



ISSN 2630-0958
Journal de Physique de la Soaphys
J. P. Soaphys



Volume 2, Numéro 2 - Décembre 2020
SOAPHYS[©]

Journal de Physique de la Soaphys
Volume 2, Numéro 2, Décembre 2020

Directeur de publication

- Prof. Jean KOULIDIATI

Comité scientifique

- Prof. Jean CHABI OROU (Benin)
- Prof. Félix HONTINFINDE (Benin)
- Prof. Dieudonné Joseph BATHIEBO (Burkina Faso)
- Prof. Frédéric OUATTARA (Burkina Faso)
- Prof. Adama DIAWARA (Côte d'Ivoire)
- Prof. Vafi DOUMBIA (Côte d'Ivoire)
- Prof. Abdramane BA (Mali),
- Prof. Badié DIOURTHE (Mali),
- Prof. Saïdou MADOUGOU (Niger)
- Dr. Haoua AMADOU, MC (Niger)
- Prof. Kossi NAPO (Togo)
- Prof. Magolmèèna BANNA (Togo)
- Prof. Oumar KA (Sénégal)
- Prof. Diouma KOBOR (Sénégal)

Rédacteur en chef

- Prof. Antoine BERE (Burkina Faso)

Rédacteur en chef adjoint

- Dr. Milohum Mikesokpo DZAGLI, MC, (Togo),

Secrétaire technique

- Dr. Sié Zacharie KAM, MA, (Burkina Faso)

Journal de Physique de la Soaphys
Volume 2, Numéro 2, Décembre 2020

SOMMAIRE

Thermal destruction of gas generated from household waste <i>Palm et al.,</i>	.....	C20A15 :1-5
Energy calculations of the (2p ² 1D); (3d ² 1G) and (4f ² 1I) doubly excited states of helium isoelectronic sequence ($Z \leq 20$) via the modified atomic orbital theory <i>Sow</i>	.....	C20A16 :1-7
Potentiel érosif de la pluie : identification du meilleur estimateur d'énergie cinétique de la pluie à partir des données de dropsize distribution (DSD) de pluies mesurées au nord-ouest du Bénin <i>Adjikpe et al.,</i>	.....	C20A17 :1-5
Le carbone 14 (¹⁴ C) un traceur idéal pour la surveillance de la pollution atmosphérique en dioxyde de carbone (CO ₂) anthropogénique dans la zone de Dakar <i>Sène et al.;</i>	.....	C20A18 :1-8
Influences of local materials on the building behavior and evaluation of the cooling loads <i>Amadou et al.,</i>	.....	C20A19 :1-7
Evaluation du potentiel en petite hydroélectricité du bassin versant de Wassadou en utilisant le modèle hydrologique SWAT <i>Ndiaye et al.,</i>	.....	C20A20 :1-9
Modélisation de la distribution granulométrique des gouttes de pluie par la loi gamma généralisée <i>Kougbeagbede et al.,</i>	.....	C20A21 :1-5
Adaptive proportional integral controller based on ANN for DC link voltage control single-phase inverter connected to grid <i>Traoré et al.,</i>	.....	C20A22 :1-6
Evaluation du pouvoir méthanogène de la jacinthe d'eau sur le lac Nokoué à Ganvie au Bénin <i>Dohou et al.,</i>	.....	C20A23 :1-5
Evaluation du potentiel de production du biogaz émanant des déchets organiques : cas de Bamako <i>Koné et al.,</i>	.....	C20A24 :1-6
Modélisation du rayonnement solaire global incident sur un plan horizontal et incliné par quatre modèles semi-empiriques sur le site de la ville de Ouagadougou <i>Ouédraogo et al.,</i>	.....	C20A25 :1-9
Modélisation et simulation d'un bâtiment classique vers un bâtiment à énergie positive (BEPOS) <i>Sawadogo et al.,</i>	.....	C20A26 :1-7
Recherche de tendances récentes dans les séquences sèches : cas des stations synoptiques du Bénin <i>Gnihatin et al.,</i>	.....	C20A27 :1-17
Theoretical and experimental analysis of a boost converter <i>Badiane et al.,</i>	.....	C20A28 :1-9

