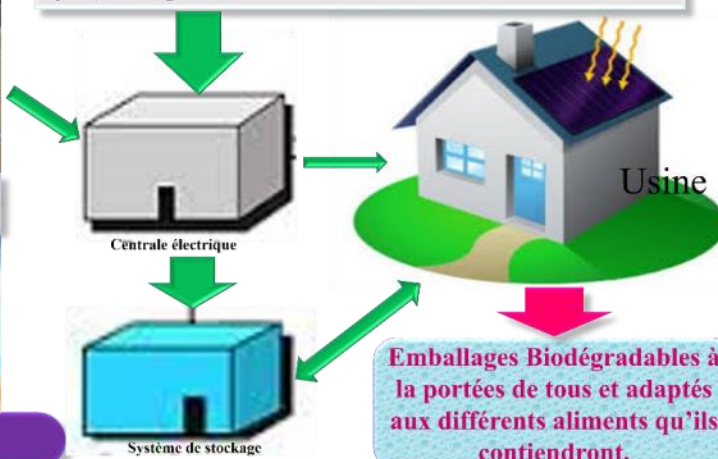
### MÉTHODOLOGIE



NGASSAM, T., P., (2018) emballages actuels, Bini Ngaoundéré



NGASSAM, T., P., (2019) déchets ménagés, 3 sites à moins de 500m de rayon, Bini Ngaoundéré



### CONCLUSION



L'Afrique regorge d'énormes ressources en énergie renouvelable. L'exploitation de ce fort potentiel couplée à l'abondance de la Matière première que regorge également l'Afrique permettra de palier au déficit d'emballages qui mine les entreprises et les entrepreneurs œuvrant dans le secteur de l'agro-alimentaire au Cameroun. Ce qui rendrait alors leurs produits compétitifs sur le marché national et même international.



## 38- Le recyclage et la récupération des matériaux à partir d'un module PV usagé

**Ahmed Ali Kabir**

Université de N'Djamena (Tchad)

Tel : +235 66233758

Courriel : aakabir17@gmail.com

### Résumé :

La Technologie Photovoltaïque (PV) est utilisée globalement pour fournir d'énergie fiable et rentable dans les secteurs du développement (industriel, agricole, commercial, résidentiel etc.) et aussi bien dans d'autres applications. La durée moyenne de la vie d'un module PV peut être prévue à 10 ans. Au futur, l'élimination de module PV posera un problème en raison de l'augmentation constante de la production des modules PV. Les cellules solaires en silicium cristallin (C-Si) sont constituées des éléments suivants, par ordre de masse : boîte de jonction, cadre d'Aluminium, verre, feuille de protection Tedlar, couche transparente EVA, cellule PV et boulons d'assemblage. Les modules PV affrontent une dégradation. La cause de la dégradation et de la défaillance des modules PV sont liées à la pénétration d'eau ou au stress thermique. Les indicateurs de la défaillance d'un module PV comprennent : La délamination de l'encapsulation du module, détérioration du revêtement antireflet, décoloration d'EVA, bris de verre, court-circuit, point chaud, défaillance de diode Bypass. D'un point de vue économique, le silicium pur, recyclé à partir de panneaux PV, est le matériau le plus précieux utilisé. La récupération de silicium pur à partir d'un module PV endommagé peut générer des avantages économiques et environnementaux. Trois processus ont été suivis pour récupérer les matériaux d'un module PV usagé à savoir : Le processus mécanique, le processus thermique et le processus chimique. Le processus chimique est l'étape la plus importante dans le recyclage. Dans le cas de C-Si, une série de processus de gravure ont été effectués :  $HNO_3$  (65%) pour récupérer l'argent (Ag), le  $KOH$  (30%) pour le relèvement de l'aluminium (Al) et le  $HF$  (40%) pour la récupération du silicium (Si).

**Mots clés :** Technologie Photovoltaïque, module PV, cellules solaires, recyclage

### Short biography

**Ahmed Ali Kabir**, est Enseignant-chercheur à l'Université de N'Djamena, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées (FSEA), Département de Physique. depuis 2012. De 2009-2012 il était Enseignant-chercheur à l'Université de N'Djamena, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées (FSEA), Département des Technologies. En 2018, il obtient un Master de Science au Département de Physique Université de Lucknow, Uttar Pradesh, Inde. M.Sc (1er Division) en technologies des énergies renouvelables. Il est inscrit en thèse de Doctorat PhD. en 2019.

**AHMED ALI KABIR**

**Université de N'Djamena, FSEA, Département de Physique**

**Tel : (+235) 66233758/95278246**

**Email : aa\_kabir78@yahoo.fr**

---

*N'Djamena le 22 Octobre 2019*

*A*

Responsable de l'Agence Universitaire de la Francophonie  
Bureau de Ngaoundéré, Cameroun.

**Objet : lettre de remerciements**

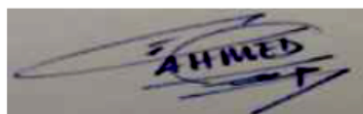
Madame, Monsieur,

Je me permets de vous envoyer cette lettre pour vous remercier pour l'invitation à faire-part à la 6<sup>e</sup> conférence sur les énergies renouvelables tenue du 14 au 15 Octobre 2019 à l'Université de Ngaoundéré (Cameroun). C'était une chance pour moi d'avoir pu échanger avec vous et avec tous les autres invités, je vous suis infiniment reconnaissant.

Que cela soit dans le domaine de recherche scientifique ou sur le plan professionnel je serai heureux d'avancer avec vous, et vous me trouverez toujours à vos côtés dans tous les projets que vous envisagerez.

Je vous remercie encore pour l'invitation.

**KABIR**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'AHMED ALI KABIR', with some scribbles and a horizontal line underneath.

# CÉRÉMONIE DE CLÔTURE

## 6<sup>ème</sup> conférence ANSOLE sur les énergies renouvelables

Thème : « Energies Renouvelables pour la Sécurité Energétique en Afrique »

Du 14 au 15 octobre 2019 à l'Université de Ngaoundéré, Cameroun

### COMMUNIQUÉ FINAL

1. Les participants, réunis à Ngaoundéré du 14 au 15 octobre 2019, tiennent à remercier l'Université de Ngaoundéré pour la tenue de la 6<sup>e</sup> conférence ANSOLE CAM sur les énergies renouvelables ainsi que le Ministère de l'Enseignement Supérieur ; pour leur soutien multiforme. Ces remerciements vont également à l'école nationale supérieure des sciences agro industrielles, à la faculté des sciences, à l'institut universitaire de technologie, à l'école de génie chimique et d'industrie minérale, à l'Agence Universitaire de la Francophonie et aux partenaires allemands.

La dite conférence a regroupé plus de 55 acteurs des énergies renouvelables dans le même objectif : la promotion et la valorisation de l'énergie solaire, éolienne, bio massique, hydraulique et de l'esprit d'entreprise.

2. Les échanges denses et nourris ont permis à tous les participants (universitaires, chercheurs, opérateurs économiques, représentants d'organisations professionnelles et d'Organisations Non Gouvernementales –ONG et des partenaires internationaux) de se rendre compte du potentiel considérable de la recherche et de l'innovation dans le secteur des énergies renouvelables. Aussi, l'importance de convertir ce potentiel en instrument de développement et de croissance, mieux, en arguments même de répondre aux besoins des populations. Ils sont convaincus que la mise en contact est un moyen de garantir le réseautage des chercheurs et universitaires avec les acteurs économiques, pour un accompagnement à la création d'entreprise, à la certification, et à la protection. L'objectif poursuivi est le renforcement de la recherche par la valorisation commerciale et sécurisée de ces énergies renouvelables, en vue de construire une communauté économique compétitive à l'échelle africaine.

3. C'est à cet effet que, les participants à la conférence de Ngaoundéré (Cameroun), s'engagent à tout mettre en œuvre, pour que se renforce le Réseau africain sur les énergies renouvelables en abrégé ANSOLE et sur le plan national, le réseau camerounais sur les énergies renouvelables

4. Complémentairement au renforcement de ce réseau, les participants souhaitent que les acteurs et la communauté scientifique mettent en place l'outil nécessaire au fonctionnement des filières dans les énergies renouvelables. Cet outil ou plate-forme se présentera comme un portail d'intelligence stratégique (plate-forme numérique) qui fédérera dans un esprit libre et ouvert des acteurs à différents niveaux (par exemple niveau local, national, régional et international. Il devra permettre des échanges rapides, fiables, équitables, décentralisés et



fédérateurs au service des énergies renouvelables. La gouvernance en utilisant les réseaux sociaux y est simple, la méthode ouverte et les règles de partage claires.

