



THE SILENT REVOLUTION

Can Sub-Saharan Africa Lead the Future of Renewable Energy?

**Opportunities and Challenges in One
of the World's Most Dynamic Continents**



**DOSSIER
HARAMBEE
2024**



ROMA 2024

INDEX

Introduction.....	4
<i>Rossella Miranda, Manuel Sanchez</i>	
L'Afrique vers un avenir énergétique durable.....	6
<i>Lionel Guemdjo</i>	
Grassroot Innovation as a Catalyst for Driving Sustainable Renewable Energy Solutions in Nigeria	11
<i>Adamu Garba</i>	
RD. Congo, producteur et non consommateur de minerais de la transition énergétique à la base des guerres à l'Est	14
<i>Philémon Muamba Mumbunda</i>	
Electric Bicycles: Transforming Urban Courier Services and Creating Jobs in Africa	21
<i>Francis Nyatundo and Jotham Njoroge</i>	
Carburant électrique et réduction du soufre dans les carburants, l'Afrique est-elle en retard?	23
<i>Serge Parfait Dioman</i>	
Unlocking Africa's Geothermal Potential: Geothermal Atlas for Africa.....	31
<i>Diana Kosgei e Maryvelma Nafula</i>	
Les enjeux et défis du changement climatique en Afrique subsaharienne	36
<i>Atchikiti Kodjo Isaac</i>	
Promotion de l'entrepreneuriat des jeunes et des femmes dans la cadre de la transition énergétique en République Démocratique du Congo	40
<i>Serge Leta Sakonana</i>	

INTRODUCTION I

Rossella Miranda, Harambee Communication Office. Project Manager

Faced with the global urgency of sustainable development and the need to reduce greenhouse gas emissions, sub-Saharan Africa faces unique challenges and unprecedented opportunities.

With the prospect of increasing energy demand due to population growth and economic development, the continent faces the imperative of energy evolution. The latest studies highlight the need to significantly increase investment in renewable energy, recommending an increase from the current \$20 billion to \$100 billion annually by 2030 to support the installation of up to 11,500 gigawatts of global clean energy capacity.

This collection of articles explores the challenges and opportunities related to energy transitions and environmental sustainability in Africa. With contributions from experts with diverse backgrounds, an articulate vision takes shape that reflects the complex socioeconomic context and challenges limiting access to sustainable energy on the continent, while highlighting some innovative solutions suited to local contexts.

The aim of the collection is not to provide an exhaustive analysis, but to present a contribution that expresses a perspective rooted in African reality, moving beyond abstract theories often developed from contexts outside Africa.

INTRODUCTION II

Manuel Sanchez, vice president Harambee Africa Foundation International ETS

In recent years, Sub-Saharan Africa has emerged as one of the regions of greatest interest in the global scenario due to its growing economic, demographic and strategic significance. With a population expected to reach 2 billion by 2050, this area represents one of the last frontiers of economic and human development. Its abundant and diverse natural resources place it at the center of global geopolitical dynamics, attracting the attention of powers such as China, the United States and the European Union.

Energy, in particular, emerges as the main driver of African development and a crucial factor in redefining international relations. On the one hand, access to energy services is essential to sustain economic growth and improve living conditions; on the other, control and exploitation of

the region's natural resources shape geopolitical balances. This text aims to analyze the role of energy in Sub-Saharan Africa, examining the main challenges and opportunities, as well as the implications for international relations.

The Role of Energy in the Development of the Region

Energy is at the heart of economic and social development in the region. Currently, more than 600 million people in Sub-Saharan Africa lack access to electricity, and many countries still depend on traditional energy sources, such as wood and coal, with serious environmental and health impacts.

This energy deficit is a significant barrier to economic growth, industrial development and

access to essential services, such as health and education.

However, Sub-Saharan Africa has enormous energy potential. Its oil and natural gas fields are among the most promising in the world, while its renewable energy resources, such as solar, wind, and hydropower, are among the most abundant and least exploited.

Investing in energy infrastructure, diversifying sources, and promoting sustainable energy could not only improve access to energy services, but also position the region as a global leader in the energy transition.

Challenges and Opportunities

Despite its potential, the region faces significant challenges. Lack of adequate infrastructure, corruption, political instability, and limited access to international financing slow the development of the energy sector. Added to this is the growing impact of climate change, which threatens food and water security and necessitates a transition to more resilient and sustainable sources of energy.

On the other hand, the growing global demand for energy resources puts Sub-Saharan Africa in a strategic position. Countries such as Nigeria, Angola, and Mozambique are becoming major exporters of oil and natural gas, while the region is attracting significant investment in renewable energy. In addition, the European Green Deal and other global sustainability initiatives present an opportunity to promote more balanced partnerships and incentivize sustainable development.

Geopolitical Implications

Competition for control of African resources involves global and regional powers. China has strengthened its presence in the region through massive infrastructure investments, while the United States and Europe seek to balance these influences by promoting development programs and energy transition. This context creates opportunities but also risks of dependence and tensions, which could profoundly affect the region's

stability and progress.

Sub-Saharan Africa has the potential to transform its energy landscape and become a pillar of the global transition to a sustainable future. To achieve this, it will be critical to address infrastructure and policy challenges, attract international investment, and ensure that energy development truly benefits local populations, without fueling new inequalities or geopolitical conflicts.

Energy Resources

Sub-Saharan Africa has enormous hydropower resources, especially in the Congo Basin region and along the Zambezi River. Countries such as Ethiopia, Mozambique, and Zambia have initiated significant projects, including the Grand Renaissance dam in Ethiopia. However, challenges include environmental impacts, displacement of local communities, and the need for infrastructure to distribute the energy produced.

Second, The continent is well positioned to harness renewable energy. Solar, due to the presence of vast sunny territories, has the potential to meet much of the region's energy demand. Projects such as the Noor Ouarzazate Solar Park in Morocco serve as models. Wind and geothermal energy, in countries such as Kenya and South Africa, are also growing rapidly. However, the lack of large-scale investment remains an obstacle.

It should be added, though, that Sub-Saharan Africa has significant reserves of oil, natural gas and coal. Nigeria, Mozambique and Angola are among the major producers. Although these resources have sustained the economies of many countries, depending on fossil fuels poses a challenge for the transition to a low-carbon economy.

Finally, it should be mentioned that the region is a key source of minerals essential to the global energy transition, such as cobalt, mined mainly in the Democratic Republic of Congo. These materials are critical for electric car batteries and energy storage, making Sub-Saharan Africa crucial in the geopolitics of energy.

L'AFRIQUE VERS UN AVENIR ÉNERGÉTIQUE DURABLE

Lionel Guemdjo

Cet article traite de la question énergétique sur le continent africain, qui se présente comme le deuxième continent le plus peuplé après l'Asie, avec ainsi un besoin énergétique élevé. Sachant que le continent Africain est en pleine émergence et connaît de nombreuses mutations socio-économiques, politiques et technologiques. Dans cet article, il est abordé la question sur l'énergie de long en large, avec un focus sur l'actualité de ce dernier en Afrique.

1. Introduction

L'Afrique est le deuxième plus grand continent au monde de par sa superficie et sa population (actuellement estimé à 30 millions d'habitants, soit 16,5% de la population mondiale totale).

L'Afrique est également un continent riche en ressources énergétiques, mais une grande partie de ses 1,4 milliard d'habitants n'ont pas d'accès fiable à l'énergie moderne; sachant que l'énergie est essentielle au développement économique, à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration du niveau de vie. Malgré cela, l'Afrique est confrontée à d'importantes lacunes en matière d'accès à l'énergie, avec environ 600 millions de personnes, soit près de la moitié de la population, qui n'ont pas accès à l'électricité.

En outre, le bouquet énergétique du continent est dominé par les sources traditionnelles de biomasse, telles que le bois et le charbon de bois, qui sont inefficaces et nocives pour l'environnement.

Cependant, l'Afrique dispose également d'un immense potentiel pour exploiter les énergies renouvelables, en particulier les énergies solaire, éolienne, hydroélectrique et géothermique. Quand on sait que de par sa position traversée de façon médiane par la ligne de l'équateur avec une arrivée brute des rayons de soleil et son cli-

mat en majeure partie équatorial et tropical, et de par les nombreux bassins et grand cours d'eaux qui longent regorgent ce continent tels que le bassin du Congo, le bassin du Niger et celui du Zambèze, le fleuve Nil, les lacs Tchad, Victoria et Tanganyika pour ne citer que ceux-là.

Cet article examine le paysage énergétique actuel de l'Afrique, les défis auxquels le continent est confronté, son potentiel en matière d'énergies renouvelables et les possibilités qui s'offrent à lui.

2. Situation énergétique actuelle en Afrique

Durant des années la question énergétique en Afrique a été le centre d'intérêts de différents acteurs, mais sans toutefois connaître une réelle accensions comme cela a peut-être été observé ailleurs.

La situation énergétique actuelle en Afrique se caractérise en majorité dépendamment du niveau de développement de chaque pays par de grandes disparités dans l'accès à l'énergie. Les zones urbaines, en particulier en Afrique du Nord et dans certaines parties de l'Afrique australe, bénéficient généralement d'un approvisionnement en électricité plus fiable et plus durable.

En revanche, les zones rurales sont souvent laissées pour compte, faisant ainsi des millions de personnes dépendre encore des lampes à pétrole, du bois et du charbon de bois comme source d'énergie notamment pour la cuisine et l'éclairage.

Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), l'Afrique subsaharienne est la région du monde où le taux d'électrification est le plus faible, et l'accès variant considérablement d'un pays à l'autre. Alors que des pays comme l'Afrique du Sud et l'Égypte disposent d'infrastructures énergétiques plus développées,

Lionel Guemdjo, de nationalité camerounaise, est doctorant en deuxième année à la Faculté de Cartographie de l'Université d'État de Géodésie et de Cartographie de Moscou et analyste géospatial.

des nations comme le Tchad, le Soudan du Sud et la République centrafricaine sont confrontées à d'importants déficits énergétiques.