EVALUATION DU POTENTIEL DE PRODUCTION DU BIOGAZ EMANANT DES DECHETS ORGANIQUES : CAS DE BAMAKO

Koné Moussa ¹, Danioko Fadaba ^{1,2,*}, Dansoko Mamadou ¹, Addouche Sid-Ali ²,
Tchoffa David ², El-Mhamedi Abderrhman ²

¹Centre de Calcul de Modélisation et de Simulation, Faculté des Sciences et Techniques de Bamako, Université des Sciences Techniques et Technologies de Bamako (USTTB), Bamako, Mali

²Equipe MGSI, Laboratoire Quartz EA n° 7393, IUT de Montreuil, Université de Paris 8, 140, rue de la Nouvelle France, 93100 Montreuil, France.

* loifad@gmail.com

INFOS SUR L'ARTICLE

Historique de l'article:

Reçu le : 24 novembre 2020

Réçu en format révisé le : 06 mai 2021

Accepté le : 11 mai 2021

Mots-Clés: valorisation énergétique, biogaz, déchets organiques, co-génération, trigénération

Keywords : energy recovery, biogas, organic waste, co-generator, tri-generator

RESUME

La transition énergétique vers les énergies renouvelables a poussé les pays notamment ceux du sahel à utiliser au mieux les énergies renouvelables. Parmi ces énergies renouvelables, le biogaz contribue aux défis énergétiques et environnementaux des populations. Dans ce papier, nous proposons une méthodologie capable à la fois de produire du froid et d'électricité à partir des déchets organiques. L'approche proposée donne une étude du potentiel et de la disponibilité des déchets (analyse de la disponibilité, caractérisation des déchets, etc.), une conception et dimensionnement du système de conversion (centrale à déchets), une modélisation et simulation du processus de production de froid et d'électricité sous le logiciel « ThermoOptim ». Les résultats obtenus notamment pour le cas de Bamako (capitale du Mali) donnent la quantité journalière de biogaz (déchets méthanisables) de 1544 tonnes/j dont celle du méthane est de 14479,084 m³/j et celle de l'énergie primaire est de 143,922 MWh/j. L'énergie thermique convertible en froid est de 57,93 MW/j et l'énergie électrique est de 52,475 MW/j. Par ailleurs, la simulation a permis d'une part de comprendre le processus thermodynamique, d'obtenir des résultats intéressants sur l'analyse de la biomasse soit 60,51% de matières sèches et 39,08 % de matières organiques pour le cas de Bamako et d'autre part de faire les analyses environnementale et économique. L'application de ce travail peut combler un déficit énergétique par rapport à la demande énergétique (froid, électricité) qui croît 10% environ par an.

I. INTRODUCTION

Avec l'explosion démographique urbaine, les besoins de l'homme et son désir d'épanouissement constant entraînent des changements de comportement et induisent une production massive de déchets qui peuvent nuire rapidement à l'environnement et voir même à la quiétude de la population environnante si l'on ne met pas en place une vraie politique de gestion de ces déchets (Pires and Martinho, 2019).

Bien sûr, la gestion des déchets dans les pays en voie de développement comme le Mali est une situation beaucoup plus préoccupante à cause du retard dans la prise en charge de ces déchets et leur valorisation à travers soit des politiques de recyclage ou de production de froid et d'électricité. Alors la prise de conscience face à la gestion des déchets et leur valorisation en termes d'énergies commencent à se faire sentir un peu partout. En effet, la politique de recyclage des déchets ou de

production de froid et d'électricité notamment au Mali semble être un tremplin pour répondre au déficit énergétique que connaissent la population et le secteur industriel. Ce choix permettra sans doute de préserver l'environnement mais surtout de faire face à un problème criard de santé publique et de soutien énergétique dans la chaîne de production d'électricité.

Face à ces avantages cités et l'intérêt de recherche que révèle la valorisation énergétique des déchets, la production du froid et d'électricité à partir des déchets dans le district de Bamako se justifie à plus d'un titre à cause de sa densité de population et de son évolution galopante : prolifération des déchets de toute nature, énormes difficultés liées à la collecte et au traitement des déchets.