Une plate-forme qui deviendra le chaînon manquant entre le monde de la recherche, le secteur privé, la société civile et aussi, les pouvoirs publics et bailleurs de fonds de la communauté scientifique en donnant la possibilité à tous ceux qui le voudront, de proposer et mettre en œuvre des solutions novatrices à fort effet de levier. Il s'agit de partager les expériences et les savoirs, susciter la créativité, favoriser les partenariats, faire émerger l'innovation et accompagner le développement global d'un projet pour le mener à bien, de l'idée de départ jusqu'à son appropriation par les usagers.

Elle a pour objectifs de proposer :

- Un ensemble complet de ressources libres et d'outils mutualisés en accès ouvert et à caractère collaboratif pour imaginer, concevoir, expérimenter, diffuser, suivre, mesurer et évaluer les innovations ;
- Le partage des résultats tout en organisant, lorsque c'est possible, la bonne gestion de la propriété industrielle ;
- Un noyau fort d'expertise (la collaboration et le partage permettant de ne pas refaire des études déjà faites par d'autres acteurs) et de compétences nécessaires aux différentes phases du développement d'un projet ayant de réelles perspectives d'innovation ;
- Un centre névralgique de moyens de communication pour mettre en relation les partenaires intéressés à travailler ensemble et à animer un réseau des acteurs des énergies renouvelables et de l'innovation de toutes origines ;
- Un espace dynamique où les idées neuves s'échangent, se confrontent et s'agrègent et où chaque innovation se diffuse et peut former la base de l'innovation suivante ;
- Un environnement de travail collaboratif caractérisé par l'énergie créative d'une diversité de pays développés comme de pays moins avancés, de pôles intégrés d'excellence, de pôles de compétitivité, d'Universités, de laboratoires de recherche, d'entreprises et de Start-ups, de représentants de milieux associatifs, de consultants, d'acteurs de la transformation et de la valorisation des énergies renouvelables
- Un cadre de confiance non discriminatoire et un lieu de valorisation de l'innovation et des innovateurs.

**5.** Les participants ont fait remarquer que le problème des énergies renouvelables doit commencer au niveau du citoyen ordinaire, avant d'être pris en charge par les collectivités décentralisées et en fin par l'Etat. A terme, on constate que les attitudes les plus anodines impliquent des conséquences diverses dans la problématique de l'économe d'énergie.

**6.** Cette conférence a permis une observation méthodique et une analyse objective des cellules photovoltaïques, une radioscopie des éléments des énergies renouvelables et leur valorisation en nouveaux produits pour les marchés et pour une émergence du Cameroun en 2035.

**7.** Cette conférence s'est adressée particulièrement,

Aux populations : En modifiant quelque peu NOS habitudes, nous pouvons réduire les pertes en énergie

Aux petits fabricants, vous pouvez mettre au point de petits équipements : par exemple les onduleurs, les batteries

Aux entreprises : En déversant vos sources, vous limitez l'impact environnemental de votre activité et vous faites des économies

**8.** Les participants ont noté avec intérêt la création des emplois à partir de la promotion des énergies renouvelables

**9.** Les participants à la conférence sur les énergies renouvelables Ngaoundéré s'engagent à diffuser le présent communiqué auprès de leurs décideurs et des bailleurs de fonds, afin qu'ils puissent relayer cette préoccupation de la communauté de chercheurs.

**Pour les Organismes :**

L'Université de Ngaoundéré

**Pour les Partenaires Institutionnels :**

L'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro Industrielles (ENSAI)

La Faculté des Sciences

L'institut universitaire de technologie

L'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale

Direction régionale du Bureau Afrique centrale et des Grands Lacs de l'AUF

Centre de Formation professionnelle de Mbouo – Bandjoun (CPF-Mbouo)

**Pour les Partenaires Internationaux**

Le réseau africain pour les énergies renouvelables (ANSOLE)

L'Agence Universitaire de la Francophonie (A.U.F. au Canada)

EBZ en Allemagne

**Pour les collectivités décentralisées :**

La Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> du département de la Vina de la Région de l'Adamaoua

La communauté urbaine de Ngaoundere

**Pour les Organisations non gouvernementales**

Le réseau camerounais des énergies renouvelables (CAMREN)

Fait à Ngaoundéré, le 15 octobre 2019

## **Discours de clôture de la 6e conférence ANSOLECAM 2019 par Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré, Représentant de Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur**

Monsieur le Maire de la Commune de Ngaoundéré 3<sup>ème</sup> ;  
Messieurs les Vice-Recteurs de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Secrétaire Général de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Conseiller Technique auprès du Recteur de l'Université de Ngaoundéré ;  
Messieurs les Chefs d'Etablissement de l'Université de Ngaoundéré ;  
Messieurs les Directeurs des Services Centraux de l'Université de Ngaoundéré ;  
Monsieur le Représentant de la chambre de commerce, de l'industrie, des mines et de l'artisanat  
Monsieur le Représentant du Directeur régional du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie  
Mesdames et Messieurs les participants ;  
Chers collègues  
Mesdames et Messieurs les invités ;  
Mesdames et Messieurs.

Il m'échoit l'honneur de présider personnellement cette cérémonie de clôture de la 6<sup>e</sup> conférence internationale sur les énergies renouvelables dans le cadre des activités du réseau Africain pour l'énergie solaire en abrégé ANSOLE (African Network for Solar Energy).

Cette conférence a servi de plateforme aux scientifiques, à travers le monde entier et plus particulièrement à travers l'Afrique, pour présenter leurs travaux de recherche. La conférence a couvert les thématiques scientifiques suivantes :

- Energie solaire photovoltaïque et PV solaire ;
- Energie hydraulique et éolienne ;
- Energie solaire thermique et système PVT ;
- Bioénergie ;
- Cellules solaires : diagnostique, fiabilité et durabilité.
- Création des start ups

Les échanges denses et nourris ont permis à tous les participants (universitaires, chercheurs, opérateurs économiques, Représentants d'organisations professionnelles et d'ONG) de se rendre compte du potentiel considérable de la recherche, de l'innovation dans le secteur des énergies renouvelables, et de l'importance de convertir ce potentiel en instrument de développement et de croissance mieux à même de répondre aux besoins des populations. Ils sont convaincus que la mise en contact est à même de garantir le réseautage des chercheurs et universitaires avec les acteurs économiques, d'accompagnement à la création d'entreprises, de certification et de protection.

L'objectif poursuivi est le renforcement de la recherche par la valorisation commerciale et sécurisée de ces innovations en vue de construire une communauté

économique compétitive à l'échelle mondiale.

A travers cette conférence, les partenariats universitaires-industriels ont été renforcés.

A l'issue de ces travaux, les résolutions suivantes ont été prises :

- Les participants à la 6<sup>e</sup> conférence ANSOLECAM2019 de Ngaoundéré (Cameroun) s'engagent à tout mettre en œuvre, pour le renforcement du réseau Africain pour les énergies renouvelables.
- Les participants à la 6<sup>e</sup> conférence ANSOLECAM2019 sur les énergies renouvelables de Ngaoundéré s'engagent à diffuser le communiqué final auprès de leurs décideurs afin qu'ils puissent relayer cette préoccupation de la communauté internationale de chercheurs.

Permettez-moi de remercier tous ceux qui ont contribué à l'organisation de cette conférence. Je pense :

- Au Comité Local d'Organisation, coordonné par le Pr Martin Kamta (point focal de ANSOLE à Ngaoundéré), et le Pr. César Kapseu (Représentant régional de ANSOLE pour l'Afrique Centrale) et toute leur équipe ;

- Au Comité National (Dr Aloyem) et International d'Organisation (Pr. Daniel Ayuk Mbi Egbe).

Mes remerciements vont également à l'endroit :

- au Comité Scientifique ;

- aux partenaires institutionnels à savoir : la Faculté des Sciences, l'Institut Universitaire de Technologie, l'Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale de l'Université de Ngaoundéré.

- A la direction régionale du bureau Afrique centrale et des grands lacs de l'agence universitaire de la francophonie

Un merci particulier à l'institution hôte, j'ai nommé l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles (ENSAI) pour l'accompagnement de cette conférence.

Merci pour votre soutien multiforme

Tout en vous souhaitant un bon retour chez vous, je déclare clos les travaux de cette 6<sup>e</sup> conférence ANSOLECAM sur les énergies renouvelables.

Je vous remercie de votre aimable attention.