Le bouquet énergétique de l'Afrique dépend encore largement de la biomasse traditionnelle (en majorité le bois et le charbon), qui représente environ 50 % de la consommation totale d'énergie dans de nombreux pays. En République Démocratique du Congo par exemple le bois de chauffe représente plus de 90 % de la consommation énergétique totale des ménages. En moyenne, un mètre cube de bois de chauffe est nécessaire par personne et par an, soit près de deux fois la moyenne de l'Afrique de l'Ouest (0,58 mètre cube) [12]

La biomasse (bois de chauffage et charbon de bois) est la principale source d'énergie au Nigéria et 95% de cette biomasse était utilisée par les ménages selon les statistiques 2018 de l'AFREC. [13] Cette dépendance est non seulement inefficace, mais elle contribue également à la déforestation, à la pollution de l'air et aux problèmes de santé dus à la pollution de l'air à l'intérieur des habitations. Les combustibles fossiles - en particulier le pétrole, le gaz naturel et le charbon - jouent également un rôle central dans la production énergétique. Toutefois, ces ressources sont concentrées dans quelques pays, comme le Nigeria, l'Angola et l'Afrique du Sud, tandis que d'autres, comme l'Éthiopie et le Kenya, s'orientent vers des sources d'énergie plus propres et écoresponsables.

3. Le potentiel des énergies renouvelables en Afrique

Le potentiel de l'Afrique en matière d'énergies renouvelables est immense et largement inexploité jusqu'à présent. Le continent bénéficie d'un rayonnement solaire parmi les plus élevés au monde (de par sa position privilégiée et naturellement parcouru en sa médiane par la ligne de l'équateur), ce qui fait de l'énergie solaire une source d'énergie particulièrement prometteuse.

Des pays comme le Maroc, l'Égypte et l'Afrique du Sud, qui ont déjà réalisé des progrès considérables dans le développement de centrales solaires à grande échelle, et d'autres pays comme le Kenya et l'Éthiopie tirent également parti de l'énergie solaire abondante. L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) estime que la capacité de l'Afrique en matière



Fig. 1. Le projet Lake Turkana Wind Power au Kenya



Fig. 2. Le barrage Grand Inga en République démocratique du Congo (RDC)

d'énergies renouvelables pourrait être multipliée par 11 d'ici à 2030 si des investissements sont réalisés dans les énergies solaire, éolienne et hydroélectrique.

L'énergie éolienne est une autre ressource clé, en particulier le long des côtes du continent. La Corne de l'Afrique, avec des pays comme le Kenya et l'Éthiopie, abrite certaines des meilleures ressources éoliennes au monde.

Le projet Lake Turkana Wind Power au Kenya, par exemple, est le plus grand parc éolien d'Afrique, avec une capacité installée de 310 MW. De même, les régions côtières de l'Afrique de l'Ouest et du Nord disposent d'un potentiel éolien important, dont l'exploitation pourrait réduire considérablement la dépendance du continent à l'égard des combustibles fossiles.

L'hydroélectricité, qui représente déjà une part substantielle de l'énergie africaine, offre des possibilités de production à grande et à petite échelle.

Le barrage Grand Inga en République démocratique du Congo (RDC), s'il est achevé, pourrait devenir le plus grand projet hydroélectrique au monde, avec une capacité de production de

des sources plus propres pour atteindre ses objectifs de développement et respecter les engagements pris au niveau mondial en matière de climat.

L'infrastructure énergétique du continent est souvent obsolète, mal entretenue, voire totalement absente. De nombreux pays africains ne disposent pas de l'infrastructure de réseau nécessaire pour distribuer l'électricité dans toutes les régions, en particulier les régions éloignées. Même lorsque les réseaux existent, ils sont souvent peu fiables et sujets à des pannes fréquentes. D'où l'interdépendance entre le développement d'infrastructures de communications et celles de production énergétique. Le coût élevé de la construction et de l'entretien des infrastructures énergétiques constitue un autre obstacle important.

En outre, l'instabilité politique et économique de certains pays africains complique les investissements dans le secteur de l'énergie et la mise en œuvre des projets énergétiques. La corruption, les problèmes de gouvernance et les conflits peuvent dissuader les investisseurs et entraîner des retards dans l'exécution des projets. Enfin, les contraintes financières et le coût élevé des technologies d'énergie renouvelable posent des problèmes, car de nombreux gouvernements africains et entreprises privées peinent à réunir les capitaux nécessaires pour développer des projets énergétiques à grande échelle.

5. Opportunités et initiatives pour le développement de l'énergie

Malgré ces défis, le secteur de l'énergie en Afrique offre de nombreuses possibilités de croissance et de transformation. Les organisations internationales et les gouvernements se concentrent de plus en plus sur l'investissement dans l'infrastructure énergétique de l'Afrique, en particulier dans les énergies renouvelables.

L'Agenda 2063 de l'Union Africaine (UA) prévoit une Afrique prospère et intégrée, où l'énergie durable est essentielle à la croissance économique et au développement. Les énergies renouvelables sont considérées comme un élément essentiel de cette vision, car elles peuvent fournir des solutions décentralisées et hors réseau aux communautés éloignées, créer des emplois et contribuer à la sécurité énergétique régionale.

Outre les investissements internationaux, les gouvernements africains accordent la priorité au développement des énergies renouvelables. La Commission africaine de l'énergie (AFREC) s'emploie à promouvoir la coopération et l'intégration énergétiques sur l'ensemble du continent, en mettant l'accent sur le développement des ressources énergétiques renouvelables et la création de marchés énergétiques partagés. Le Pool énergétique d'Afrique australe (SAPP) et le Pool énergétique d'Afrique de l'Ouest (WAPP) sont des exemples de réseaux énergétiques régionaux qui visent à accroître le commerce et la fiabilité de l'énergie par-delà les frontières.

Les partenariats entre les pays africains et les acteurs internationaux tels que la Banque mondiale, l'Union européenne et la Chine sont essentiels pour développer des projets énergétiques à grande échelle. La Chine, en particulier, est devenue un investisseur majeur dans le secteur de l'énergie en Afrique, en finançant des centrales solaires, des barrages hydroélectriques et d'autres infrastructures.

En outre, les innovations locales telles que les micro-réseaux, les solutions solaires hors réseau et les technologies de cuisson propres se sont multipliées.

Des entreprises comme M-KOPA Solar et d. light ont été les premières à proposer des systèmes solaires domestiques, permettant aux ménages des zones reculées d'avoir accès à l'électricité sans dépendre du réseau central. Ces solutions offrent un moyen rentable et évolutif de combler les lacunes en matière d'accès à l'énergie sur le continent.

6. Études de cas de projets énergétiques

L'Afrique compte plusieurs projets énergétiques prometteurs qui démontrent le potentiel du continent à dépasser les systèmes énergétiques traditionnels basés sur les combustibles fossiles en faveur de sources plus propres et renouvelables.

L'un des projets les plus ambitieux est le barrage du Grand Inga en République démocratique du Congo. S'il est achevé, ce projet hydroélectrique aura une capacité installée de 40 000 MW, qui pourrait être utilisée pour alimenter une grande partie de l'Afrique subsaharienne. Toutefois, le projet a connu de nombreux retards et difficultés, notamment des problèmes de finan-

cement, de gouvernance et d'impact sur l'environnement.

Au Kenya, le projet Lake Turkana Wind Power, qui est devenu opérationnel en 2018, et c'est l'un des plus grands projets d'énergie éolienne d'Afrique, fournissant 310 MW au réseau national. Ce projet contribue non seulement au mix énergétique du Kenya, mais positionne également le pays en tant que leader des énergies renouvelables en Afrique de l'Est.

L'Afrique du Sud a réalisé des progrès significatifs dans ses efforts en matière d'énergie renouvelable grâce à son programme d'achat par des producteurs indépendants d'énergie renouvelable (REIPPPP), qui encourage les investissements du secteur privé dans des projets solaires, éoliens et d'autres énergies renouvelables à grande échelle.

Ce programme a permis de développer certaines des plus grandes fermes solaires d'Afrique, ce qui a considérablement accru la capacité de l'Afrique du Sud en matière d'énergies renouvelables.

Au Nigeria, le gouvernement s'est concentré sur l'exploitation de ses réserves de gaz naturel pour l'utilisation domestique de l'énergie. Le plan directeur pour le gaz vise à réduire la dépendance du Nigeria à l'égard des importations de pétrole et à améliorer l'accès à l'énergie. Bien que le pays soit encore fortement tributaire des combustibles fossiles, ces initiatives représentent une évolution vers une production d'énergie plus propre et plus efficace.

7. Cadre politique et réglementaire

Le développement énergétique de l'Afrique est guidé par des politiques nationales, régionales et internationales, mais celles-ci sont souvent incohérentes ou insuffisamment mises en œuvre. Au niveau national, de nombreux gouvernements africains ont adopté des politiques énergétiques qui donnent la priorité aux énergies renouvelables, à l'accès à l'énergie et à l'efficacité énergétique.

Par exemple, la Vision 2030 du Kenya vise à améliorer l'accès à l'électricité et à développer l'utilisation des sources d'énergie renouvelables. De même, le plan de ressources intégré (IRP) de l'Afrique du Sud décrit la voie suivie par le pays pour augmenter la part des énergies renouvelables dans son volet énergétique.

Au niveau régional, des organisations telles que l'Union africaine (UA) et la Banque africaine de développement (BAD) se sont efforcées de promouvoir l'intégration énergétique. Toutefois, la fragmentation politique et les intérêts nationaux divergents ralentissent souvent la coopération régionale en matière d'infrastructures et de politiques énergétiques.

Une gouvernance énergétique efficace reste un défi dans de nombreux pays africains. La corruption, l'instabilité politique et la faiblesse des cadres réglementaires entravent le développement des ressources énergétiques et découragent les investissements. Des politiques transparentes et cohérentes ainsi qu'une meilleure gouvernance sont essentielles pour attirer les investissements et garantir que l'Afrique puisse développer ses ressources énergétiques de manière durable. L'exemple de la Côte d'Ivoire, qui a connu pendant plusieurs années une instabilité politique, ici peut-être prise, car ce pays connaît actuellement un essor sur le plan du développement d'infrastructures énergétiques et des voies de communication.

8. Conclusion et perspectives d'avenir

L'avenir énergétique de l'Afrique est plein de promesses, mais aussi de défis. Le continent a le potentiel pour devenir un leader mondial dans le domaine des énergies renouvelables, grâce à ses vastes ressources en énergie solaire, éolienne, hydroélectrique et géothermique. Toutefois, pour libérer ce potentiel, il faudra investir massivement dans les infrastructures, améliorer la gouvernance et les coopérations régionales. En s'attaquant à la pauvreté énergétique, en réduisant sa dépendance à l'égard des combustibles fossiles et en promouvant des solutions énergétiques propres et durables, l'Afrique peut non seulement répondre à sa demande croissante en énergie, mais aussi contribuer aux objectifs mondiaux en matière de développement durable.