Par ailleurs, le manque de données sur la caractérisation des déchets en Afrique (Ntalani et al., 2020) et en particulier à Bamako constitue vraiment un préalable à toute stratégie de gestion des déchets. Ce manque de données freine aussi la mise en place d'une politique efficace sur la situation des déchets, en termes de la gestion et de valorisation dans le district de Bamako.

Aussi, la production d'énergie est un défi de grande ampleur pour les années à venir ; les besoins énergétiques des populations et des sociétés industrialisées ne cessent d'augmenter notamment pour les pays en voie de développement dont la plupart d'entre eux n'ont pas de sources d'énergie sûres, convenables et bon marché [(Koné and al., 2018) ;(kanté and al., 2017)].

Compte tenu du contexte actuel de lutte contre le changement climatique (par exemple COP, 23) et conformément aux politiques énergétiques du Mali relatives aux énergies renouvelables, la bioénergie utilisant la fermentation anaérobie de la biomasse pour produire du biogaz apparaît comme une alternative pour répondre aux besoins énergétiques et aux problèmes de gestions des déchets.

En effet, ce travail vise d'une part à étudier la faisabilité de la production du froid et d'électricité à partir des déchets organiques dans le district de Bamako et d'autre part, proposer une démarche structurée basée sur la méthode de valorisation des déchets en biogaz afin de fournir du froid et d'électricité. Il s'agit spécifiquement de :

- faire une brève étude socio-environnementale ;
- évaluer des déchets organiques du district de Bamako ;
- définir la valorisation énergétique appropriée aux déchets organiques dans le contexte de Bamako ;
- concevoir une installation capable de produire du froid et l'électricité ;
- dimensionner une unité de production du froid et d'électricité ;
- modéliser et simuler le processus.

Dans la littérature, quelques travaux se sont intéressés à la valorisation énergétique des déchets. Ainsi, on peut retenir les travaux relatifs à la cogénération-trigénération, par exemple les travaux de [Heteu, 2003] traitent la valorisation énergétique de la biomasse basée sur le système de cogénération-trigénération pour produire de l'électricité, de la chaleur et/ ou du froid. Les résultats obtenus montrent que l'économie d'énergie procurée par la production combinée (électricité et chaleur) dépend fortement de la référence choisie et, en cas de trigénération, de la proportion de chaleur utilisée pour la production du froid.

Dans les travaux concernant les mesures quantitatives et qualitatives des déchets organiques [(Menyuka and al.,2020) ; (Wafi and al., 2019)] ; ils font une évaluation des potentiels méthanogènes et une caractérisation des déchets organiques à travers des mesures.

Leur démarche proposée a donné de bons résultats sur la détermination des caractéristiques physico-chimiques, ainsi que l'évaluation du potentiel méthanogène (limites par rapport à notre étude).

Dans les travaux concernant l'optimisation des systèmes de conversion (coût, composants du système), on peut y citer les travaux abordant les problèmes de cogénération d'hydrogène et d'électricité qui doivent être traités à l'aide d'un critère énergétique afin d'analyser les performances de chacun des composants du système de cogénération pour son optimisation (Liu and al.,2020). Pour cela, ils prennent en compte le critère économique représentant le coût total sur la durée de vie des systèmes étudiés. Les résultats obtenus sont satisfaisants dans la qualité du système de cogénération.

Dans les travaux concernant la production du biogaz à partir des déchets organiques notamment ceux de [Boyer et al., 2009] ; (Gwogon, 2013)], ils s'intéressent soit à la problématique des transports (source d'émission de gaz à effet de serre) ou à la production de l'électricité à partir du biogaz en faisant une étude technico-économique. Les résultats obtenus sont encourageant dans le cadre de la production du biogaz ainsi que la synthèse du pétrole mais tous ces deux travaux ne mettent pas en relief la production du froid et d'électricité. Des travaux similaires aux précédents mais avec l'étude des paramètres influençant le processus de méthanisation ont été réalisés (Abakar, 2014). Ils traitent la quantification des sources de déchets, les bases biologiques de la méthanisation ainsi que les paramètres influençant la méthanisation dans la ville de Ouagadougou et environnant. Ils proposent la mise en place d'une stratégie d'organisation logistique et l'optimisation des scénarios d'approvisionnement mais ces travaux ne prennent pas en compte le volet de production du froid.