# ANNEXES

# ANNEXE 1 : LISTE DES PARTICIPANTS ET DES MÉDIAS

## LISTE DES PARTICIPANTS DE LA CONFERENCE

ANS LE		6 <sup>ème</sup> Conférence nationale de ANSOLE au Cameroun (ANSOLECAM 2019) 14 et 15 octobre 2019, ENSAI Ngaoundéré, Cameroun		ANS LE	
LISTE DE PRESENCE					
NOM ET PRENOM	GRADE	UNIVERSITE / ENTREPRISE	SIGNATURE		
1) ASHOU Germaine	Banker Ansole	Electricity Dept (Corp Genec)			
2) KOMGUEM PONEBO Lydie	Docteurante	Université de Ndé			
3) Dr DEZEU TCHINDA Léonice	Assistant	Université de Maroua			
4) M Bgning Alduin Lambert	Consultant et Ing. ABSD	Indépendant			
5) NGA Henriette Josiane	Doctorante	Ngaoundéré			
6) MOUGUE HERIAN	Master	Ngaoundéré ENSAI -			
7) BENOUD NKOMDID P.	INGENIEUR	NGAOUNDERE			
8) NKEN TCHALLE J.P.	Master	NGAOUNDERE			
9) EVINA DJADJI NATHAN S	ING	ENSAI - UN			
10) ESSOLA LAURENCE M	TS	ILIT			
11) EYAT ONDUKE JULU	MASTER	ENSAI - UN			
12) IBRAHIMA LAOUWAL	MASTER	NGAOUNDERE			
13) TSALET Antoine Michel	PhD Student	UY/INFFOP yad			
14) MOUMA DAGO DORA J.	Etudiante	UN			
15) NGASSAM Taliana Pauline	Etudiante	UN			
16) ASONGAZI NZUARA Tridor	Student	U.N			
17) WANJI FERDOND NATHANAEI	Etudiant	UN			
18) Mantap Daniel	Enseignant	MINESSEC			
19) BONGADZEM BASILE	Etudiant	UN			
20) ILOUGA HONKA Ernest	Enseignant	ENSAI			
21) KAMENI ROMARIO Juste	Etudiant	ENSAI			
22) CHIA Ephesiana Abeng	Etudiante	ENSAI			
23) MASSIAD MBAINAO Lachin	Etudiante	ENSAI			
24) BADZA KODAMI	Etudiant	ENSAI			
25) ALEXANDRE SIVA NGOUNZANDJAM		SIPA CONSULTING / Campus Solar PARTNERVILLE			
26) BILDA Pascale M.		GLOSSA			
27) Tom Decker		EBZ Orsten			
28) Ayi RODRIGUE		CPF			
29) WOUNBLE Jean		EPF IEBZ			
30) SAYAUBA Jean Pierre		CPF MBOW			
31) P. HATHAN DJALO	MC	UN			

35)	TCHOFFO HOUDJI Etienne	Enseignant	ENSPM - D/1a	
36)	MAJOLI NDE LINDA	ZNG	ENSAE - M2P	
36)	BOUSSAÏBO André	CC	UN	
37)	FOTSA MBOGNE DAVID JAURE	CC	ENSAI - UN	
36)	Pr. KAMTA Martin	MC	ENSAI - UN	
37)	BOGAÏRBE Emilienne	PLEG	MINEFOP	
38)	DIFENDJI MARIE D.	INSTRUCTOR	UNIVERSITY OF BOEA	
39)	KOJI-ERNEST	Chargé de cours	Université de Douala	
40)	ZÉ WILFRID	PROFESSEUR	ENSAI - Université de Ngaoundéré	
41)	MAXINGO HEUGUI JOELLE - R.	INGENIEUR	ENSAI - UN	
42)	NOUEMSSI GABIN ALEX	MASTER STUDENT	ENSAI - UN	
43)	MBOUENDELI ROUSSEL A.	Master st	ENSAI - UN	
44)	MENZEWO TABD LARISSA	INGENIEUR	ENSAI - UN	
45)	FOTSO SIMO HENRI ZEL	Master	ENSAI - UN	
46)	DJOU MELIERSI BRIG.	Ph.D student	ENSAI - UN	
47)	DJIKIDJIE GEORGES	EL-INGENIEUR	ENSAI - UN	
48)	KAMENI ROMARIO JUSTE	ETUDIANT	ENSAI	
49)	DEMSONG NOUNE BORIS	ETUDIANT	NGAOUNDERE	
50)	ALI Ahmed KABIR	Enseignant	Thalwa - Djoum	
51)	KAPSEU Cezar Prof.	Prof.	Un. Ngaoundéré	
52)	NGOUMEZONG MARCIAL	ETUDIANT	NGAOUNDERE	
53)	BIDOUNOU ESSIANE	Etudiant	Ngaoundéré	
54)	Dr KIDMO KAOGA Dieudonné	Enseignant	Ngaoundéré	
55)	FONOU SERGE MAXIME	Etudiant	NGAOUNDERE	
56)	Dr PENE Aimé Duralier	Enseignant (Vacataire)	Ngaoundéré	
57)	FERDINAND AJAMAH	Enseignant Recherche	BOEA	
58)	FACHO DAVID	ELEVE INGENIEUR	NGAOUNDERE	
59)	NKONMOGNE WANDERIN E	Ph.D Student	Ngaoundéré (UN)	
60)	TSATSOP TSAGUE BOLI K.	Docteur	Ngaoundéré	
61)	GNEPIE TAMM Nida W.	Docteur	Ngaoundéré	
62)	ABENA GABRIEL BRICE	Docteur	Ngaoundéré	



LISTE DES PARTICIPANTS EXTERNES								
Numéro	First Name(s)	Family Name	Affiliation	Grade	Adresse e-mail	Cell phone	Registration fees	Signature
1	Lontsi	Alexis	MINRES- UO5	Dr.	alexislontsi@gmail.com	698346516		
2	Claude Vidal	Aloyem Kaze	NIVTPD, MINEFOP	Dr.	maz32010jem@yahoo.fr	674251651		
3	Francis-Daniel	Menga	CNDT/MINRESI	Dr.	danielmenga6@gmail.com			
4	KOJI	ERNEST	The University of Douala	Dr.	airnesskoji@gmail.com	674364457		
5	Paiguy	Ngouateu	HTTC of Kumba, University of Buea	Dr.	ngouateupaiguy@yahoo.fr			
6	Dieudonné	Kidmo Kaoga	university of Maroua	Dr.	kidmokaoga@gmail.com	693500805		
7	Daniel	MANTAP	University of Bamenda	Dr.	mantap1daniel@gmail.com	64626472		
8	Léonnie	Dezeu Tchinda	University of Maroua	Dr.	dezeutchinda@yahoo.fr	67531237		
9	Antoine Michel	Tsayem	University of Douala	Dr.	tsamicha@yahoo.fr	65539		
10	Fendji	Marie Daniel	University of Buea	Dr.	denfendji@gmail.com	69522223		
11	TSAGUE NGUIMATIO	TSAGUE	University of Dschang	PhD Student	cathytsague@gmail.com			
12	Etienne	TCHOFFO HOUDJI	University of Maroua	PhD Student	tchhoffoudji@gmail.com	695256944		
13	CHRISTIAN DE VIGNY	FOZE MOUNGANG	University of Yaoundé 1	PhD Student	fozechristiandevigny@yahoo.fr			
14	Herman	Mougoué	Professional	Pro.	hermanmougoue8@gmail.com	6556688		
15	Francelin Edgar	NDI	University of Douala	Master Student	edgarfrancelin@yahoo.fr	2.3767E+11		
16	Kodami	Badza	University of Ngaoundere	PhD Student	badzakodami@gmail.com	694280148		
17	Lydie	KOMGUEM PONEABO	University of Yaounde I	PhD Student	lydiekom@gmail.com	675693123		
18	Lambe Dickson	Koneh	College of Technology Buea	Master Student	Lambedickson@yahoo.com	677222166		
19	Sosthène	Djoussi Njimfo	University of Yaounde 1, ENSTP	PhD Student	dservod@gmail.com	695398004		
20	ASHU	GERMAINE	EDC member-ansole yde	electricity	ashugerman@gmail.com	699238736		
21	PONEABO	KOMGUEM	University of yde	PhD Student	lydiekom@gmail.com	675693123		
22	TSAYEM	Michel	U/INFFDP YDE	PhD Student	tsamicha@yahoo.fr	67539652		
23	ALI	Ahmed	U NDJAMENA	enseignant				
24	FERDINAND	AJAMAH	U BUEA	enseignant	ferdinand.ajamah@gmail.com	67006152		
25	NANCY	Wendy	U.DLA	Student	nancywendy@gmail.com	67771245		
26	Daniel	EGBE	ANIDLE 2-V	Professeur	daniel.egbe@ansole.org	+491762692662		
27	BOGNING	Alchim Lambert	ENSTP yde	consultant Ing. geo. ENR et FE	boingingalchim@gmail.com	679918693		

## LISTE DES MEDIAS

<b>MEDIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>CONTACT</b>
CRTV Adamaoua (Radio et TV)	Mohamed Nana	674859732
Camnews 24 Television	Mouafo Joseph	699386689
Cameroon Tribune	Madza Alain	222252467
Le Messenger	Ibrahima Adams	679245076
L'Anecdote	Dewa Aboubakar	677906908
L'œil du Sahel	Akoum Amiri Jean	650571771
Radio Campus	Honala Awana Aymar	677326904

# ANNEXE 2 : CONTACT DES INSTITUTIONS PARTENAIRES

# A propos de l'Université de Ngaoundéré



## Présentation générale de l'Université

L'Université de Ngaoundéré (UN) est créée par décret présidentiel No 93/028 du 19 janvier 1993. Elle est issue de la transformation du Centre Universitaire de Ngaoundéré en Université. Décret No 92/074 du 13 avril 1992 Initialement doté de deux grandes écoles et de quatre facultés, cette institution accueille aujourd'hui des étudiants de toutes les régions du Cameroun et des pays de la sous-région, notamment le Tchad et la république centrafricaine, le Gabon, le Congo etc.