Le chemin à parcourir n'est pas sans obstacles, mais les possibilités de développement de l'énergie durable sont évidentes. Avec des investissements continus, des technologies innovantes, des cadres politiques, décisionnels, économiques et juridiques vertueux, l'Afrique transformera son secteur énergétique et offrira un avenir énergétique durable à sa population.

GRASSROOT INNOVATION AS A CATALYST FOR DRIVING SUSTAINABLE RENEWABLE ENERGY SOLUTIONS IN NIGERIA

Adamu Garba

Introduction

The global drive for sustainable energy has catalysed the importance of localized, community-driven initiatives in solving pressing environmental challenges especially in emerging economies like Nigeria.

Nigeria, which is Africa's largest economy has a very youthful population with over 70% of its population below the age of 45 years. This peculiar demography coupled with unemployment challenges has gravitated the minds of young Nigerians into entrepreneurial ventures, steered towards solving social, economic and environmental challenges.

This has led to the creation of a viable grass-root innovation community in Nigeria and the establishment of innovation hubs with the mandate to aid in building and bridging capacities of startups and innovators to commercialise their solutions at scale for creating maximum impact at national level.

This paper examines how grassroots innovation serves as a catalyst for driving sustainable renewable energy solutions in Nigeria, emphasizing the socio-economic and environmental benefits, the challenges faced, and the future potential of such initiatives.

1. Overview of Nigeria's Energy Landscape

1.1 Energy Deficit in Nigeria

Nigeria, despite being rich in fossil fuels, faces significant energy shortages. Nigeria's population, particularly in unserved and underserved communities lacks access to reliable electricity. According to the World Bank, approximately 85 million Nigerians do not have access to electricity,

which hampers economic development, education, healthcare, and overall quality of life.

The country's grid infrastructure which has the combined capacity to generate about 12,000 MW only generates about 4,000MW for a population of over 200 million people. This challenge has been owed to infrastructural challenges among others, further proving that the country must shift its focus to more sustainable sources of energy generation.

Given Nigeria's vast renewable energy potential, including abundant solar, wind, and biomass resources, renewable energy is a viable solution to the country's energy crisis. Renewable energy projects, if widely implemented, can provide affordable, sustainable, and decentralized power, especially in remote areas. However, traditional top-down approaches have struggled to penetrate rural Nigeria due to high costs, policy inconsistency, and lack of infrastructure. This highlights the need for community-driven or grassroots innovations that can address these challenges directly.

2. Understanding Grassroots Innovation

Grassroots innovation refers to bottom-up, community-led initiatives that are designed to address specific local challenges. These innovations are typically low-cost, context-appropriate, and developed by non-experts, often with limited resources. Unlike large-scale industrial innovations, grassroots innovations thrive on local knowledge and participation, offering solutions tailored to the community's unique needs.

In the context of renewable energy, grassroots innovation can involve small-scale renewable

Adamu Garba, the current Chief Operating Officer of the Nigeria Climate Innovation Center (NCIC), has over a decade of experience in the banking sector, where he developed strong expertise in business relationship management. Since 2019, he has been dedicated to supporting entrepreneurs in the climate technology sector, providing training, mentorship, and access to financing. Under his leadership, the NCIC has implemented green projects in areas such as renewable energy, circular economy, and smart agriculture.

energy projects, such as locally manufactured solar panels, community-owned wind turbines, or the use of agricultural waste for bioenergy production. These projects are essential because they are often more sustainable and easier to maintain than large-scale government projects. More importantly, they empower local communities, fostering ownership and participation in their own development.

3. Grassroots Innovation in Nigeria's Renewable Energy Sector

3.1 Solar Energy Initiatives

One of the most promising areas for grassroots innovation in Nigeria is solar energy. Nigeria has the potential to generate over 400,000 MW of solar energy. Recently, The Rural Electrification Agency (REA) has disclosed it is starting a new rural electricity project next month financed by the World Bank to the tune of \$750 million to provide electricity to 17.5 million Nigerians.

With abundant sunshine, many local communities are experimenting with solar power as an alternative to the unreliable national grid. In rural areas, local innovators and NGOs have pioneered small-scale solar energy projects, such as solar home systems and microgrids.

For instance, the "Solar Sister" initiative trains women to become entrepreneurs in renewable energy by selling solar products, thus promoting local ownership while also addressing gender inequality.

3.2 Biomass and Biogas Energy Projects

Biomass and biogas are also gaining traction as viable renewable energy solutions at the grassroots level. Rural areas in Nigeria generate large amounts of agricultural waste, which can be converted into bioenergy.

Local innovators are developing simple technologies to convert this waste into biogas, which can be used for cooking and heating. These projects not only provide renewable energy but also contribute to waste management and environmental conservation.

4. Role of Grassroots Innovation in Promoting Sustainability

Grassroots innovations in renewable energy contribute significantly to local economies. By focusing on local production, installation, and

maintenance, these projects generate employment and business opportunities. Solar panel installation, for example, requires skilled labour, creating jobs in rural areas. Local manufacturing of renewable energy components can also stimulate the economy, reducing dependency on imported technologies and services.

Grassroots renewable energy solutions are inherently sustainable because they often rely on locally available, renewable resources. Solar power, biogas from agricultural waste, and small-scale hydropower generate electricity with minimal environmental impact, helping to reduce Nigeria's carbon footprint. Furthermore, these initiatives promote environmental stewardship, as communities become more involved in managing their natural resources.

Beyond economic and environmental benefits, grassroots innovations have a profound social impact. They empower local communities by giving them control over their energy production and consumption.

Initiatives like the "Solar Sister" not only improve energy access but also promote gender equity by involving women in renewable energy entrepreneurship. Additionally, by reducing reliance on non-renewable energy sources, these innovations improve health outcomes by cutting down on indoor air pollution from traditional biomass cooking methods.

5. Challenges Facing Grassroots Renewable Energy Innovations

One of the main challenges for grassroots renewable energy initiatives is the lack of financial support. Many projects struggle to secure funding from both government and private sectors. Without adequate investment, it is difficult for these initiatives to scale up or develop the necessary infrastructure to reach more communities.

Government policies in Nigeria have not always been conducive to the growth of grassroots renewable energy projects. Complex regulations, lack of incentives for small-scale renewable energy development, and inconsistent policy frameworks can hinder the progress of local innovations. Furthermore, local innovators often face bureaucratic challenges in accessing government support or international funding.

Although grassroots innovations thrive on local knowledge, they often face technical challenges

due to a lack of advanced skills and technical expertise. Without proper training, local communities may struggle with the installation, operation, and maintenance of renewable energy technologies, leading to project failures.

6. Policy Recommendations to Support Grassroots Renewable Energy

To harness the full potential of grassroots innovation, it is essential that the Nigerian government, in partnership with the private sector, provides financial and technical support to local energy initiatives. This can be done through grants, low-interest loans, and subsidies that encourage innovation and make renewable energy projects more accessible to local communities.

Capacity building is crucial to ensuring the success of grassroots renewable energy projects. Local innovators and communities need access to training programs that provide the necessary skills for developing, operating, and maintaining renewable energy systems. This can be achieved through partnerships with NGOs, academic institutions, and international development organizations.

Simplifying the regulatory environment for grassroots innovations in renewable energy is key to fostering their growth. The government should work to reduce bureaucratic hurdles and create a more enabling environment for local innovators by offering tax incentives, reducing import duties on renewable energy technologies, and providing clear guidelines for small-scale energy producers.

7. Prospects for Grassroots Renewable Energy in Nigeria

The future of grassroots renewable energy innovations in Nigeria lies in leveraging modern technology, including mobile platforms, the internet of things (IoT), and digital payment systems. These technologies can facilitate better energy management, improve access to funding through crowdfunding platforms, and enhance the efficiency of local renewable energy projects.

Successful grassroots renewable energy projects need to be scaled up to reach more communities.

This can be done by creating networks of local

innovators who share knowledge, resources, and best practices. By driving collaboration and creating partnerships between grassroots initiatives, NGOs, and government agencies, Nigeria can achieve broader energy access and sustainability.

8. A Case Study Focused on NCIC's Venture Development Program

In 2020, the NCIC embarked on its first flagship venture development program aimed at upskilling grassroots innovators and startups playing in the renewable energy space in a 6-month thorough upskilling. The program focuses essentially on upskilling program participants with the requisite resources and skills to commercialize their solutions, create employment and bridge the country's energy gap in their respective communities as an outcome.

Most of the program participants have crude technology at prototyping stage and at the end of the program, they are allowed to pitch their ideas to a group of independent judges, and 8 participants from each cohort stand a chance to win \$10,000 equity free grants. In 3 years, we were able to upskill and build capacities of about 60 program participants and provided financing of \$10,000 to 24 innovators totalling \$240,000.

Furthermore, over 70% of the innovators (women-led businesses constituting about 40%) including non grantees have full fledged businesses and have gone along to raise financing for further scaling. This goes to prove that when the required model of intervention is employed to impact an ecosystem, the possibility of transforming challenges into opportunities is imminent especially in emerging economies like Nigeria.

Conclusion

Grassroots innovation is a critical catalyst for driving sustainable renewable energy solutions in Nigeria. By empowering local communities to develop and implement their own renewable energy projects, these initiatives offer a practical and sustainable solution to Nigeria's energy challenges. However, to fully realize their potential, grassroots innovators require adequate financial support, training, and a favourable policy environment.

RD. CONGO, PRODUCTEUR ET NON CONSOMMATEUR DE MINERAIS DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE À LA BASE DES GUERRES À L'EST

Philémon Muamba Mumbunda

Introduction

Pays immensément riche, tel un pays de coccagne, la RD.Congo est aussi riche des scandales, comme ne cessait de le répéter un de mes enseignants. En effet, le pays est cité parmi les grands producteurs du bois, du pétrole, du gaz, de l'or, du diamant, du manganèse ... mais aussi scandales de détournements de deniers publics toujours en centaine des millions de dollars américains.