Par ailleurs les travaux proposés par [(Boumediene et Djamila, 2014) ;(Saghir and Naimi, 2019)] s'appuient sur la valorisation énergétique. Ils visent la conversion énergétique de la biomasse et la production du biogaz par le processus de méthanisation anaérobie de des boues d'épuration primaires actives obtenues après traitement des eaux résiduaires urbaines. Les résultats obtenus montrent l'efficacité de la conversion énergétique de la biomasse (boues résiduaires urbaines).

Mais tous ces travaux ne donnent pas des modèles intégrant la production du froid ou la modélisation du processus de production de froid et d'électricité harmonique. Aussi, les résultats obtenus dans la plupart de ces travaux ne prennent en compte ni les aspects de la production du froid ni le choix technologique pour la production d'électricité et du froid. Il reste parfois nécessaire de vérifier aussi l'efficacité de la technique de modélisation et régulation proposée.

En effet, notre papier traite la valorisation énergétique des déchets pour produire du froid et d'électricité. Le reste de ce papier est subdivisé comme suit : la deuxième

section concerne la démarche proposée, la troisième donne les résultats et discussions à ce travail et enfin nous donnerons une conclusion et perspectives à ce travail.

II. METHODOLOGIE

Dans ce papier, nous proposons la méthodologie suivante comme l'indique la figure 1 :

- une étude du potentiel et de la disponibilité des déchets ;
- la conception et dimensionnement de la centrale à déchets ;
- la modélisation et simulation du processus de production du froid et d'électricité sous le logiciel Thermoptim.

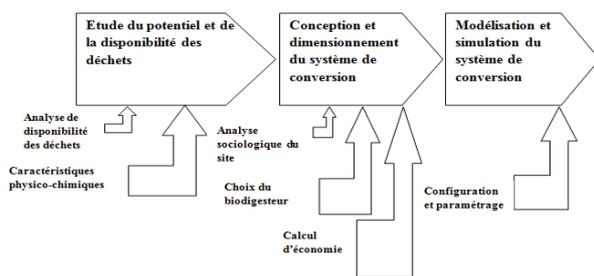


Figure 1 : Méthodologie proposée

2.1. Étude du potentiel et de la disponibilité des déchets

Analyse de la disponibilité : Le potentiel des déchets organiques dépend de la densité de la population, mais aussi de la nature des activités menées. A ce propos, une évaluation de la mairie du district de Bamako estime que la production est de 1544 tonnes /j soit une production de 563560 tonnes/an. Ces informations sont obtenues via les différents services de collecte de déchets à savoir : l'ozone, les mairies, les Groupements d'Intérêts Economiques (GIE).

Caractéristiques physiques : Nous faisons des prélèvements sur des échantillons de déchets organiques et nous les analysons au point de vue composition physique et physico-chimique (masse volumique, pourcentage d'humidité, pourcentage de matière sèche, proportion en matière organique, proportion en matière minérale).

Pour ce faire, nous relevons un kilogramme de déchets organiques dans différents sites de la capitale du Mali : le site de transit 1 à côté du stade Modibo Keita, le site 2 non loin du cimetière de Lafiabougou, le site de transit 3 près de la Faculté de droit privé, le site 4 à la mairie de Yirimadjo, le site5 à côté de l'usine Toguna sur la route de Senou, le site 6 à proximité du nouveau marché de Niamakoro. L'analyse physico-chimique de ces déchets organiques permet de déterminer d'une part, leur capacité méthanogène et d'autre part, d'évaluer leur potentiel en biogaz. Nous présentons ici, les tableaux récapitulatifs des paramètres analysés pour l'échantillon de chaque site.

Les masses volumiques sont déterminées à partir de la formule 01.

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{01}$$

Le pourcentage d'humidité d'un déchet organique est calculé grâce à la formule 2 par différence des deux poids de chaque échantillon avant et après séchage.

$$\% H = \frac{(M_0 - M_1) \times 100}{M_0} \tag{2}$$

$$\% MS = 100 - \%H \tag{3}$$

Où:

- M_0 = Masse initiale de l'échantillon.
- MS = Masse de matière sèche.
- M_1 =Masse finale de l'échantillon après séchage.