Le campus universitaire de Dang a une population estudiantine estimée à 30 000 étudiants pour 365 enseignants (Assistants, Chargés de cours, Maître de conférences et Professeurs). L'UN se résume comme suit :

- 12 Établissements,
- 74 Départements,
- 123 Programmes d'enseignement.

---

## Quelques dates clés

- Juillet 1976 : Annonce de la création de quatre centres universitaires thématiques (Buéa – Douala – Dschang – Ngaoundéré) par SE Ahmadou AHIDJO lors de la remise des diplômes aux lauréats de l'ENSP Yaoundé.
- 1982 : Ouverture du CUN, recrutement des premières promotions
- Juin 1986 : Inauguration du CUN et remise des diplômes aux premiers lauréats du CUN par SE M. Paul BIYA
- 1993 : Transformation du CUN en université, avec création de 5 facultés (FALSH, FSJP, FSEG, FS, FSE) et 5 Grandes Ecoles (IUT, ENSAI, EGEM, ESMV, EGCIM)
- 1993 : Ouverture effective de 5 établissements (FALSH, FSJP, FSEG, FS, IUT)
- 1995 : Ouverture effective de l'ENSAI
- 2007 : Ouverture de l'ESMV
- 2011 : Ouverture de l'EGEM à Meïganga
- 2016 : Ouverture des annexes (FSJP – Garoua.....)
- 2017 : Ouverture effective de l'EGCIM et de la FSE
- 2018 : Création et ouverture de la FMSB Garoua et ENS Bertoua

### **Contacts :**

Tel: +237 222 25 40 02

Fax: +237 222 25 40 01

B.P: 454 Ngaoundéré - Cameroun

Url : [www.univ-ndere.cm](http://www.univ-ndere.cm)

E-mail : [un@univ-ndere.cm](mailto:un@univ-ndere.cm)

## A propos de l'ENSAI



L'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-industrielles (ENSAI), pôle d'excellence de formation en Agro-industrie au Cameroun et dans la sous-région de l'Afrique Centrale est un établissement phare de l'Université de Ngaoundéré. Elle est située dans un environnement calme, sécurisant et propice à l'activité académique.

### HISTORIQUE

Créé par arrêté présidentiel No 433/CAB/PR du 04/10/1982 sous l'appellation ENSIAAC, puis réorganisée en 1993, l'ENSAI a six missions principales : la formation des ingénieurs de haut niveau, la spécialisation des ingénieurs, la formation doctorale, l'appui au développement, la promotion de la recherche, recyclage et le perfectionnement des cadres.

### FORMATIONS – LMD

Deux cycles de formation aux niveaux Master et Doctorat du système LMD.

Cycle des Ingénieurs de Conception :

Trois filières de formations :

Industries Agricoles et Alimentaires (IAA),

Maintenance Industrielle et Productique (MIP) et

Chimie Industrielle et Génie de l'Environnement (CIGE).

L'Admission : DUT, Licences scientifiques et tout autre diplôme équivalent

### Cycle de recherche et de spécialisation (Niveau Master et Doctorat) :

#### Master Recherche – Science et Technologie en :

Chimie Industrielle et Environnement, Ingénierie des Equipements Agro-industriels, Sciences Alimentaires et Nutrition, Génie des Procédés industriels.

*Entrée niveau BAC+3.*

#### Master Professionnel en :

Contrôle et Gestion de la Qualité ; Nutrition Appliquée ; Maintenance et Gestion des systèmes Frigorifiques et Thermiques ;

*Entrée niveau BAC+3*

#### Formation doctorale

Génie des Procédés et Ingénierie

Sciences Alimentaires et Nutrition

Chimie Industrielle et Environnement

Physique Appliqué et Industriel

*Entrée Niveau DEA ou Master Recherche*

### LES DEPARTEMENTS

Six Départements assurent les formations :

Génie des Procédés et Ingénierie

Sciences Alimentaires et Nutrition

Chimie Appliquée

Génie Electrique, Energétique et Automatique  
Génie Mécanique  
Mathématique et Informatique

## **LA COOPERATION**

L'ENSAI a noué des contacts étroits avec des laboratoires Européens de premier plan par le biais des bourses de recherche soutenues par la Coopération Française.

L'ENSAI fait partie de l'AUF, ACU et AAU. Elle établit des contacts formels et informels avec les Institutions Universitaires et de recherches spécialisées en agro-alimentaires en Afrique, en Amérique et au Canada.

## **OUVERTURE SUR L'ENTREPRISE**

Formations continues dans plusieurs domaines Agro-Alimentaires, Electrotechnique, Motorisation, Traitement des eaux, Mécanique, Froid et Climatisation, Dessins Industriels, Assurance, Qualité, Procédés, Environnement, ... Notre méthode de travail éprouvée depuis presque 4 décennies, est adaptée aux besoins particuliers de chaque entreprise. Les services offerts le sont également.

### **Contact :**

**Sécretariat du Directeur :**

Tel. :(+237) 22254022

**Scolarité :** Tel. :(+237) 699454372 / 22254080

**Service Informatique :**

Tel. :(+237) 696121136

**Email :** [ensai@univ-ndere.cm](mailto:ensai@univ-ndere.cm)

## About ANSOLE:

The African Network for Solar Energy promotes research, education and training in the field of renewable energies among Africans as well as non-Africans with a special focus on - and relationships with - Africa.



As outlined in its by-laws, ANSOLE supports non-profit activities in the field of development aid and cultural exchange with the aim of strengthening the dialogue between the North and African countries (north-south) and among African countries (south-south) on renewable energy.

It endorses the use of solar energy to the benefit of the social and economic development of Africa as well as environmental protection through:

Education and training of African scientists, experts and students

Exchange of students and visiting scientists

Workshops, conferences and meetings in Africa

Organising and implementing projects and programmes on renewable energy

Promoting capacity building in the use of renewable energy in Africa for all

As a non-profit and charitable organization registered in Jena Germany (as ANSOLE e.V.), it is locally involved in educational issues related to the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) and in arts and culture. In addition, it offers a platform of articulation of students and migrants from Africa with the aim to facilitate their integration and acceptance within the German society.

Membership to ANSOLE is open to everyone who accepts the goals of the network. It entails an annual membership subscription fee of 30 Euros for students, 50 Euros for other individuals and 350 Euros for educational institutions and 1000 Euros for companies

### **Donations and subscription deposited to:**

ANSOLE e.V, Wagnergasse 25, 07743 Jena, Germany

Bank: Sparkasse Jena,

IBAN: DE52830530300018025668,

BIC: HELADEF1JEN

ANSOLE e.V.: Register of Associations at the Local Court Jena N°: VR 231505

### **Publishing information:**

**ANSOLE:** African Network for Solar Energy

Wagnergasse 25, 07743 Jena, Germany

**Websites:** [www.ansole.org](http://www.ansole.org) /[www.ansole.com](http://www.ansole.com)/[www.baleware.org](http://www.baleware.org)

**Emails:** [editorial@ansole.org](mailto:editorial@ansole.org), [info@ansole.org](mailto:info@ansole.org)

## A propos de l'AUF

L'Agence universitaire de la Francophonie (AUF, [www.auf.org](http://www.auf.org)) est une association mondiale d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche francophones créée il y a près de 60 ans. Elle regroupe 944 établissements d'enseignement supérieur et de recherche sur les cinq continents dans 116 pays. Elle est également l'opérateur pour l'enseignement supérieur et la recherche du Sommet de la Francophonie.



L'AUF agit pour une francophonie universitaire engagée dans le développement économique, social et culturel des sociétés.