Depuis trois décennies, le cobalt dont la RD.Congo détient 70% de réserve mondiale, ainsi que le lithium et d'autres minerais, jouent un rôle éminemment essentiel dans la fabrication des batteries électriques déterminant la transition énergétique. Mais, il est paradoxal de noter qu'aucune usine locale pour le raffinage de ces matières n'est à l'ordre du jour au pays.

La RD.Congo participe également à travers son bassin (après celui de l'Amazonie au Brésil) à la lutte contre le changement climatique dont les fâcheuses conséquences menacent l'existence, sinon, des êtres vivants, du moins de l'univers tout entier. Comme on peut le voir, les forêts du bassin du Congo et ses minerais stratégiques indispensables pour la transition énergétique suscitent beaucoup de convoitises à travers le monde et attirent ainsi beaucoup de criminels (individus, multinationales et États) pour leur exploitation sans contrepartie à la RD.Congo. D'où cette question lancinante : ces minerais stratégiques sont-ils une bénédiction ou une malédiction pour le pays, producteur et non consommateur des minerais de la transition

énergétique ? Dans son rapport de 2021, l'ONU se pose aussi cette question.

Pour Corey Pattison «En effet [...] le pays est confronté à de nombreux défis en matière de développement. Elle se classe en 179ème sur 191 pays et territoires dans le monde selon l'indice de développement humain de 2021 et en 2018, plus de 70% des congolais, soit environ 60 millions de personnes vivaient avec moins de 1,90 dollar par jour»¹.

Une situation très paradoxale avec les richesses du sol et sous-sol. Les indiens, les chinois, les pakistanais et les occidentaux viennent parfois mains vides mais rentrent riches quelques années plus tard.

Les congolais pour leur part s'enfoncent chaque jour dans le sous-développement et demeurent dans une pauvreté parfois extrême. Cet enrichissement des étrangers passe notamment par l'exploitation des minerais dans les zones de guerre à l'Est et au sud-Est du pays. Ces exploitations frauduleuses ne tiennent pas compte de l'environnement. C'est ainsi que les cours d'eaux et les rivières sont souillés et deviennent impropres à la consommation pour les populations riveraines.

Le lien entre ce conflit et les immenses ressources que regorge le pays est évident aujourd'hui. Mais devrions-nous aussi déduire que le fait que la RDC ne soit pas consommatrice des métaux de la transition énergétique soit à la base des guerres de l'Est ? La situation est complexe ; mais nous présentons dans les lignes qui suivent quelques éléments de réponse.

Philémon Muamba Mumbunda est enseignant et expert en sciences politiques et administratives à l'Université de Kinshasa. Ancien Doyen honoraire de la Faculté des Sciences Politiques à l'Université Catholique du Congo, il est membre de plusieurs associations académiques de renom et auteur de plusieurs ouvrages, dont Géopolitique identitaire en RDC, un livre qui analyse les dynamiques de l'identité politique en République Démocratique du Congo.

1. Rapport de l'ONU, 2021, programme pour l'Environnement.

I. Minerais de la transition énergétique

Le terme "transition énergétique" fait référence à la transition d'un système qui utilise des sources d'énergie fossiles ou polluantes (comme le pétrole, le charbon, le gaz,...) vers un système qui utilise des sources d'énergie renouvelables ou moins polluantes, comme l'énergie solaire (thermique ou photovoltaïque), éolienne, hydraulique, géothermique, etc. Remarquons que les énergies fossiles, également connues sous le nom de « carbonées », sont actuellement responsables du réchauffement climatique.

C'est pourquoi la transition énergétique consiste en une migration progressive vers des sources d'énergie dites « propres » et non responsables du réchauffement de la planète. Toutefois, il faut nuancer cet enthousiasme du fait que l'exploitation de ces métaux est aussi un défi à l'environnement. Les trous béants à Kolwezi par exemple en seront un autre défi pour les générations futures.

L'utilisation de certains métaux tels que le Cuivre, le Cobalt, le Nickel, le Lithium, le Manganèse, etc. est nécessaire pour produire, stocker, transporter et distribuer l'énergie renouvelable dite « propre » et moins polluante. Les minerais qui renferment ces métaux, tout comme les métaux eux-mêmes, sont désormais désignés sous le nom de « métaux ou minerais de la transition énergétique » (MTE).

Une liste de quelques métaux de la RDC nécessaires dans la transition énergétique est reprise dans le tableau ci-dessous.

L'analyse du tableau ci-dessous appelle aux observations ci-après :

- La RDC est productrice d'une gamme assez importante des métaux nécessaires à la transition énergétique, à savoir le cuivre, le cobalt, l'étain, le tantale, le zinc.
- Elle est aussi potentiellement productrice de beaucoup d'autres, notamment, les terres rares, le lithium, le nickel, le manganèse, le phosphate, le graphite, l'indium, le galium et le silicium.

Aujourd'hui, la RD Congo se présente comme un acteur essentiel dans la transition énergétique grâce à ses ressources minérales riches et abondantes, telles que le cuivre, le cobalt, le nickel, le manganèse, le tantale, le tungstène, les terres rares, etc. La majorité des marchés de la plupart des PME sont soit en déficit, soit s'ils sont

excédentaires, il est évident que ces marchés risquent de devenir déficitaires à court ou moyen terme. La psychose chez les acheteurs, qui se trouvent principalement dans les pays industrialisés, est donc créée. C'est cette situation qui justifie la guerre dans certaines régions telles que le Nord-Kivu, le Sud-Kivu, le Haut-Uélé et l'Ituri, motivée par une demande croissante de la demande en MTE par les pays industrialisés.

De plus, il reste encore beaucoup à faire en ce qui concerne la consommation locale de nos propres métaux et minéraux liés à la transition énergétique, afin de créer une industrie de transformation compétitive. Afin d'accomplir cela, il est essentiel de mettre à jour le plan de développement industriel du ministère de l'industrie et du développement des PME, afin de transformer l'industrie minière en un moteur de l'industrialisation de la RDC. Cela comprend la création d'une industrie réelle de consommables et d'intrants pour soutenir l'augmentation de la production.

Sauf que le manque d'énergie électrique peut expliquer le retard l'implantation de l'industrie non seulement pour la production mais aussi la transformation de ces matières premières. Sans oublier que les multinationales impliquées dans la guerre de minerais à l'Est n'auraient pas vu un pays africain imposer le prix de ces matières premières base de la nouvelle économie mondiale

II. Minerais de Sang

À ce sujet, la page de garde d'un rapport de l'ONU d'Avril 2024 est évocatrice : « tout le monde voit les massacres à l'Est du Congo. Mais tout le monde se tait ». (Le blanchissement des minerais 3T par le Rwanda et des entités privées). Selon les experts de Nations unies « depuis près de trois décennies, le Rwanda a maintenu une présence militaire en RD. Congo, en s'appuyant sur des groupes terroristes et autres milices qui mènent une guerre impitoyable dans laquelle plusieurs millions de Congolais ont trouvé la mort.

Depuis trois ans, un collectif des ONG de droits de l'homme congolais organise une manifestation pour la reconnaissance du génocide des Congolais. Le terme « Genocost » utilisé par ces ONG évoque les racines économiques (Cost, Coût) du génocide en RD. Congo, commémoré chaque année le 2 août. Dans ce contexte d'une

Potentialités et production de MTE de la RD Congo

SUBSTANCES	UTILISATION DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES	POSITION DE LA RDC À L'INTERNATIONAL
Cuivre	Production et distribution de l'électricité. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), la production d'un MW d'électricité à partir de charbon, nécessite 1,2 tonne de cuivre, et à partir de l'éolien offshore 8t de cuivre. Un VE (véhicule électrique) contient environ 50 à 60 kg de cuivre, contre 20 à 25/kg véhicule thermique (à essence ou gasoil).	3ème producteur mondiale et peut passer en 2ème position pour l'exercice 2024 avec plus de 3 000 000 de tonnes, soit environ 12% de la production mondiale.
Cobalt	Dans la cathode des batteries Li-ion utilisées dans les VE et appareils portables.	1er producteur mondiale avec plus de 70%.
Tantale	Dans les circuits imprimés ainsi que dans la fabrication des semi-conducteurs. Dans la production de matériaux de haute qualité pour les composants électroniques.	1er producteur mondiale avec plus de 40%, mais les ressources demeurent à ce jour inconnues, nécessité de calculer les ressources. La production reste artisanale et constitue un élément clé dans la guerre du Rwanda en RDC à l'Est du pays.
Etain	Dans l'anode des batteries Li-ion des VE et dans toutes les brasures et soudures des équipements, machines et pièces utilisés dans la production et distribution des énergies renouvelables. La fabrication d'un VE nécessite environ 4 kg d'étain, contre un peu plus de 1 kg pour les VT.	Avec plus de 20 000 t d'étain contenu, la RDC se positionne comme 1er producteur en Afrique et 5ème dans le monde et peut se positionner en 4ème position avec l'épuisement des gisements au Pérou.
Terres rares	Dans les moteurs utilisés dans le système des énergies renouvelables tels que les VE et les éoliennes.	Producteur, mais le secteur souffre encore de manque de suivi de cette production.
Lithium	Dans la cathode des batteries Li-ion utilisées dans les VE, appareils portables et dans le stockage d'énergie.	La RDC dispose d'un gisement de lithium qui fait partie des plus grandes réserves inexploitées de lithium au monde. Il héberge au moins 400 millions de tonnes de ressources minérales titrant 1,65 % de lithium. La production de lithium pourrait intervenir en 2025 Principalement au Tanganyika.
Gallium	Utilisé dans les technologies du solaire photovoltaïque.	Existence de Gallium, comme sous-produit de la métallurgie du Zinc dans le Haut Katanga.
Nickel	Utilisé dans la cathode des batteries Li-ion utilisées dans les VE et appareils portables. Un VE peut contenir 50 à 70 Kg de nickel.	Existence des indices assez prometteurs dans le Kasai à Nkonko et Lutshatsha.
Manganèse	Utilisé dans la cathode des batteries Li-ion utilisées dans les VE.	Existence des gisements dans le Lualaba à Kisenge, jadis exploités mais fermés par suite de la fermeture de la voie ferroviaire de Lobito en Angola. Des études pour la reprise des activités s'imposent.
Zinc	Utilisé dans les batteries rechargeables durables des centres de données, dans les batteries domestiques et dans les systèmes de stockage de l'énergie électrique renouvelable.	Début de production des concentrés de Zinc en début 2024. La capacité est de plus de 350 000 t de concentré de Zinc contenant divers sous-produits.

guerre d'agression imposée pour des fins économiques; le Rwanda est parvenu à blanchir de grandes quantités d'étain, de tungstène, de tantale et d'or en provenance de la RD. Congo².