Tableau.1. Pourcentage d'humidité (% en eau)

Sites de production de déchets organiques	Site 1	Site 2	Site 3	Site4	Site 5	Site 6
M_0 (Kg)	0,75	1,15	0,71	1,2	0,70	0,92
M_1 (Kg)	0,45	0,71	0,45	0,71	0,55	0,48
$(M_0 - M_1) \times 100$	30	44	26	49	15	44
%H	40	38,26	36,61	40,83	21,42	47,82

La proportion en matière sèche se calcule à partir de la formule 3 ; les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2.

Tableau 2. Pourcentage de matière sèche

Sites de production de déchets organiques	Site 1	Site 2	Site 3	Site4	Site 5	Site 6
%H	40	38,26	36,61	40,83	21,42	47,82
$MS = (100 - \%H)$	60	61,74	63,39	59,17	78,58	52,18

Caractéristiques chimiques : Elles consistent à déterminer le pourcentage de la matière organique mais aussi la composition en matière minérale.

- Le pourcentage de la matière organique : La proportion en Matière Organique (MO) ou tout simplement la teneur en solides volatiles totales (SVT) est déterminée par différence de pesée entre la masse des déchets secs (M_1) et la masse des déchets brûlés à une température d'au moins 600°C (M_2) jusqu'à ce que nous obtenons un poids qui reste constant pendant un certain nombre d'heures. Cette valeur est calculée au moyen de la formule suivante :

$$\% MO = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M_1} \tag{4}$$

Tableau 3. Proportion en matière organique.

Sites de production de déchets organiques	Site1	Site2	Site3	Site4	Site 5	Site6
M ₁	0,45	0,71	0,45	0,71	0,55	0,48
M ₂	0,28	0,43	0,31	0,35	0,31	0,31
%MO	37,77	39,43	31,11	50,70	40	35,50

Après analyse du tableau 3, nous obtenons en moyenne une proportion en matière organique de 39,08 % sur les déchets des différents sites de production. Par conséquent, cette valeur sera utilisée dans l'estimation de la quantité de déchets biodégradables dans la ville de Bamako. Pour avoir la quantité de déchets biodégradables, il suffit de faire le produit de la valeur moyenne obtenue par la production journalière.

$Q = 1\ 544\ 000 \times 39,08/100 = 603\ 395,2\text{Kg/j}$. Cette valeur n'est autre que la quantité de déchets biodégradables ou décomposables.

On peut aussi intégrer la détermination de la proportion de matière minérale (MM) en incinérant l'échantillon à 600°C. On y obtient de la cendre (résidu de matière inorganique) de masse M₂ qui constitue la matière minérale. En effet, la mesure du poids de la fraction des résiduelles par la perte due à la calcination du feu nous a permis de déterminer le pourcentage de la matière minérale de ces déchets grâce à la formule 05 :

$$\% MM = M_2 \times \frac{100}{M_1} \quad (5)$$

2.2. Conception et dimensionnement de la centrale à déchets

Pour choisir la technologie appropriée capable de répondre à notre besoin, nous faisons une large étude de conception et de dimensionnement. Cette étude nous permettra de choisir convenablement l'ensemble du dispositif d'étude. Pour ce faire, les points suivants ont été satisfaits :

a) Brève analyse sociologique de l'environnement d'étude

Nous devons faire une étude relative sur l'étendue du pays, sa population et leurs activités de production de déchets. Ici, dans notre cadre d'étude qui est le Mali dont sa capitale Bamako est devenue aujourd'hui une vraie zone commerciale et industrielle. Nous avons ciblé à Bamako un lieu d'emplacement compte tenu de nos enquêtes sociologiques (position géographique, coût de logistique des déchets). Alors les études nous ont menées sur la centrale à déchets sise à la zone aéroportuaire sur la route de Sénou, à côté du site de dépôt d'ordures près de l'usine Toguna Industrie-Sa.

b) Choix du type de biodigesteur

Les digesteurs anaérobies sont généralement classés en 3 grandes catégories, en fonction de la fréquence ou mode d'alimentation. Parmi ces catégories, nous avons choisi le digesteur continu en raison de ses atouts dans les installations de grande taille par rapport aux autres digesteurs (discontinu, semi-continu). La figure 2 nous donne un schéma synoptique de l'ensemble des installations pour assurer la production du froid et d'électricité.