***Elle intervient dans dix régions du monde dont l'Afrique centrale et Grands Lacs.***

Installée à Yaoundé, depuis 1995, la Direction régionale Afrique centrale et Grands Lacs anime un réseau de 90 membres dans 13 pays : Angola, Botswana, Burundi, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, Ouganda, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Rwanda, Tchad, Zimbabwe.

Dans cette région, l'AUF dispose de 12 implantations dans 7 pays : la direction régionale Afrique centrale et Grands Lacs au Cameroun ; une Antenne au Burundi ; neuf Campus Numériques Francophones (CNF) au Burundi, au Cameroun, au Congo, au Gabon, en République centrafricaine, en République démocratique du Congo et au Tchad ; un Institut de la Francophonie pour la gouvernance universitaire (IFGU) au Cameroun. A cela s'ajoutent deux Campus Numériques Francophones partenaires (CNFp) en République démocratique du Congo.

### Contact en Afrique centrale

**Directeur régional : Adel BEN AMOR**

**Directeur régional adjoint : Donald BOULEMOU**

**Coordonnateur régional des projets : Pierre-François DJOUGOUE**

AUF – Direction régionale Afrique centrale et Grands Lacs

Boulevard de la Réunification, Ngoa-Ekellé

Annexe Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines

Université de Yaoundé 1 – B.P. 8114, Yaoundé – Cameroun

**Téléphone : +237 222 23 97 45 / 222 85 55**

**Courriel : [afrique-centrale@auf.org](mailto:afrique-centrale@auf.org)**

### Contact à Ngaoundéré

**Responsable du campus numérique francophone : [Apollinaire BATOURE](#)**

**Responsable technique local : [Gaetan Fouba IZANE](#)**

Campus Numérique Francophone (CNF) de Ngaoundéré

Université de Ngaoundéré

Centre de Développement des TIC (CDTIC)

BP 454, Ngaoundéré – Cameroun

Tél : +237 242 08 03 59 / 691 10 32 48



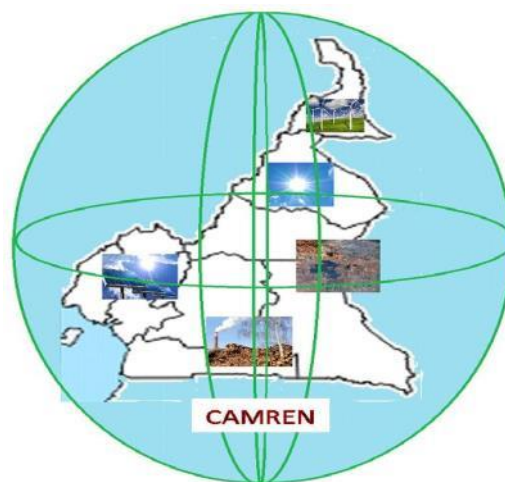
## A propos du CAMREN :

1. RECEPISSE DE DECLARATION D'ASSOCIATION  
N° OOOOO227 / RDA /JO6/BAPP par le Préfet du  
Département du Mfoundi du 03 avril 2013 à Yaoundé  
Prévu par l'article 7 de la loi n° 90/053 du 19 décembre  
1990 portant sur la liberté d'association.

### 2. Titre de l'association :

« CAMEROON RENEWABLE ENERGIES  
NETWORKS

/ RESEAU CAMEROUNAISE SUR LES ENERGIES RENOUVELABLES » (CAMREN)



### 3. Objet :

Promouvoir l'accès aux énergies renouvelables pour tout le Cameroun. - Renforcer la complémentarité entre les chercheurs camerounais par la mise en commun des compétences dans les domaines des énergies renouvelables. – Apporter de nouvelles opportunités d'affaires par le développement de ce secteur. – Créer une base de données des chercheurs et des opérateurs économiques œuvrant dans le secteur des énergies renouvelables. – Contribuer à la protection de l'environnement à travers l'utilisation des énergies propres – Organiser des séminaires de formation et d'information. – Contribuer à la réduction des inégalités entre les zones rurales et urbaines.

### Contact :

Pr. KAPSEU César (université de Ngaoundéré)

EMAIL : [kapseu@yahoo.fr](mailto:kapseu@yahoo.fr)

TEL : (237) 694772214/ 677641211

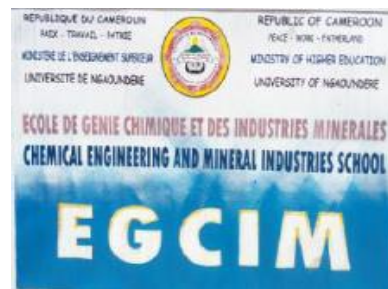
Pr. ELAMBO NKENG George (Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics de Yaoundé)

EMAIL : [gnkeng@yahoo.com](mailto:gnkeng@yahoo.com)

TEL : (237) 677 70 05 07/ 222 22 18 16

## A propos de l'EGCIM :

Créée par décret N° 93/033 du 19 janvier 1993 et organisée par décret N° 2017/585 du 24 novembre 2017, l'Ecole de Génie Chimique et des Industries Minérales (EGCIM) de l'Université de Ngaoundéré accueille les Elèves Ingénieurs depuis la rentrée académique 2018/2019.



Elle a pour missions :

- La formation initiale et continue ainsi que la recherche dans les domaines du génie chimique et des industries minérales ;
- Le recyclage et le perfectionnement des professionnels dans les domaines susvisés ;
- L'appui au développement, en particulier sous forme de prestation de services et de gestion du développement durable.

### **CYCLE DE FORMATION DES INGENIEURS DE CONCEPTION :**

- **Première Année (05 ans)**
- **Troisième Année (03 ans)**

### **CYCLE DE FORMATION DOCTORALE :**

- **Master**
- **Doctorat/Ph.D**

### **OFFRE DE FORMATION :**

- **Bioprocédés et Chimie Industrielle**
- **Génie Analytique et Productique**
- **Génie Minéral**
- **Génie des Matériaux**

### **CONDITIONS D'ADMISSION :**

- En Première Année par voie de concours ouvert aux titulaires d'un Baccalauréat C, D, E, CI/ GCE 'A' Level ou de tout autre diplôme jugé équivalent.

- En troisième année par voie de concours ouvert aux titulaires d'une Licence en Chimie et Physique, Biochimie, d'un DUT, d'un Diplôme d'Ingénieur des travaux ou de tout autre diplôme jugé équivalent.

### **CONTACT :**

B.P : 454 Ngaoundéré-Cameroun

Tel : (237) 696338503 / 695000785 / 699220415

Email : [egcim@univ-ndere.com](mailto:egcim@univ-ndere.com)/[egcim.un@gmail.com](mailto:egcim.un@gmail.com)

Site web : [www.univ-ndere.cm](http://www.univ-ndere.cm)

Facebook : EGCIM-Université de Ngaoundéré

## A propos de l'IUT :

L'Institut Universitaire de Technologie (IUT) est un établissement de l'Université de Ngaoundéré né de la réforme universitaire de 1993, décidée par le Gouvernement Camerounais. Il a pour missions :



- de dispenser en formation initiale un enseignement moyen supérieur préparant aux fonctions de techniciens supérieurs dans les domaines
- de la technologie, des techniques industrielles et du génie des procédés ainsi que du tertiaire,
- d'assurer la formation permanente dans ses domaines de compétence,
- de fournir aux entreprises ou administrations, des prestations de recherche appliquée, de services ou de formation professionnelle dans les domaines correspondant à ses activités.

Solidement implanté dans le Campus de Dang depuis plus d'un quart de siècle, l'IUT s'acquitte de ses missions avec une constance et une détermination propres à un établissement technologique qui se veut en phase avec l'évolution sinon en avant-garde des avancées dans ses domaines de compétences. La qualité des prestations d'enseignement et de recherche a été imprimée dans les domaines historiques de l'IUT que sont :

- **le Génie Biologique,**
- **le Génie Industriel et Maintenance**
- **le Génie Informatique.**

Mais l'établissement s'est aussi diversifié à travers la mise en place de nouvelles filières innovantes telles que le Génie Civil et Construction Durable, un concept qui allie le Génie Civil traditionnel à la prise en compte du défi de la gestion durable (de l'environnement) ; ou encore la Maintenance des Equipements Biomédicaux.