Le Rwanda a utilisé un réseau international de haut niveau pour favoriser la contrebande et la vente afin de tirer profit des minerais de la RD.

Congo qui sont transportés le long d'itinéraires commerciaux militarisés. Kigali a bénéficié d'une couverture institutionnelle pour commercialiser ces minerais en détournant à son profit un système de conformité dirigé par l'industrie minière et des entreprises telles que KEMET Corporation et Global Advanced Metals qui fabriquent des

composantes électroniques. En effet, ces entreprises légitiment la contrebande en achetant, en toute connaissance de cause, des minerais blanchis en provenance du Rwanda.

Les équipes de contrôle (due diligence) de grandes entreprises technologiques telles qu'Apple, Intel, Sony, Motorola et Lockheed Martin ont également été informées que les minerais achetés au Rwanda ont été introduits en contrebande depuis la RD. Congo dans un contexte d'exploitation violente [...]. Mais curieusement, le Rwanda est présenté comme une plaque tournante sûre et efficace dans la chaîne d'approvisionnement en minerais³», selon l'Union Européenne ayant signé un partenariat avec le Rwanda dans ce domaine, bien que ce pays n'ait guère ces minerais dans son sol et sous-sol.

Ayant été complices des Hutus dans le génocide des Tutsis et Hutus modérés en 1994, les grandes puissances occidentales comme la France, la Grande Bretagne et les États-Unis ferment les yeux sur la dictature au Rwanda et le génocide du régime de Kagame à l'Est de la RD. Congo.

Tout compte fait, les minerais stratégiques deviennent une malédiction pour la RD. Congo du fait que les zones de production sont transformées en territoires sans droits et non-développés⁴. Les occidentaux condamnent le Rwanda selon les différents rapports de l'ONU sur la guerre à l'Est. Sauf qu'aucune sanction n'est prise à l'endroit de ce pays ni de ses dirigeants. Une situation qui montre la complicité des occidentaux et leurs multinationales dans l'exploitation éhontée des minerais de la transition énergétique.

III. La petite histoire de la guerre à l'est de la R.D. Congo

En 1996 naquit à Lemera, un village au Nord-Kivu, un mouvement rebelle baptisé Alliance des Forces Démocratiques pour la Libération du Congo (AFDL) en sigle, sous la houlette du Rwanda et l'Ouganda en vue de chasser Mobutu du pouvoir. C'est ce qui survint le 17 mai 1997 avec la prise du pouvoir par l'AFDL ayant à sa

tête feu le Président Laurent-Désiré Kabila. Ce dernier nia être sous la coupe du Rwanda et de l'Ouganda. Mais moins d'une année après, il demanda aux militaires rwandais de rentrer chez eux. Ce qui poussa ces derniers à déclencher une deuxième guerre avec une nouvelle rébellion dénommée le Rassemblement des Congolais pour la Démocratie, RCD en sigle en date du 02 Août 1998.

Ce qui était une rébellion à l'Est du pays se mua en une guerre africaine avec d'un côté le Zimbabwe, la Namibie, le Botswana, la Tanzanie et l'Angola soutenant Laurent-Désiré Kabila et de l'autre côté, le Rwanda, le Burundi, l'Ouganda et le Kenya du côté de différentes rébellions (le RCD/Goma, le RCD/KML, le RCD/National, le MLC et autres milices locaux).

Chacun de ces pays a eu à exploiter son carré minier avant un accord des belligérants conclu à Sun-City en 2003, permettant l'organisation des élections en 2006. En effet, Ces dernières entraînent une accalmie avant de voir la guerre des milices revenir de plus belle à l'Est du Congo avec comme caractéristique principale l'implication directe du Rwanda, soi-disant pour poursuivre et neutraliser dans un premier temps les Hutus Rwandais qualifiés de génocidaires (FDLR) et en deuxième temps protéger les populations tutsi du Congo. Plus tard, tous les rapports des Nations-Unies et des ONG de droits humains montrent l'implication du Rwanda et des multinationales pour l'exploitation des minerais stratégiques en vue de la transition énergétique⁵.

Le Rwanda ne produit pas des minerais entrant dans la fabrication ni des téléphones portables ni des batteries, sauf que l'ITE qui est sensé interdire de telles pratiques n'est pas capable d'interdire la vente de ces minerais par ce pays qui n'en produit est pas.

Ayant signé avec le Rwanda un accord dans la chaîne d'approvisionnement sur les matières premières, l'UE fait preuve d'hypocrisie déconcertante des occidentaux dans ce nouveau génocide à l'Est de la RD. Congo et dont personne ne veut parler en vue de protéger les intérêts de

3. Idem, pp 5-6

4. <https://www.droitcongolais.info/EN/files/Exploitations-illegales-des-ressources-de-la-RDC.pdf> consulté le 17 septembre 2024 à 15h30'.

5. IPIS, ASSODIP, DIIS. Le M23 «version 2»: Enjeux, motivations, perceptions et impacts locaux, Bruxelles, 2024, pp. 2-38. https://ipisresearch.be/wp-content/uploads/2024/04/20240402_Le-M23-version-2_Enjeuxmotivations-p-perceptions-et-impacts-locaux.pdf, consulté le 17 septembre à 16h20'.

leurs sociétés multinationales. Le Rwanda n'est producteur d'aucun minerai sur son territoire. Comment expliquer la signature de ce protocole avec un pays non producteur des minerais à la base de cet accord.

Alors que le Rwanda parle du génocide pour moins d'un million de morts, les rapports des Nations-Unies avancent un chiffre de plus de 5 millions de morts à l'Est de la RD. Congo, sans que cela n'émeuve personne. Cela dit, où sont les grandes puissances qui donnent des leçons de démocratie aux autres, sans qu'ils soient en mesure de condamner ouvertement le Rwanda ? Les relations internationales montrent leurs limites en RD. Congo quand il est question des profits pour des multinationales occidentales exploitant les minerais de sang en Afrique. Pour les occidentaux, ce sont les accidents de l'histoire. Les noirs s'entre-tuent entre eux. Et, comme l'occident est loin, cela ne les concerne pas.

C'est cela l'hypocrisie, et dans ce cas personne ne parle des Droits de l'homme en commençant par le travail «des enfants de guerre» et « du terrorisme » à l'endroit du M23 ni du génocide congolais car il s'agit d'une planification de guerre pour non pas seulement faire disparaître la population Congolaise, mais installer sur ces terres conquises. Les Tutsi venant du Rwanda présentement dans les camps de réfugiés interne de ce pays.

IV. Implication du Rwanda dans le Conflit à l'Est de la République Démocratique du Congo

La guerre qui sévit à l'Est de la RD. Congo depuis près de trois décennies a plusieurs causes. L'une des causes majeures est la richesse du sol et du sous-sol de l'Est du pays que convoitent non seulement les pays voisins comme le Rwanda mais aussi des multinationales du monde de la technologie et de l'innovation comme *Apple*, *Microsoft*, et autres.

C'est aujourd'hui que la RD. Congo peut de manière claire faire voir à la face du monde l'agenda et les intentions mesquines du Rwanda relatifs à l'entretien de la guerre et le pillage des ressources naturelles du pays.

Ce conflit, qui jadis dit complexe, trouve des justifications profondes notamment avec le rapport des experts des Nations Unies mais aussi

grâce à une politique extérieure efficace du côté des autorités de Kinshasa.

Notons-le, qu'après son accession à la Magistrature suprême en RD. Congo, Félix-Antoine Tshisekedi Tshilombo a, de manière intentionnelle et de bonne foi, invité les dirigeants de la sous-région à un dialogue franc pour l'établissement de la paix durable dans la région des Grands-Lacs. Mais cette démarche s'est soldée par un résultat très mitigé alors que tous les indicateurs annonçaient le retour de la paix à l'Est de l'Afrique. On peut donc croire à une main noire qui travaille dans le but de garder la zone des Grands-Lacs en perpétuel conflit. Mais qui est cette main noire?

Le retranchement des FDLR à l'Est a été l'élément qui, durant des années, a fait croire à l'opinion internationale que l'incursion du Rwanda sur le sol Congolais sous-prétexte de poursuite des rebelles était légitime d'une part. D'autre part, le M23 (mouvement du 23 mars) a toujours été présenté comme une milice composé essentiellement des Congolais. Ce qui veut dire entre autres que la guerre de l'Est de la RDC est une affaire des congolais. Chose qui n'est pas vrai car ce groupe est aujourd'hui considéré comme un supplétif de l'armée Rwandaise qui occupe abusivement le territoire de la RDC.

Rappelons que cette situation est voulue par le Rwanda. Cette machine machiavélique débute avec le génocide des Tutsi et des Hutu modérés en 1994. Cette tragédie a poussé des millions des personnes à quitter le Rwanda pour le Congo voisin. Le couloir humanitaire laissé par le Zaïre de Mobutu permit même aux génocidaires armés d'entrer au pays. Tel est le début de l'instabilité dans la région conduisant au renversement de Mobutu, la prise du pouvoir par l'AFDL de Laurent Désiré Kabila jusqu'au déclenchement de la guerre en 1998. Le Rwanda a toujours été dans l'ombre des conflits à l'Est de la RDC.

Mais aujourd'hui, une lumière, venant des plusieurs rapports des experts des Nations-Unies et des organismes internationaux des Droits Humains, met à nu l'implication directe et indirecte du régime de Kigali dans le conflit dans la partie orientale de la République Démocratique du Congo. Ces rapports confirment que les forces armées rwandaises ont été impliquées dans les

opérations militaires et ont porté leur soutien aux groupes armés comme le M23⁶.

Le plus précis est celui diffusé le 8 juillet 2024 exposant notamment la montée en fulgurante du soutien du Rwanda au groupe rebelle du M23. Ce rapport précise que des images aériennes ont montré de manière assez précise des grandes colonnes comptant jusqu'à 500 hommes armés à proximité des frontières congolaises. Il s'agirait des militaires se déplaçant de manière ordonnée portant une tenue et des équipements militaires standardisés des forces armées rwandaise.