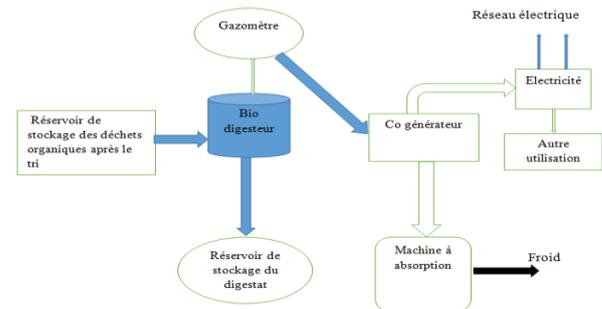


Figure 2 : Schéma synoptique de l'installation intégrale

Le processus de l'installation se décrit ainsi :

Les déchets après tri sont transportés au moyen des camions et autre pour y être stockés dans un réservoir. De ce réservoir, les déchets triés sont acheminés au biodigesteur qui produit en effet grâce au processus naturel de fermentation de la matière organique en absence de l'oxygène (digestion anaérobie) du biogaz.

Après le biodigesteur, le produit poursuit son chemin dans le réservoir de stockage où l'on obtient un résidu appelé digestat (une sorte de forme de mélange liquide) que l'on sèchera. Par ailleurs, dans le processus intervient le gazomètre, une enceinte qui y conserve le gaz produit avant son utilisation et alimente à son tour le cogénérateur qui peut générer deux sortes d'énergie : Une énergie mécanique qui sert à tourner l'arbre d'un alternateur et une énergie thermique qui sera envoyé dans une machine à absorption pour produire du froid.

c) Calcul des économies d'énergie

Pour tout travail intéressant, un calcul d'économie d'énergie s'impose quel que soit le type de système de cogénération ou de trigénération. Ce calcul s'effectue au moyen d'un index (I) qui représente le gain relatif d'énergie primaire par rapport à la production distinct ou séparée d'électricité, chaleur et froid. L'index économique d'énergie est déterminé par la formule 6 :

$$I = \frac{P' - P}{P} = 1 - \frac{1}{\frac{\alpha_E}{\eta_E} + \frac{COP}{COPC} \times \frac{\alpha_Q}{\eta_E} \lambda + (1 - \lambda) \frac{\alpha_Q}{\eta_Q}} \quad (6)$$

Où :

- P et P' les quantités d'énergie consommées respectivement en production combinée et séparée pour combler les besoins d'électricité (E), de froid (Pf), et de chaleur (Q).

- COP est le coefficient de performance de l'unité réfrigérateur par ab/adsorption.
- COPC est le coefficient de performance de l'unité réfrigérateur par compression.
- α_Q et α_E sont les rendements thermique et électrique du groupe de cogénération.
- η_Q et η_E sont les rendements thermique (respectivement côté électrique) de la chaudière et électrique (respectivement côté centrale) de référence.
- λ est la fraction de chaleur cogénérée utilisée pour produire le froid.

2.3. Modélisation et simulation du processus de production du froid et d'électricité.

La modélisation numérique joue un rôle prépondérant dans la recherche et le développement humain (Liebgott and Vizinho-Coutry, 2016). Le but de la modélisation est de traduire le comportement d'une installation en régime permanent et dynamique.

Dans cette modélisation, nous avons choisi le logiciel « ThermoOptim » à cause de son interface manipulable et des atouts de sa librairie riche en fonctionnalités. Nous y avons fait :

- Création du schéma et paramétrage des points et leurs transformations. Pour cela, il faut préciser et créer le schéma de cycle à vapeur en fonction de nos paramètres voulus dans l'éditeur de schéma.