Pour relever les défis permanents du renforcement continu de la professionnalisation, de l'adéquation formation-emploi, et de l'employabilité des jeunes un accent particulier est désormais mis sur l'entrepreneuriat jeune avec l'émulation et le suivi des projets professionnels dans les différents cursus. Toute cette vision est plébiscitée par les jeunes (et leurs familles) du Cameroun et même de la sous-région Afrique Centrale si l'on en juge par le nombre toujours plus important d'inscrits aux concours d'entrée à l'IUT. Ils ont, de mon point de vue, fait le bon choix car l'IUT présente des atouts remarquables :

- Un personnel enseignant permanent constitué de 39 enseignants compétents, expérimentés et bien imprégnés aux techniques pédagogiques classiques et innovantes (numérique éducatif),
- Près de 70 enseignants vacataires recrutés essentiellement dans le monde de l'entreprise et dans des universités nationales et étrangères (africaines, européennes et nord-américaines),
- Un plateau technique moderne et en constantes évolution et mise à jour dans tous les domaines,

- Un réseau dense d'entreprises partenaires (plus de 400 structures de tailles différentes) implantées sur l'ensemble du territoire national et même dans la sous-région Afrique Centrale,
- Une coopération active avec les établissements technologiques au Cameroun, en Afrique Centrale, en Europe et en Amérique du Nord. Etc

L'innovation n'est en reste. La recherche fondamentale et surtout appliquée y est développée dans trois laboratoires :

- **laboratoire de Génie Chimique (LGC)**
- **laboratoire d'Analyses, Simulations et Essais (LASE)**
- **laboratoire des Bioprocédés (LBP)**

Ces activités de recherche sont couronnées par la mise en place de plusieurs prototypes avec une reconnaissance régulière par des distinctions et même des brevets d'inventions. Etudiants à l'IUT, vous bénéficierez d'une formation technologique de pointe et de facilités sportives (infrastructures de l'Université de Ngaoundéré) et socioculturelles (activités associatives riches) vous permettant de vous épanouir intellectuellement et personnellement.

**Contact :**

BP: 455 Ngaoundere – Cameroun

Tel : (237) 22 25 40 65 / 22 25 40 35

Courriel: [iut\\_ngaoundere@yahoo.fr](mailto:iut_ngaoundere@yahoo.fr)

## A propos de la Faculté des Sciences :



La Faculté des Sciences est un établissement à caractère scientifique régie par le décret N° 93/028 du 19 janvier 1993 portant organisation administrative et académique de l'Université de Ngaoundéré. Elle dispose d'un régime des études, des examens et programmes d'enseignements en Licence Master Doctorat (LMD) depuis 2007/2008 et conformément à l'arrêté N°1800035/MINESUP/SG/DDES/DAJ du 29 janvier 2018 portant organisation du système Licence, Master, Doctorat/PhD dans l'enseignement supérieur au Cameroun.

La Faculté des Sciences contribue aux objectifs assignés à l'Université de Ngaoundéré à savoir :

- la formation des diplômés adaptés au marché de l'emploi ;
- la recherche pour un développement durable du Cameroun et de la sous-région Afrique Centrale et,
- l'appui au développement technologique et à la promotion sociale et culturelle.

Ces objectifs fondamentaux sont complétés par des orientations plus récentes, afin d'amener l'Université à contribuer davantage au développement du pays.

La faculté conduit une politique de formation et de recherche sur des thématiques fortes concernant entre autres des biotechnologies, les énergies renouvelables, l'électronique, l'informatique, l'environnement, la valorisation des ressources végétales et animales, les ressources minérales et énergétiques, la cartographie géologique, la géochimie des solides et des fluides, sans oublier son ouverture internationale sur les pays de la sous région d'Afrique Centrale et du monde.

### CONTACT :

B.P : 454 Ngaoundéré-Cameroun

Tel : (237) 242 25 40 39

Email : [fs@univ-ndere.cm](mailto:fs@univ-ndere.cm)

Site web : [www.univ-ndere.cm](http://www.univ-ndere.cm)

[www.fs.univ-ndere.cm](http://www.fs.univ-ndere.cm)

## LISTE DES ABBREVIATIONS

---

**AER** : Agence d'Electrification Rurale

**ANSOLE** : African Network for Solar Energy - Réseau Africain pour les Energies Renouvelables

**ARSEL** : Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité

**AUF** : L'Agence Universitaire de la Francophonie

**CAMREN** : Cameroon Renewable Energies Networks / Réseau Camerounaise Sur Les Energies Renouvelables » (Camren)

**CPF** : Centre de Formation Professionnelle

**CRTV** : Cameroon Radio and Television

**DRACGL** : Direction régionale du Bureau Afrique centrale et des Grands Lacs de l'AUF

**DSCE** : Document de la Stratégie de la Croissance et de l'Emploi

**EDC** : Electricity Development Corporation

**EGCIM** : Ecole de Génie Chimique et d'Industrie Minérale

**ENEO** : Energy of Cameroun

**ENSAI** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro Industrielles

**FASA** : Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles

**FS** : Faculté des Sciences

**GHG**: Greenhouse Gases

**HYSACAM** : Hygiène et Salubrité du Cameroun

**INRA** : Institut de Recherche Agronomique de France,

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement

**IUT** : Institut Universitaire de Technologie

**MINEE** : Ministère de l'Eau et de l'Energie

**MINESUP** : Ministère de l'Enseignement Supérieur

**ODD** : Objectif de Développement Durable

**ONG** : Organisation Non-Gouvernementale

**ONUDI** : Organisation des Nations unies pour le développement

**PV** : Photovoltaïque

**SOSUCAM** : Société Sucrière du Cameroun

**UN** : Université de Ngaoundéré

# LA CONFÉRENCE EN IMAGES





Accueil du Représentant Tchadien par le Pr. Kapseu César et Pr Egbe Daniel



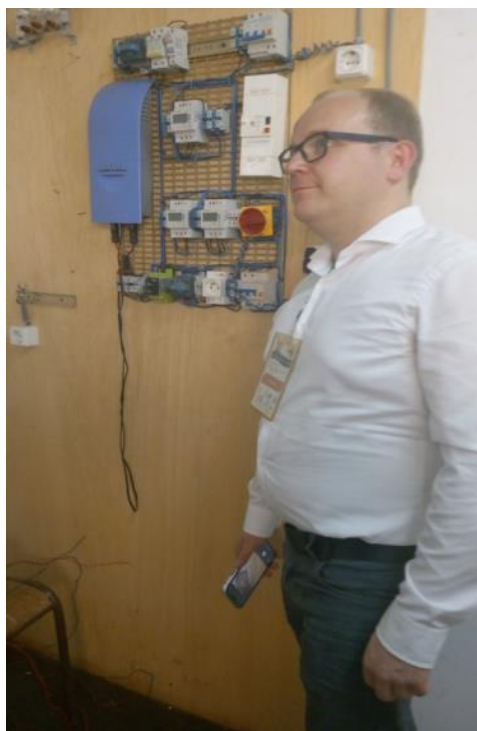
**Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré et ses interventions face aux medias.**



**Travaux en Ateliers**



**Photos de famille au Campus Numérique Francophone de Ngaoundéré**



**Visite de terrain à l'alimentation en énergie solaire de l'IUT de Ngaoundéré**



**Remise des prix et attestations à la cérémonie de clôture**



**Remise des prix et attestations à la cérémonie de clôture**



**Cérémonie de signature de la convention entre l'Université de Ngaoundéré et ANSOLE**

## INDEX DES AUTEURS

- ABDOUL AZIZ, 50  
ACHUO Anitta Z., 113  
AGBOMAHENA, 155  
AHMED Ali Kabir, 210  
ALOYEM KAZE, 74, 103, 164  
AMOR Ben Adel, 26  
BADZA KODAMI, 123, 135  
BATOURE Apolinaire, 26  
BOGNING Aldrin, 165, 166, 167  
BOGWARBE Emilienne, 81, 87  
DANWE Raidandi, 62  
DEZEU TCHINDA Léonnie, 64, 73  
DJONGYANG Noel, 62  
DJOUSSE KANOOU, 88  
DOKA YAMIGNO Serge, 62  
DOUA Philemon, 105, 169  
DSONWA Manfo, 167  
EGBE Mbi Ayuk Daniel, 34, 35  
FOBANE Jean Louis, 170  
FOGNO Romeo, 164  
FOMENA Abraham, 170  
FONOU Serge Maxime, 195, 200  
FOTSA-MBOGNE D. J., 107  
HAMAN-DJALO, 51  
INOUSS MAMATE, 50  
JIOKAP NONO Yvette, 81, 105, 106, 169,  
191  
KABELE Christophe, 12, 152  
KABELE Junias, 12, 152  
KAMBA-TATSINKOU F. G., 107  
KAMENI Romario J., 201  
KAMTA Martin, 8, 21, 32, 51, 59, 60, 194,  
195, 205, 217  
KAPSEU César, 3, 7, 8, 23, 32, 60, 37, 64,  
207, 217, 230  
KASSMI Khalil, 195  
KAYEM, 51  
KAYO Styve, 50  
KIDMO KAOGA Dieudonné, 62, 63  
KOJI Ernest, 170, 175  
KOM Raissa, 113, 123, 176  
KOMGUEM PONEABO, 80  
KOUNOUHEWA B., 155  
KUITCHE Alexis, 81, 87  
LONTSI Kuefouet, 88  
MADJIYAM MBAINAM, 203, 204  
MANTAP, 74, 103, 104  
MBAPPE Richard Virgil, 11, 106  
MBOUENDEU Roussel, 60  
MBOUGA Marie G., 136  
MENGA Francis-Daniel, 50  
MISSOUP Didier Alain, 170  
MOHAMED, 153  
MOUMA Dago, 205  
NDI FRANCELIN, 154  
NDJAKOMO ESSIANE, 154  
NDORERE Nicodeme, 155  
NGASSAM, 207  
NGASSOUM Martin B., 107, 113, 123,  
136, 176, 201, 203