Selon les spécialistes, Kigali a également apporté des renforts de troupes au M23 pour des opérations spécifiques, notamment lorsqu'elles avaient pour objectif de prendre le contrôle de villes et de zones stratégiques. Ce rapport confirme une thèse avancée depuis plusieurs mois par Kinshasa et rejetée par Kigali. Cela n'est plus donc un secret de polichinelle. Le Rwanda soutient la guerre du M23.

Fort de cet argument, la République Démocratique du Congo a également la possibilité de poursuivre la bataille avec les différentes multinationales qui s'approvisionnent en minerais au Rwanda, pays qui ne produit rien mais qui apparaît comme premier producteur des matières premières de la transition énergétique pour que celles-ci stoppent l'achat des minerais de Sang pour que la transition énergétique soit propre et sans tâches.

V. Compréhension de l'insécurité de l'est de la R.D. Congo

La compréhension de la situation d'insécurité qui prévaut actuellement à l'Est de la RD Congo nécessite de se plonger dans les profondeurs de l'histoire politique du Rwanda, pays habité par trois catégories de population dont les Tutsis (nilotique) représentant approximativement 15%, les Hutus (bantou) 84%, les Twas (pygmées).

Les données historiques disponibles situent l'arrivée des éleveurs Tutsis au Rwanda vers le XV^{ème} siècle où ils rencontrèrent les populations Bantoues qui s'adonnaient à l'agriculture. De là naquit un royaume dont les classes dirigeantes se recrutaient parmi la minorité des éleveurs Tutsis qui avaient un statut social privilégié, alors que les Hutus-largement majoritaire-semblaient relégués au rang de ci-

toyens de seconde zone. En effet, la monarchie, au Rwanda, avait mis en place un pouvoir de type féodal dans lequel les Hutus plouaient sous le joug des seigneurs Tutsis, au point que la colonisation allemande a trouvé cet état des choses injuste entre les trois peuples.

Pour des raisons évidentes, elle a dû s'appuyer sur l'Administration monarchique pour asseoir son pouvoir. Mais suite à la défaite essuyée par l'Etat allemand lors de la première guerre mondiale, la gestion de la colonie « Rwanda » passa aux mains du royaume de Belgique qui constata également cette organisation sociale inégalitaire faisant la part belle à la population Tutsi, du reste, minoritaire.

Certes, l'Administration coloniale Belge s'est aussi appuyée sur les structures sociales traditionnelles pour gérer le Rwanda. Cela eut pour conséquence que les premières élites formées à cette époque étaient composées en grande partie des Tutsis.

Après la deuxième guerre mondiale, les pays africains, dans leur ensemble, commencent à revendiquer leur indépendance. Au Rwanda, l'élite, qui était globalement Tutsi, embouche aussi la trompette de l'indépendance. Ce qui entraîne un conflit ouvert avec l'Administration coloniale belge. Mais à l'approche de l'indépendance, la majorité Hutu, qui était jusque-là sous les bottes des Tutsis, lève l'étendard de la révolte en mettant à bas la monarchie dirigée par les Tutsis et déclenche ce qu'elle appelle « La Révolution » qui contraint les Tutsis à quitter le Rwanda pour aller se réfugier dans les pays voisins dont la RD Congo, l'Ouganda, le Burundi, etc où ils s'intégreront tant bien que mal dans les populations locales.

Par exemple, en RD Congo, un ressortissant tutsi, du nom de Barthélemy Bisengimana, deviendra Directeur de Cabinet du Président de la République Mobutu pendant l'époque où ce dernier avait supprimé le poste du Premier Ministre. Donc, ce fut le Directeur de Cabinet qui joua en réalité le rôle du Premier Ministre avec comme conséquence politique l'émergence de beaucoup de personnalités tutsis dans la sphère du pouvoir congolais.

Également, la diaspora tutsi qui émigra vers l'Ouganda n'a pas croisé les bras. C'est elle qui constitua en effet l'épine dorsale de la rébellion menée par Yoweri Museveni qui prit finalement

le pouvoir en 1986 en Ouganda. Ainsi, les Tutsis accédèrent au pouvoir en occupant des postes clés dans l'appareil sécuritaire ougandais et s'en servirent plus tard pour préparer une nouvelle rébellion au Rwanda afin de contraindre le régime en place à partager le pouvoir avec eux.

En 1990, une rébellion rwandaise dénommée Front Patriotique Rwandais (FPR) venant de l'Ouganda ouvrit les hostilités avec le régime du Président Juvénal Habyarimana, et cela, après avoir battu le rappel des troupes en s'appuyant sur toutes les communautés tutsis vivant au Congo, au Rwanda, au Burundi, en Ouganda et celles vivant en dehors du continent africain contraintes de soutenir l'effort de guerre en moyens matériels, humains, financières, etc. cette situation de guerre eut pour effet d'exacerber les tensions ethniques au Rwanda désormais obligé de négocier avec les rebelles du Front Patriotique Rwandais dirigés par Fred Rwigyema et Paul Kagame.

Sur le plan international, après le discours de la Baule prononcé par le Président français François Mitterrand, l'Afrique francophone mit en branle un processus de démocratisation. Le Rwanda, déjà en proie à la guerre, initia un processus des négociations qui aboutit à un accord politique dit d'Arusha dont l'application se révélait très laborieuse.

Malheureusement, en 1994, le Président rwandais Juvénal Habyarimana, de retour d'Arusha, meurt des suites d'un crash aérien dont la cause demeure à ce jour inconnu. Néanmoins, cet événement tragique déclencha une campagne des massacres des Tutsis et des Hutus modérés qui culminèrent en un génocide. Dans l'entre-temps, le Front Patriotique du Rwanda mit la main sur le pouvoir d'Etat.

Sous la pression de la communauté internationale, le Gouvernement congolais de Mobutu ouvrit les portes du territoire pour permettre aux masses rwandaises constituées principalement des populations Hutus de tout bord (populations

civiles, membres de l'ex-FAR, milices *interamwe*, auteurs du génocide) de venir se réfugier en RD. Congo.

En conséquence, les Tutsis, désormais au pouvoir au Rwanda, digérant mal la proximité des camps de réfugiés rwandais à la frontière de leur pays, attaquèrent ces derniers notamment pour les détruire. Mais plus tard, sous le prétexte d'une rébellion congolaise, les tutsis rwandais en profitèrent pour chasser le président Mobutu du pouvoir en 1997 et y installer Laurent-Désiré Kabila. Mais suite à une brouille avec ce dernier, le régime rwandais créa une nouvelle rébellion dénommée Rassemblement Congolais pour la Démocratie (en sigle RCD) en 1998, suivie du CNDP, et aujourd'hui du M23. Depuis lors, l'armée rwandaise n'a plus jamais quitté le sol congolais où elle tue sauvagement, viole, et qui pis est, pille les ressources naturelles dont la RD Congo est nantie au vu et au su de la communauté internationale complaisante qui ne se gêne pas de faire appel au Rwanda tantôt pour jouer le garde-chiourme dans l'enclave mozambicaine pétrolière, tantôt pour être pays contributeur des troupes dans les missions de paix onusiennes en Centrafrique.

Conclusion

Comment conclure quand des millions des Congolais sont tués depuis des années par la complicité de la communauté internationale par le Rwanda de Paul Kagame?

Il est temps pour la RD. Congo que les minerais de sang soient effectivement bannis du commerce international. Que les Sociétés telles qu'*Apple*, *Microsoft*, et autres soient sanctionnées pour participation à un genre nouveau de génocide.

Et l'exploitation de ces minerais pour la transition écologique ne doit pas occulter les dégâts causés à l'environnement. Protégeons notre maison commune comme ne cesse de le demander le Pape François.

ELECTRIC BICYCLES: TRANSFORMING URBAN COURIER SERVICES AND CREATING JOBS IN AFRICA

Jotham Njoroge and Francis Nyatundo

Electric bicycles (e-bikes) are beginning to make inroads into the African market, offering an attractive alternative to traditional motorbikes. However, the high cost of e-bikes often makes them unaffordable for individual buyers who wish to abandon public transport or the use of personal vehicles, often subject to traffic jams and not to mention the high cost of fuel and maintenance.

However, delivery companies looking to expand their fleets and provide a green alternative to both electric and internal combustion engine motorcycles, are stepping in.

These companies have the capital to invest in e-bikes, sometimes even securing green funding to support their purchases. They then lease the bicycles to riders, often young unemployed men, enabling them to earn a living that can reach up to 300 US Dollars a month.

Such investors have recognized this niche market of leasing bicycles for deliveries to companies such as Glovo, Uber Eats and Bolt Food. Thus, the number of e-bikes on the road for deliveries is growing daily. Typically, e-bikes are leased to riders registered under these food-delivery platforms, who use them to fulfil orders within urban centres. In some models, riders can purchase the bikes on credit, paying over a period of time as they earn. In other arrangements, riders are given the e-bikes for a set duration and pay a percentage of their earnings to the company that owns the bikes. This flexibility is ideal for part-time workers, such as college students, who can use their free time to earn money for tuition and upkeep, and for low-income households looking to supplement their income.

In Kenya, companies like Ebee and Ewaka are leading the charge, mainly providing electric bikes for riders who are onboarded and trained for delivery services by the respective food delivery companies (Glovo etc.). According to their websites, Ebee has deployed over 1000 bicycles while Ewaka has around 500 bicycles on the road.

In terms of job creation, Ebee reports to have created around 400 jobs, while Ewaka boasts of over 500. These figures depend on the business model of each company, as some focus on food delivery while others diversify into bicycles for professionals or for outdoor adventures. Moreover, these companies not only offer electric bicycles but also provide a platform for battery swapping, thus reducing downtime for riders who would otherwise lose clients while they await their bicycles to recharge.

The pedal-assisted electric bicycle, while not significantly cheaper than internal combustion engine (ICE) motorcycles, offers savings on running and maintenance costs, particularly fuel costs. Moreover, riders do not require a license to ride e-bikes since they are considered non-motorized vehicles, engaging the electric motor only when the rider pedals.

The absence of registration is a great advantage for the unemployed youths, who often cannot afford the costs of obtaining a motorbike riding licence and the preceding costs of riding/driving instruction schools.