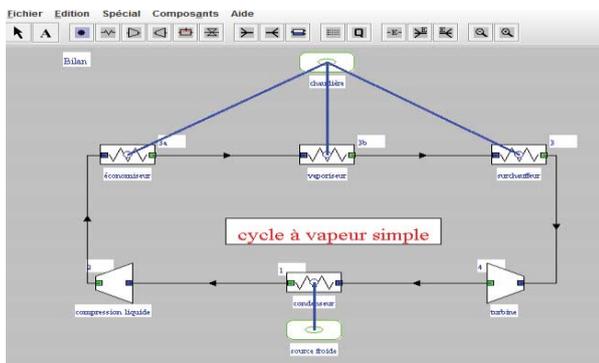


Figure 3 : Cycle à vapeur

- Après création et paramétrage du cycle à vapeur de notre système, nous trouvons des valeurs telles que l'efficacité énergétique, l'énergie utile et même l'énergie payante.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Après la modélisation et simulation du cycle à vapeur du système de cogénération, nous avons obtenus les résultats suivants :

Au point de vue analyse de la biomasse : il en ressort que 60,51% sont des matières sèches et 39,08% sont des matières organiques. La conversion d'une bonne partie de ces matières organiques en méthane et dioxyde de carbone a pour conséquence de diminuer le rapport carbone/azote (C/N) du digestat par rapport au mélange

entrant. Au fait, le rapport C/N permet de juger la stabilité du process et doit se situer entre 10 et 30 environ selon l'agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME, 2011).

Au point de vue évaluation de performance : nous avons fait une évaluation de la production journalière du biogaz, de méthane et d'énergie primaire dans le tableau 4.

Tableau.4. Production quotidienne de biogaz, méthane et d'énergie primaire

Masse des déchets par jour (en tonnes)	Masse des déchets biodégradables par jour (en tonnes)	Composition en matière organique des déchets (%)
1 544	603,395	39,08

Production quotidienne de biogaz (en m³)	Production quotidienne de méthane (en m³)	Production quotidienne d'énergie primaire(en m³)
18 098,856	14 479,087	143 922,094

Au point de vue quantité d'énergie produite : Elle a été déterminée sur la base de la disponibilité de la machine et celle du biogaz qui est de 95%. Les rendements électrique et thermique de notre moteur à gaz (Caterpillar, type G3520C, 2077 kW maxi, 1500 tr/min, 50 Hz) valent respectivement 40,4% et 44,6%. Le tableau 5 donne la quantité d'énergie produite.

Tableau.5. Détermination de la quantité d'énergie produite.

Formes d'énergie	Quantité produite par an	Vendue 97%
Énergie électrique (kWh)	19 153 533,41	18 578 927,407
Énergie thermique (kWh)	21 144 742,365	20 510 400,094

Au point de vue analyse environnementale : De nos jours, l'impact environnemental constitue un critère sélectif dans le choix de la technologie appropriée voir adaptée. Ce choix permet de lutter contre la pollution. La quantité de dioxyde de carbone que l'on évitera de jeter dans la nature peut être calculée au moyen du logiciel « DIGES ».

Au point de vue analyse économique : L'analyse économique de ce projet est fonction de plusieurs paramètres tels que le coût d'investissement, le coût des opérations de maintenance, les recettes qui sont au nombre de quatre à savoir : les recettes issues de la vente de la production d'électricité, les recettes obtenues de la vente du froid, les recettes issues du compost et enfin les recettes issues de la vente des crédits de carbone non rejetés. Ce coût d'investissement du projet est estimé à 4 081 305 000 FCFA et le prix de vente de l'électricité et du froid est de 50 FCFA.

Les revenus dus aux composts et aux crédits de carbone seront calculés à part. Par ailleurs, il est à noter que les divers impôts et taxes n'ont pas été pris en compte de même que le coût de raccordement au réseau électrique.

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans ce papier, nous avons pu mettre en valeur le potentiel de disponibilité du biogaz via nos échantillonnages sur les différents sites de dépôt de déchets. Cette étude, après différentes analyses physico-chimiques, nous a permis de savoir qu'avec une production journalière de déchets estimée à 1 544 tonnes/j dont 603,395 tonnes/j sont méthanisables ; il est possible de produire 18 098,856 m³/j de biogaz. Avec une telle quantité de biogaz, on peut produire une énergie électrique de 52 475,434 kWh/j et une énergie thermique chiffrée à 57 930,801 kWh/j transformable en froid.

Nous avons également fait une conception et dimensionnement du système de conversion capable d'assurer la production de froid et d'électricité.