NGOUATEU, 163  
NKENMOGNE KAMDEM Inès E., 113,  
122  
NSO J. Emmanuel, 29, 37  
NYATTE SAMSON, 154  
OWONA J.L., 50  
PERABI NGOFFE, 154  
SOPI ELOCK Marie Gertrude, 12, 169  
TANGKA KEWIR, 88  
TCHAKONTÉ Siméon, 170  
TCHAWA, 80  
TCHAYA, 51, 205  
TCHINDA René, 164  
TCHOFFO Houdji, 51  
TSAGUE NGUIMATIO, 164  
TSATSOP TSAGUE Roli, 14, 113, 176,  
190  
TSAYEM Antoine Michel, 14, 156, 162  
TSOPWO ZENA, 191  
UPHIE CHINJE MELO, 2, 3, 22, 32  
WANGSO Mathieu, 59  
YAMEGUEU, 51  
YEMMAFOUO Aristide, 64  
YONG Joel Berka, 13, 105  
ZAMBO Paul, 15, 192, 193  
ZAMBOU, 153  
ZE WILFRID, 136  
ZEKENG Serge Sylvain, 153, 195

## INDEX DES MOTS CLES

- Ansole, 1, 3, 4, 6, 18, 21, 22, 24, 25, 27, 30, 31, 35, 61, 79, 102, 163, 164, 213, 215, 216, 217, 228
- Biocarburant, 123
- Biochar, 14, 123, 124, 135, 136, 137
- Biodégradable, 11, 176, 207
- Bioénergie, 2, 201
- Biogaz, 6, 21, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 151, 152, 176, 190, 201
- Biomasse, 6, 11, 28, 106, 113, 123, 136, 152, 176, 201
- Bioréacteur, 107
- Capteur solaire thermique, 81
- Cellule photovoltaïque, 153
- Cellules solaires, 2, 6, 21, 31, 216
- Chauffage solaire, 103
- Climate change, 34, 136, 165, 167
- Efficacité énergétique, 6, 21
- Energie éolienne, 2, 74, 207
- Energie géothermique, 6
- Energie hydraulique, 30, 216
- Énergie photovoltaïque, 195
- Energie solaire photovoltaïque, 2, 6, 21, 30
- Energie solaire thermique, 2, 6, 21, 30, 216
- Énergie solaire, 2, 6, 21, 23, 27, 28, 30, 81, 103, 156, 206, 213, 216
- Énergies alternatives, 1, 23
- Énergies renouvelables, 1, 2, 3, 4, 6, 13, 14, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 30, 31, 32, 35, 61, 64, 74, 88, 136, 154, 156, 162, 168, 205, 206, 210, 213, 214, 215, 216, 217, 230, 234
- Energy efficiency, 75, 166, 194
- Hydro électricity, 62, 108
- Incubateur solaire, 60
- Module pv, 210
- Modules solaires, 205
- Objectif de développement durable, 107
- Photovoltaïque, 6, 11, 21, 51, 60, 88, 195, 200, 207, 210, 216
- Production énergétique, 6
- Rayonnement solaire, 51, 74, 81, 205
- Recyclage, 210, 231
- Sécurité énergétique, 1, 3, 4, 6
- Sustainable energy, 31, 165, 166
- Sustainable housing, 167
- Sustainable, 12, 31, 61, 62, 63, 65, 73, 107, 108, 165, 166, 167, 252
- Système pv, 51, 88
- Système solaire, 88

## TABLE DES MATIÈRES

PREFACE .....	1
REMERCIEMENTS .....	3
RESUME .....	4
SOMMAIRE .....	5
AVANT-PROPOS .....	6
A-Concept et but .....	6
B-Sujets.....	6
ORGANISATION DE LA CONFERENCE.....	7
1- COMITÉ NATIONAL ET INTERNATIONAL D'ORGANISATION .....	7
2- COMITÉ SCIENTIFIQUE .....	8
PROGRAMME DE LA CONFERENCE.....	9
CÉRÉMONIE D'OUVERTURE .....	17
MOT DU MAIRE DE LA COMMUNE DE NGAOUNDÉRÉ 3 <sup>ÈME</sup> .....	18
MOT DU POINT FOCAL DE ANSOLE, UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRÉ.....	20
MOT DU REPRÉSENTANT RÉGIONAL D'ANSOLE POUR L'AFRIQUE.....	22
MOT DU DIRECTEUR RÉGIONAL AFRIQUE CENTRALE ET GRANDS LACS DE L'AUF .....	24
MOT DU DIRECTEUR DE L'ENSAI .....	27
MOT DE MADAME LE RECTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE NGAOUNDÉRÉ REPRÉSENTANT DE MONSIEUR LE MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR .....	30
CONFÉRENCES PLEINIÈRES .....	33
1- Capacity Building and Research in Renewable Energy in Africa: Measures Necessary to Attain International Standards.....	34
2- INCUBATEUR D'ENTREPRISE : REALITE ET ILLUSION .....	37
RESUMES ET TEXTES SCIENTIFIQUES.....	49
1- Design of an economic Mill with PV/Grid Power supply for the Production of Corn and Millet Flour in the Low Electricity Zones of the Far North of Cameroon.....	50
2- Evaluation de la qualité de l'énergie dans un système photovoltaïque / batterie autonome alimentant un moteur asynchrone via un variateur de vitesse.....	51
3- A review of methods of Detection and Diagnosis of Faults of PV plant .....	59
4- Solar energy and poultry production in rural areas.....	60
5- Resource potential and status of exploitation of Hydropower Improving the reliability of electricity supply in Cameroon .....	62
6- Contribution des technologies des énergies renouvelables au développement des campagnes Camerounaises : Analyse à partir des microcentrales hydroélectriques dans les hautes terres de l'Ouest Cameroun.....	64
7- The Feasibility of Kribi-Offshore wind power plant using RESTScren Expert (Virtual Energy Analyzer).....	74
8- Assessment of the offshore wind potential of the Kribian coast using GIS tools and the production of electricity.....	80
9- Solar Potential and Performance of Thermal Solar Collectors in Cameroon.....	81

10- Evaluation des performances d'un système solaire hybride Photovoltaïque Thermique à eau: cas des panneaux solaires au silicium monocristallins, poly cristallin et amorphe .....	88
11- Amelioration des performance thermique d'un chauffe eau solaire à thermosiphon pour un menage en utilisant trnsys model .....	103
12- Design of a multi-fruit dryer: Case of Mango ( <i>Mangifera indica</i> L.), Banana ( <i>Musa acumanita</i> L.), Paw-paw ( <i>Carica papaya</i> L.) and Pineapple ( <i>Ananas comosus</i> L.).....	105
13- Developpement d'un Equipement Approprié de Pretraitement et de Séchage : Application au Gombo ( <i>Abelmoschus Esculentus</i> L. Moench).....	106
14- Preliminary study of the implementation of a biogas production unit by mathematical modeling: case study of the abiergue basin .....	107
15- Microwave Pre-treatment of Wastes-Stems of <i>Hibiscus Sabdariffa</i> and <i>Solanum Scabrum</i> for Biogas Production .....	113
16- Bio-Oil and Biochar Production by Pyrolysis to Vacuum Microwave from <i>Triplochiton Scleroxylon</i> Wood ( <i>Ayous</i> ) .....	123
17- Bio-oil and biochar production by microwave vacuum pyrolysis from empty fruit bunches .....	136
18- Les dechets comme source de production de l'énergie. ....	152
19- Influence of moisture on the operation of a mono-crystalline based silicon photovoltaic cell: A SCAPS 1 D numerical study.....	153
20- Evaluation of the performance of a monocrystalline photovoltaic solar module by neuro-fuzzy system	154
21- Power efficiency analytical modeling of the tri-layer solar cells based on energy gap .....	155
22- L'enseignement et la recherche sur les energies renouvelables en contexte universitaire de lmd et de formation professionnelle par les competences : elements de pedagogie pour une amelioration de la qualite de la professionnalisation .....	156
23- Comparison of performance optimization criteria for absorption refrigeration systems.....	163
24- Application of neural networks to the prediction of solar radiation: the case of the city of ESEKA	164
25- Climate disruption and sustainability: models of resilient commercial energy facilities in Central Africa	165
26- Assessment of the sustainable housing context in Cameroon* .....	167
27- "modelling and simulation of the drying kinetics of ripe and unripe mangoes and design of an appropriate dryer" .....	169
28- Impacts de la construction du barrage hydroélectrique de Memve'ele sur la distribution Spatiale du plancton sur un tronçon du fleuve Ntem (Sud-Cameroun).....	170
29- Processus de production de biogaz : technologie de pretraitement de biomasse.....	176
30- Optimization of dewatering impregnation soaking process and subsequent drying of mango ( <i>Mangifera indica</i> L. Moench). ....	191
31- Presentation of Wilson University-Advanced School of Applied Sciences of Bertoua.....	192
32- Energy efficiency of photovoltaic plant using RETScreen Expert software .....	194
33- Gestion d'énergie pour un système d'énergie photovoltaïque autonome .....	195
34- Investigating the Influence of Presence or Absence of Nutrients from a Biogas Plant on Microalgae Groth and Biodiesel Yield.....	201
35- Production of Azadiratcha Indica Oil Biodiesel by Heterogeneous Catalysis Combined with Microwave .....	203
36- Study of the thermal performance of a variable air flow PVT system: application on an indirect solar dryer .....	205
37- Mise sur pied d'une usine de fabrication d'emballages biodegradables entierement alimente par un couplage d'énergie photovoltaïque et d'énergie biomasse dans la region de l'Adamaoua. ....	207