E-bikes typically reach speeds of up to 35 km/h and can carry loads up to 80 kilograms, making them robust and efficient enough to carry small

Jotham Njoroge is a lecturer in the Department of Development Studies and Philosophy at Strathmore University, Nairobi, Kenya. He has a deep passion for discovering and disseminating ideas that can transform society, particularly those that highlight the interconnectedness of various aspects of life to promote human flourishing. Francis Nyatundo is a recent graduate in Quantity Surveying from the University of Nairobi. He works in Mombasa and is actively involved in several youth promotion initiatives. He has a keen interest in philosophy, theology, and classical literature

loads, usually groceries and food, without much delay to the clients.

Riders benefit not only financially but also physically, getting exercise while working. Service-oriented skills are another area in which they grow. Delivering such delicate commodities as food, groceries, and shopping items increases a rider's sense of responsibility and also offers them a sense of fulfilment and professionalism upon completing an order.

Nevertheless, the process is straightforward: riders receive orders on their smartphones indicating the pick-up station and final destination. They use navigation apps to reach both places and upon completion of the delivery task, some receive payment on the spot (reflected in their account) or at the end of the week.

However, challenges remain. Limited electricity penetration and the need for extensive charging and battery-swapping infrastructure can hinder the expansion and reliability of e-bike operations. This is why their services are limited to urban centres and in places with a guaranteed consistency of electric power.

The batteries, being the most expensive component, typically last only 2-3 years. Battery

swapping schemes help mitigate this by allowing the purchase of battery power instead of the battery itself, reducing initial costs by about 40%.

Safety is another concern, as riders sometimes navigate poorly-paved and marked roads amid often reckless traffic. Companies always emphasize personal safety and provide necessary gear to protect their riders. They also provide some sort of medical cover for each rider, which is very reassuring for them.

Electric bicycles represent a significant technological leap for Africa, reducing emissions, advancing e-commerce, and improving livelihoods at lower running and maintenance costs. This development holds great potential for transforming urban transportation and creating sustainable job opportunities across the continent.

As the electric bicycle technology advances and becomes more affordable, it will not be long before many Kenyans and other Sub-Saharan Africans adopt them as a primary alternative mode of transportation. In a continent abundant with natural renewable energy (especially Solar and Hydro-electric systems) and good weather for most months of the year, Africa is the perfect place to host such an electric mobility revolution.

CARBURANT ELECTRIQUE ET REDUCTION DU SOUFRE DANS LES CARBURANTS, L'AFRIQUE EST-ELLE EN RETARD?

Serge Parfait Dioman

De par les intrants utilisés comme carburants et les divers effluents émis en échappements dans les milieux terrestres, aquatiques et aériens, le secteur du transport, tant public que personnel, suscite des questionnements en ce siècle particulièrement écosensible.

Un faisceau d'indices concordants révèle en effet que la consommation en toute ou partie de carburant fossile, à l'état liquide ou gazeux, est l'une des sources majeures émettrices de Gaz à Effet de Serre (GES) agissant en catalyseurs du réchauffement climatique.

A telle enseigne que l'automobile qui trônait au nombre des inventions révolutionnaires ayant sublimé l'époque de l'essor l'industriel, est de nos jours regardée du coin de l'œil quand l'on évoque le décèlement des générateurs anthropiques et autres prometteurs du stress climatique.

Cette poussée fiévreuse terrestre a en effet formellement débuté à la faveur de la première révolution industrielle au 19^{ème} siècle et s'avère continuellement haussière depuis 2 siècles donc. Directement corrélée au format du modèle économique mondial actuel, un modèle de surconsommation à outrance, elle appelle toutes les nations du globe à une thérapie de changement de paradigme requérant en fait des innovations de sobriété carbone.

Profil d'âge du Parc Automobile Africain

Il se trouve que le marché africain de l'automobile est majoritairement dominé par les véhicules d'occasions importés et ce, dans des proportions

concurrentielles de dix voire plus de quinze fois le parc des voitures neuves dans certains pays.

Et selon un rapport un Global Trade in Used Vehicules, cité en 2020 dans le Programme ONU pour l'Environnement, près de 40% des véhicules d'occasions, lourds et légers, exportés dans le monde étaient destinés à l'Afrique qui en est de ce fait donc la destination mondiale principale. Ce chiffre est probablement à la hausse actuellement, vu l'expansion de ce marché s'affichant abordable pour la bourse de la population active elle-même croissante.

Cela s'avère par conséquent être à risque d'exacerber la profusion des Gaz à Effets de Serre (GES) imputables au transport automobile. Les parcs automobiles vieillissants ou constitués de véhicules d'occasion de secondes-mains mal entretenus, etc. sont en effet des facteurs aggravants du dérèglement climatique.

En application donc des prescriptions des accords-climats de Paris en la matière, bon nombre de pays africains se sont désormais imposés une importation de véhicules d'occasions limitée celles de cinq d'âges au maximum, voire exceptionnellement dix ans selon leur état, leur catégorie et leur utilisation prévisionnelle, etc.

Verdisation du secteur du Transport

Conformément aux Objectifs onusiens de Développement Durables (ODD), des innovations écoresponsables majeures sont jugées essentielles et nécessaires à la verdisation profonde du secteur du transport.

Serge Parfait Dioman est un expert international dans le secteur de l'énergie avec plus de 26 ans d'expérience, spécialisé dans les projets de transition énergétique et de durabilité. Il a travaillé en Asie, en Europe, en Afrique et dans les Caraïbes, occupant des rôles techniques et managériaux dans des domaines tels que le pétrole et le gaz, les énergies renouvelables et l'automatisation avancée. Parmi ses contributions majeures, il a développé des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, collaborant avec des entreprises comme la Société Ivoirienne de Raffinage (SIR) et TOTAL Petrochemicals. Il est également actif en tant que formateur et consultant pour promouvoir la gouvernance et la transition énergétique en Afrique et à l'échelle mondiale.

A l'horizon 2035 fort probablement, soit à court terme des 10 prochaines années, les voitures électriques en Afrique seront bien encore en phase de cohabitation avec celles à moteur thermique tandis que pour l'Union Européenne (UE), cette année butoir marquera l'interdiction ferme de vente des voitures thermiques.

Pour donc une même date et un objectif commun de transition énergétique en partage surtout, la projection envisagée à terme est soit la cohabitation soit l'interdiction et ce, selon que l'on se trouve en Afrique ou en Europe.

Disparités climato-floristiques et économiques

En effet, l'équation commune de la transition énergétique est certes adressée au monde entier, dans l'expectative donc d'une solution globale toutefois, elle ne saurait aboutir à une réponse unique à l'africaine mais plutôt à une pluralité d'orientations, au cas par cas et selon des délais d'application susceptiblement flexibles.

Le continent africain est en réalité une mosaïque de spécificités sous-régionales. Parcours d'une latitude géographique à une autre, il présente des disparités climato-floristiques et économiques qui, ailleurs sous d'autres cieux, ne sont pas nécessairement vectrices de défis comme c'est globalement le cas en Afrique.

Différence de densité automobile et autres

La densité automobile au Maghreb diffère de celle du Sahel qui est largement plus faible. Le taux de pénétration des énergies renouvelables en Afrique Australe n'est pas non plus le même qu'en Afrique du Sud entre autres.

Quant au potentiel solaire au désert du Sahara, il représente une opportunité de rattrapage énergétique autant que le pétrole et le gaz naturel des bassins sédimentaires fertiles du Golfe de Guinée le sont pour les pays de cette sous-région, etc.

Au vu de ces diversités alors, s'il apparaît non aisé d'entrevoir un modèle de transition qui ferait l'unanimité en terre africaine, il va sans dire que la consigne mondiale en faveur de la transition énergétique en l'occurrence se doit d'être abordée en bonne connaissance d'avance des réalités sectorielles du continent.

Migration vers une coopération internationale compréhensive

L'Afrique subit tout aussi bien les affres du dérèglement climatique, sans pour autant être un contributeur majeur à leurs causalités. Elle a pour sa part néanmoins un plan de riposte cohérent au travers duquel elle assume et assure sans complexe de donner aux hydrocarbures une place utile et bien cadrée dans son mix-énergétique élaboré donc en concordance de phase avec ses engagements onusiens d'éco-responsabilité carbone.

Elle suggère une migration vers un modèle de coopération internationale compréhensive de ses capacités et réalités intrinsèques. Elle souhaite donc partager au reste du monde sa vision et surtout son orientation transitionnelle énergétique qui débiterait par recenser et cerner elle-même les causes endogènes qui incombent notoirement au continent africain puis se donner les moyens de les neutraliser si elles s'avèrent être préjudiciables

En Afrique en effet, l'or noir est plutôt vu comme une opportunité à considérer donc comme telle.

Opportunité des hydrocarbures pour l'Afrique

Dans un contexte économique mondial où les hydrocarbures sont impliqués dans 90% des transactions commerciales et offrent aux pays producteurs de cette ressource si prisée des conditions favorables de progrès socio-économique et humain, les immenses réserves prouvées de pétrole et gaz d'Afrique font de ce continent une puissance économique potentielle où il ne devrait en principe pas y avoir de stress énergétique.

L'or noir pèse en sus près de 70% des ressources utilisées comme matières premières énergétiques à l'échiquier mondial. C'est dire alors que l'Afrique ne devrait en principe pas être affectée par des défis dont feraient face des régions qui n'auraient pas les richesses fossiles dont elle dispose.

Paradoxe énergétique du continent africain

Ses gisements pétrolifères abondent de pétrole et gaz et font d'elle un exportateur net de cette ressource qu'elle n'exploite donc suffisamment pas assez à l'évidence. Elle se trouve être par conséquent un importateur net de carburants et combustibles pour combler son besoin urgent

de rattrapage énergétique.

En d'autres termes, l'Afrique importe ces produits finis qu'elle pourrait produire en local via une part du brut qu'elle exporte.

C'est le paradoxe affligeant une frange de 600 millions de personnes, soit la quasi moitié de sa population, qui vit ainsi en précarité énergétique, sous une couverture énergétique insatisfaisante d'à peine 52%, là où la moyenne mondiale en terme de taux d'électrification excède bien les 90% par simple comparaison.

Dignité climatique de la terre

L'autonomisation énergétique de l'Afrique, par la valorisation de ses réserves d'hydrocarbures et le raffermisssement de son tissu industriel pétro-gazier, va dans le sens donc de l'auto-création d'opportunités locales de progrès grâce à des solutions idoines inoffensives au climat notamment.

