



Title	Management of Greenhouse Gas Emissions of Biogas from Wastewater Treatment in Tunisia Based on Life Cycle Thinking
Author(s)	Chaouali, Salma
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/92878">https://doi.org/10.18910/92878</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## Abstract of Thesis

Name ( CHAOUALI SALMA )	
Title	Management of Greenhouse Gas Emissions of Biogas from Wastewater Treatment in Tunisia Based on Life Cycle Thinking (ライフサイクル思考に基づくチュニジアの下水処理システムからの環境負荷の管理)
<b>Abstract of Thesis</b> <p>In order to meet national goals and international standards to reduce greenhouse gas emissions and limit climate change effects, all the countries are required to revise their activity sectors and identify emissions hotspots and control them. Some regions are more threatened by climate change impacts than others, notably the Middle East and North Africa (MENA) region. In the same context, Tunisia is one of the countries of MENA region aiming at reducing the environmental impacts from wastewater treatment sector and increasing the share of biogas production by 2030. Despite the high connection rate to wastewater treatment network in Tunisia, it is still facing many struggles to advance. For instance, emissions from both wastewater treatment and biogas should constantly checked and managed. Therefore, this thesis studied thoroughly the present situation of biogas sustainability from an environmental point of view in Tunisia since the biogas technology is still not well spread and assessed even though it represents a potential solution for waste management.</p> <p>In the second chapter, a systematic review exploring past research about emissions from biogas especially in wastewater treatment plants was conducted. Several screening phases and criteria allowed to select most relevant papers in this topic. The most highlighted findings stated that the primary sources of emissions were aerobic treatments of wastewater and anaerobic digester leakages. The most used methods to estimate emissions varied from theoretical methods like international guidelines or other mathematical models to on-site measurements using specific tools. The most affected impacts reported from biogas were on human health, global warming and climate change. This topic highlighted that while some countries developed advanced technologies for biogas production and advanced assessment tools, others are still with little to no experience in this field.</p> <p>In the third chapter, the case study Tunisia was presented through its waste and wastewater management situation and objectives. This chapter explained the contradiction between achievements of Tunisia in the wastewater treatment field when it started and the issues hindering its present and future progress.</p> <p>In the fourth chapter, possible greenhouse gas emissions in the case of installation of biogas plants all over the country were predicted. The estimation was done by selecting adequate estimation equations from the literature and collecting specific plant data from Gafsa wastewater treatment plant, the selected representative plant. This prediction revealed that emissions can reach up 126.59 kt CO<sub>2</sub>eq and their main hotspots are nitrous oxide emissions from wastewater treatment by activated sludge, electricity consumption and cogeneration. Best practice from other countries experiences can be applied to limit these emissions. This research helped essentially to clarify the emissions profile when biogas is installed for future improvement suggestions.</p> <p>In the fifth chapter, a life cycle assessment of the current wastewater treatment scenario before biogas implementation was carried to understand the environmental impact of wastewater treatment plants in Tunisia. It revealed that wastewater treatment process and sludge landfill are causing most of the environmental burden of the wastewater treatment plant. By suggesting alternative scenarios and comparing them to the present scenario, it was proven that sludge landfill should better be replaced by sludge drying and that producing biogas reduces the total impact of the plant.</p> <p>The assessment of the impact of these possible opportunities is necessary to improve the wastewater treatment sector and encourage the revision of policies regulating emissions to be better respected by improving the current wastewater treatment scenario in Tunisia by including the suggested options. By doing so, Tunisia will be the pilot in MENA region of solving the slow/stagnant development in its waste management system and accomplish beneficial actions towards the situation of the region in terms of climate change effects.</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( CHAOUALI SALMA )		
	(職)	氏 名
論文審査担当者	主査 教授	東海 明宏
	副査 教授	池 道彦
	副査 教授	近藤 明

## 論文審査の結果の要旨

温室効果ガスの排出を削減し、気候変動の影響を抑制するための国家目標や国際基準を満たすために、すべての国は活動セクターを見直し、排出のホットスポットを特定し、それを制御することが求められている。中東・北アフリカ地域は、気候変動の影響をより強く受ける地域がある中で、とりわけチュニジアは、2030年までに下水処理セクターの環境負荷低減とバイオガス生産比率の向上をめざしている。チュニジアでは、下水処理ネットワークへの接続率が高いため、排水処理装置とバイオガス生成装置の両方からの温室効果ガス排出を常にチェックし、管理する必要がある。そこで、本論文では、チュニジアにおけるバイオガスの持続可能性について、ライフサイクルの視点から考察している。

第1章では、関連研究を整理し、本研究の目的を説明している。

第2章では、チュニジアにおける123か所の下水処理場のデータを集約するとともに、国内における有機性廃棄物のデータ整理から排出特性についてまとめている。

第3章では、中東・北アフリカ諸国を含め2010年以降に限定し、下水処理場におけるバイオガスプラントからの排出特性について系統的レビューを行い、主要な排出源が排水の好気性処理過程であることを見出している。ついで、この排出量を推定する方法をレビューし、理論に基づいて定式化された方法、データの制約の中で実用性を重視した国際的ガイドラインで示された方法をまとめるとともに、国毎の排出量推計の実情を考慮した、手法選択に偏りがあることを見出している。

第4章では、チュニジアにおいて実際に稼働中のGafsa排水処理場を対象とした事例解析を行い、国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による方法ならびに最新の知見を取り入れた推計方法を適用し、排水処理の工程別に排出量を推計し、系統電力に接続した場合、場内利用した場合の推計結果をえている。IPCCの方法では両者はかわらないが、化石燃料由来の有機物からの寄与を考慮すると約1.8倍増加しうることを見出している。このことは、チュニジアの将来の排水処理システムにおいて、化石燃料由来有機物の受け入れ方針に新しい知見を提供するものといえる。

第5章では、Gafsa排水処理場からの温室効果ガス排出によるライフサイクルを通じた環境インパクトの制御可能性を検討するために、現状のシステム以外に3つの将来シナリオを設計し、ライフサイクルインパクト評価をおこなっている。第1のシナリオは、下水汚泥を嫌気性消化後、生成したバイオガスで発電したのち系統電力に接続するものであり、第2のシナリオは、有機性廃棄物も併せて嫌気性消化に加えたシナリオである。そして第3のシナリオは、バイオガスによる発電で直接、下水処理場内で利用するシナリオである。これら3つのシナリオを、ライフサイクルインパクトで評価した結果、いずれのシナリオでも現状より3割超のインパクト削減効果を達成することを明らかにしている。同様な解析を、チュニジア国内の他の2か所の処理場にも適用して、同様の結果が得られることを確認している。さらに、結果の不確実性評価も行い、入力データの不確実性を考慮したとしても結果に著しい変動をもたらすほどのものではないことを確かめている。以上のように、チュニジアにおける現状の下水処理に対する代替シナリオを提案し、現状と比較することで、バイオガスの利活用、汚泥処理法の選択によって総影響を軽減しうることを明らかにしている。

以上のように、本論文は中東・北アフリカ地域の下水処理場からの排出負荷のライフサイクルインパクトの視点から将来シナリオについて興味深い知見を提供しており、環境リスク管理学分野に顕著な貢献をしている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。