Aussi la modélisation et simulation sous «Thermoptim » nous a donné tout le processus thermo-chimique de notre système de conversion afin d'optimiser son rendement selon le cycle de vapeur choisi.

Dans les travaux futurs, il est possible de renforcer :

- l'essai pratique ;
- l'évaluation économique avec des logiciels spécialisés ;
- l'analyse de la composition de la biomasse ;
- la qualité de la production avec la prise en compte d'autres matières organiques dans les déchets ;
- la politique de prétraitement des déchets organiques biodégradables.

REFERENCES

Abakar A. B., 2014. Etude de faisabilité et stratégie d'approvisionnement d'une centrale de Bioénergie : Cas d'Afrique d'énergies. Mémoire de master en ingénierie, université 2iE.

Ademe. La méthanisation comment se transforme la matière organique en énergie. <https://bourgogne-franche-comte.ademe.fr/sites/default/files/comment-se-transforme-la-matiere-organique-en-energie.pdf>, le 18/05/2011

Boumediene K. F., Djamila M. A., 2014. Etude sur la valorisation énergétique par conversion biomasse de boues résiduaires urbaines-cas de la station d'épuration ONA-Tlemcen. Mémoire de Master (option: génie thermique et énergies renouvelables), Université Abou Bkr Belkaid-Tlemcen. Présenté et soutenu le 26-06-2014.[en ligne].<http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream>.

Boyer S., Labrunie D and Segard E., 2009. "Fabrication de Biogaz : Synthèse de pétrole par

fermentation à partir de déchets organiques". Group ESAIP, Enseignement supérieur Ecole d'ingénieurs.

Dr. Ing. Heteu P. M. T., 2003. « La cogénération-tri génération » International journal of thermal science, vol 41, pp .1151-1159.

Gwogon M. G., 2013. « Etude de faisabilité sur la production de l'électricité à partir du biogaz à EDEA (Cameroun) ». Mémoire de master université les 2iE, 28 Mars 2013.[en ligne] consulté le 09-10 2019. http://documentation.2ieedu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1795

Kante, B. S., Dansoko, M., Danioko, F., Ouattara, A., & Ba, A., 2017. "The flat-plate solar collector performance according to thermo-physical parameters variation". American Journal of Innovative Research and Applied Sciences. ISSN 2429-5396. Vol.5, Issue3, pp.462-467

Koné D., Danioko F., Tchoffa D., Dansoko M., Addouche S-A., Camara N. and El Mhamedi A. , 2018. "Performance assessment for autonomous photovoltaic systems adapted by the maximum power point tracking control". International Journal of Current Research, 10 (06), 70039-70043.

Liebgett, I., & Vizinho-Coutry, A., 2016. "Integration of the model based design-industrial approach-for teaching engineering science". In: IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) (pp. 697-701). <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2016.7474626>

Liu, X., Nguyen, M. Q., & HE, M. (2020). "Performance analysis and optimization of an electricity-cooling cogeneration system for waste heat recovery of marine engine". Energy Conversion and Management, 214, 112887.

Menyuka, N. N., Sibanda, M., & Bob, U., 2020. "Perceptions of the Challenges and Opportunities of Utilising Organic Waste through Urban Agriculture" in the Durban South Basin". International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(4), 1158.

Ntalani H., Ndinga A. M. E., Banzouzi Mpolo I.G.N.B., Lipinda, A.V., & Ouamba, J. M., 2020. « Essais de valorisation des déchets solides ménagers biodégradables par compostage en milieu urbain au Congo ». Afrique Science, 16(2), 59-69

Pires, A., & Martinho, G., 2019. "Waste hierarchy index for circular economy in waste management". Waste Management, 95, 298-305.

Saghir, M., & Naimi, Y., 2019, July. "Energy Recovery from Waste in Fez city (Morocco)". In: International Conference of Computer Science and Renewable Energies (ICCSRE) (pp. 1-6). IEEE.

Wafi T., Othman A. B., & Besbes, M., 2019. "Qualitative and quantitative characterization of municipal solid waste and the unexploited potential of green energy in Tunisia". Bioresources and Bioprocessing, 6(1), 39.



Journal de Physique de la Soaphys
Volume imprimé avec la contribution de :