38- Le recyclage et la récupération des matériaux à partir d'un module PV usagé .....	210
CERÉMONIE DE CLÔTURE.....	212
6 <sup>ème</sup> conférence ANSOLE sur les énergies renouvelables .....	213
Discours de clôture de la 6e conférence ANSOLECAM 2019 par Madame le Recteur de l'Université de Ngaoundéré, Représentant de Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur .....	216
ANNEXES .....	218
ANNEXE 1 : LISTE DES PARTICIPANTS ET DES MÉDIAS .....	219
LISTE DES PARTICIPANTS DE LA CONFERENCE.....	220
LISTE DES MEDIAS .....	223
ANNEXE 2 : CONTACT DES INSTITUTIONS PARTENAIRES .....	224
A propos de l'Université de Ngaoundéré .....	225
A propos de l'ENSAI .....	226
About ANSOLE: .....	228
A propos de l'AUF .....	229
A propos du CAMREN : .....	230
A propos de l'EGCIM : .....	231
A propos de l'IUT : .....	232
A propos de la Faculté des Sciences : .....	234
LISTE DES ABBREVIATIONS .....	235
LA CONFÉRENCE EN IMAGES.....	237
INDEX DES AUTEURS.....	245
INDEX DES MOTS CLES .....	247
TABLE DES MATIÈRES .....	248
CV COURT DES EDITEURS SCIENTIFIQUES .....	252

## The 17 Sustainable Development Goals (SDGs) to Transform our World

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>



## CV COURT DES EDITEURS SCIENTIFIQUES



**Martin KAMTA**, est Maître de Conférence à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré. Ses principaux domaines de recherche sont la physique des cellules solaires et des systèmes photovoltaïques. Il est actuellement le chef de la section thématique "Énergie solaire" de la Cameroon Physical Society et le point focal d'ANSOLE à l'Université de Ngaoundéré au Cameroun.

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;

Tel : (+237) 695098264

**Courriel** : : [martinkamta@gmail.com](mailto:martinkamta@gmail.com)



**César KAPSEU**, est Professeur titulaire à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré. Expert en procédés et énergie. Il est également Officier de l'Ordre du mérite Camerounais, Médaillé Chevreuil (Paris, France), AFGRAD/ATLAS Alumni Award (USA), Chef d'antenne des anciens boursiers Français de Ngaoundéré, Représentant du réseau Africain pour l'énergie solaire (ANSOLE) en Afrique Centrale.

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;

Tel : (+237) 677 64 12 11,

**Courriel** : : [kapseu@yahoo.fr](mailto:kapseu@yahoo.fr)



**Emmanuel JONG NSO**, est Professeur titulaire, spécialiste des bioprocédés, Chef de Département de génie des procédés et Ingénierie, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;

Tel : (+237) 699546227

**Courriel** : : [nso\\_emmanuel@yahoo.fr](mailto:nso_emmanuel@yahoo.fr)



**Claude Vidal ALOYEM KAZE**, est Enseignant au *Higher Technical Teachers Training College*, Bambili, Université de Bamenda. Formateur certifié de KOREATECH, Corée du Sud, formateur de formateurs à l'Institut National de Formation Professionnelle et de Développement de Programmes du Ministère de l'Emploi et de la Formation professionnelle (MINEFOP). Il est également le représentant national d'ANSOLE (Réseau Africain pour l'Energie Solaire) au Cameroun.

**Contact** : *Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon*

**Courriel** : : [kazealoyem@yahoo.fr](mailto:kazealoyem@yahoo.fr)



**Daniel AYUK MBI EGBE**, est Professeur associé au « *Linz Institute for Organic Solar Cells, Johannes Kepler University* », Autriche. Initiateur et coordonateur de l'African Network for Solar Energy (ANSOLE) ([www.ansole.org](http://www.ansole.org)) ainsi que fondateur et président du conseil d'administration d'ANSOLE Germany e.V. Il est membre des sociétés chimiques allemande (GDCh) et américaine (ACS).

**Contact** : *Linz Institute for Organic Solar Cells, Johannes Kepler University*, Autriche.

Tel : 0043-732-246-8870.

Fax : 0043-732-246-8870

**Courriel** : : [Daniel.egbe@ansole.org](mailto:Daniel.egbe@ansole.org)



**Martin KAMTA**, est Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré. Ses principaux domaines de recherche sont la physique des cellules solaires et des systèmes photovoltaïques. Il est actuellement le chef de la section thématique "Énergie solaire" de la Cameroon Physical Society et le point focal d'ANSOLE à l'Université de Ngaoundéré au Cameroun.

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;  
Tel : (+237) 695098264  
**Courriel** : [martinkamta@gmail.com](mailto:martinkamta@gmail.com)



**César KAPSEU**, est Professeur titulaire à l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré. Expert en procédés et énergie. Il est également Officier de l'Ordre du mérite Camerounais, Médaillé Chevreuil (Paris, France), AFGRAD/ATLAS Alumni Award (USA), Chef d'antenne des anciens boursiers Français de Ngaoundéré, Représentant du réseau Africain pour l'énergie solaire (ANSOLE) en Afrique Centrale.

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;  
Tel : (+237) 677 64 12 11,  
**Courriel** : [kapseu@yahoo.fr](mailto:kapseu@yahoo.fr)



**Emmanuel JONG NSO**, est Professeur titulaire, spécialiste des bioprocédés, Chef de Département de génie des procédés et Ingénierie, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles de l'Université de Ngaoundéré

**Contact** : Ecole Nationale Supérieure des Sciences Agro-Industrielles, BP : 455 Université de Ngaoundéré-Cameroun ;  
Tel : (+237) 699546227  
**Courriel** : [nso\\_emmanuel@yahoo.fr](mailto:nso_emmanuel@yahoo.fr)



**Claude Vidal ALOYEM KAZE**, est Enseignant au *Higher Technical Teachers Training College*, Bambili, Université de Bamenda. Formateur certifié de KOREATECH, Corée du Sud, formateur de formateurs à l'Institut National de Formation Professionnelle et de Développement de Programmes du Ministère de l'Emploi et de la Formation professionnelle (MINEFOP). Il est également le représentant national d'ANSOLE (Réseau Africain pour l'Energie Solaire) au Cameroun.

**Contact** : *Higher Technical Teachers Training College, Bambili, University of Bamenda, Cameroon*  
Tel :  
**Courriel** : [kazealoyem@yahoo.fr](mailto:kazealoyem@yahoo.fr)



**Daniel AYUK MBI EGBE**, est Professeur associé au « *Linz Institute for Organic Solar Cells, Johannes Kepler University* », Autriche. Initiateur et coordinateur de l'African Network for Solar Energy (ANSOLE) ([www.ansole.org](http://www.ansole.org)) ainsi que fondateur et président du conseil d'administration d'ANSOLE Germany e.V. Il est membre des sociétés chimiques allemande (GDCh) et américaine (ACS).

**Contact** : *Linz Institute for Organic Solar Cells, Johannes Kepler University, Autriche.*  
Tel : 0043-732-246-8870.  
Fax : 0043-732-246-8870  
**Courriel** : [Daniel.egbe@ansole.org](mailto:Daniel.egbe@ansole.org)