Elle ne souhaiterait pas que lui soit imposé un panel de solutions-remèdes dont la posologie, à l'efficacité certainement prouvée ailleurs, lui causerait en revanche des effets secondaires impactants ou serait carrément inapplicable en considération de ses capacités et réalités.

C'est pourquoi, elle a certes besoin du pétrole et gaz pour se développer mais elle n'entend toutefois pas reproduire des paradigmes à risque de causer des préjudices à la dignité climatique de la terre et compromettre, de par ses actions, l'épanouissement des générations actuelles et futures.

Actions impérieuses du secteur automobile

Somme toute, il existe certes un objectif mondial de réduction de la teneur en Soufre (S) dans les carburants pétroliers mais il n'y a pas de normes internationales imposant une feuille de route.

Chaque région du monde a en fait les siennes en la matière.

D'aucuns s'interrogent toutefois sur la qualité des carburants africains en les comparant à leurs propres spécifications locales. Alors, sachant que la comparaison n'est pas un souci en soi, il y a tout de même lieu de se demander si les contextes dans lesquels évoluent les entités à comparer sont les mêmes ou s'ils se prêtent à les comparer sans équivoque ?

D'où la pertinence de se demander si l'Afrique est réellement en retard par rapport à d'autres quand il n'existe pas de matrice universelle de comparaison inter-Etats ? Les dispositions normatives de réduction du Soufre (S) dans les carburants ne sont effectivement pas les mêmes dans toutes les sous-régions et ce, même si la consigne commune à tous à d'aboutir à une teneur très basse teneur en Soufre (S).

Mise à niveau écologique du secteur du transport

Le transport est indispensable pour nos besoins de mobilité et l'exercice de nos diverses activités socio-économiques.

Le supprimer pour réduire la pollution et viser une sobriété carbone sera certes radical et efficace dans l'immédiat mais ultérieurement lourd de conséquences qui affecteraient très préjudiciablement nos moyens et libertés de motricité.

C'est pourquoi, l'on reste convaincus de ce que des initiatives de modernisation de la filière nous y aideraient de manière plus efficiente grâce à la transition vers des carburants nouveaux. En effet, il est manifeste que la problématique en question n'est pas tant imputable à l'outil structurel, c'est-à-dire au véhicule de transport en lui-même, mais beaucoup plus inhérente à l'intrant énergétique, c'est-à-dire le carburant.

Vers la verdisation profonde des carburants

Dans la quasi-totalité des pays de la planète aujourd'hui, plus de 80% de l'énergie consommée par ce secteur provient des hydrocarbures. L'on y incorpore ensuite au besoin divers agro-carburants, communément dits bio-carburants, pour produire des cocktails hybrides dénommés mix-carburants.

A performances énergétiques égales, ceux-ci sont réputés plus écologiques que le traditionnel pétro-carburant fossile. Ils s'intègrent en très bonne place donc dans le panel des solutions inoffensives à l'égard de la quiétude climatique.

Répondant alors à l'écho de cet appel, et tout en tenant bien compte de ses propres besoins de développement durable, le continent africain adhère à cette dynamique mutagène qui transformera le paysage économique mondial en termes de régulations et d'investissements industriels et énergétiques.

Et eu égard à cette perspective transitionnelle énergétique donc, l'hybridation verte s'étend même à la formulation d'autres néo-carburants, non nécessairement liquides, tels que ceux purement électriques ou électrochimiques, etc.

Entrave au carburant électrique en Afrique

Là où l'électricité n'est pas suffisamment accessible à tous, les voitures électriques demeureront assez minoritaires. Car à l'évidence, sans électricité, il n'y a pas de carburant électrique.

Or un diagnostic panoramique de la situation énergétique du continent africain révèle un taux d'électrification global à peine supérieur à 52% contre une moyenne mondiale de plus de 90% tel que rapporté 2021 par les agences internationales de suivi des mouvements d'énergies dans le monde.

En Afrique donc où près de la moitié de la population, soit une bonne frange de 600 millions de personnes subissant la précarité énergétique, n'a pas accès à l'électricité domestique, rehausser le taux de couverture électrique va sans dire être un préalable exécutoire sans quoi les voitures électriques seront fatalement dépriorisées par rapport aux véhicules à moteurs thermiques.

En clair, l'accès aux voitures électriques se doit intimement d'être conjugué à la disponibilité effective à l'électricité pour les alimenter à la demande, en tout temps et en tout lieu du pays, pour ne pas risquer d'être en panne sèche de carburant électrique du fait de disparités et autres difficultés d'accès à l'électricité du réseau public national.

Vis-à-vis du défi écologique commun à toute l'humanité, il y a donc lieu de comprendre que l'Afrique fait face à d'autres défis et urgences personnels qui l'orientent à élaborer des stratégies locales qui ciblent mieux ses réalités intrinsèques.

L'Afrique en route pour 2050 avec ses réalités

Et donc, avoir un regard comparatif entre différents pays de divers continents mènerait susceptiblement donc à des conclusions en discordance de phase avec la réalité si l'on n'est pas d'avance imprégné du contexte local en question.

Comprendre les défis spécifiques de l'Afrique et le choix de ses propres chemins pour être à l'heure au rendez-vous écologique de l'an 2050, c'est comprendre qu'une sortie hâtive et brutale de l'or noir l'impacterait bien au contraire.

Avec une part contributive de moins de 5% aux émissions mondiales Gaz à Effet de Serre (GES), son pétrole et gaz disponibles en abondance sont pour elle une opportunité fort utile pour la production d'électricité à des coûts abordables.

Normes Afri-4 et Afri-5 pour l'Afrique

L'Afrique a ses propres directives et normes dont celles dites AFRI-4 et AFRI-5 qui limitent en effet le Soufre (S) à 50 ppm à l'horizon 2030. Les raffineurs africains travaillent à les implémenter en mobilisant les investissements nécessaires pour remodeler et améliorer leurs schémas de raffinage.

L'Afrique et sa faible densité automobile

Pour l'heure par ailleurs, et en raison de sa très faible densité automobile donc, l'Afrique a des prescriptions normatives différentes de celles en vigueur ailleurs sur les carburants.

C'est tout à fait normal car, en dépit d'une teneur en Soufre (S) résiduaire relativement plus élevée, celle-ci s'avère moins impactante et ce, du fait justement que ce continent a peu de véhicules thermiques en circulation.

Dans la pratique, beaucoup plus de véhicules ayant une faible teneur en Soufre (S) sont globalement susceptibles d'être plus émettrices de particules fines qu'un nombre très réduit de véhicules présentant une forte teneur en Soufre (S).

C'est pourquoi la problématique du Soufre (S) s'évoque certes en tenant compte de sa teneur mais il importe de considérer la densité automobile de la région également. Ce sont ces deux indicateurs qu'il convient simultanément d'intégrer et analyser.

Le faisant, l'on évite de soumettre prématurément l'Afrique à des réalités de sur-densité automobile qui ne pas encore les siennes. Et au final, l'on comprend pourquoi la teneur en Soufre (S) de ses carburants convient à état actuel.

Crise Covid-19 et crise Russo-Ukrainienne

N'eussent été la crise coronarienne et la crise économique et financière qui s'en est suivie en conséquence directe, bon nombre de raffineries

pétrolières africaines auraient achevé leur mutation et rejoint l'Afrique du Sud, le Maroc, le Kenya, l'île Maurice, etc. qui sont depuis belle lurette déjà à moins de 50 ppm de Soufre (S) dans le gasoil.

La Côte d'Ivoire a pour sa part amorcé la modernisation requise dans ce sens et s'est donnée pour objectif d'être prête aux échéances AFRI-4 et AFRI-5 telles que rappelées à tous par l'Association des Raffineurs et Distributeurs Africains (ARDA). Plusieurs autres pays sont dans cet élan.

Cependant, la crise russo-ukrainienne en cours a induit une tendance haussière sur les coûts prévisionnels des divers projets à l'étude ou déjà initiés par les raffineurs africains.

Origine du soufre des carburants soufrés

Contrairement à une certaine pensée populaire, le Soufre (S) n'est pas un additif rajouté dans les carburants par les pétroliers. D'ailleurs, il n'y a aucun intérêt opérationnel ni techco-économique à le faire.

C'est un élément chimique naturellement présent au sein des réservoirs pétrolifères des formations sédimentaires d'où l'on extrait le pétrole et gaz. Certains n'en contiennent pas du tout tandis que d'autres en ont en plus ou moins grandes teneurs intimement mêlées aux flux d'hydrocarbures bruts produits.

Des opérations de purification, dite désulfuration, ont par la suite lieu pour réduire la teneur résiduaire en Soufre (S) dans les carburants, les combustibles et autres produits finis ou semi-finis livrés aux spécifications normatives requises au lieu de desserte au consommateur final ou autre.

Le Soufre (S) récupéré à ce stade sert d'intrant à d'autres process industriels comme la pétrochimie, la cosmétique, la pharmacie, la métallurgie spécialisée, etc. et se trouve ainsi valorisé au travers d'un parcours d'économie circulaire éco-responsable. Autrement, il est brûlé aux torchères acides.

D'où la nécessité d'augmenter les investissements requis pour construire des unités de récupération et valorisation du Soufre (S) élémentaire et réduire les Oxydes de Soufre (SOx) à la source de production et leur impacts environnementaux.

Etapas et procédés de suppression du soufre (S)

La désulfuration débute déjà en amont, soit au niveau même des sites de production offshore et onshore. Et selon les cas de teneur résiduaire en Soufre (S) escomptée, un traitement intermédiaire a en plus lieu au sein des terminaux pétroliers recevant la charge venant desdits sites de production amont. En aval, les raffineries pétrolières prendront le relais en bout de chaîne pour pratiquer une ultime désulfuration. Celle-ci s'opère via une unité catalytique nécessitant du Dihydrogène (H₂), d'où l'appellation d'unité d'Hydro-Désulfuration (HDS).

Efficacité de l'hydrodésulfuration (HDS)

Le HDS est la technique de purification la plus rencontrée.

Elle requiert de grands volumes de gaz Dihydrogène (H₂) de haute pureté ainsi que des catalyseurs performants pour ôter le maximum de Soufre (S). A défaut, les performances du HDS sont limitées et la teneur du Soufre (S) résiduaire dans les effluents de produits finis est fatalement élevée.

Les moyens usuels pour corriger des non-conformités sont soit de retraiter intégralement la quantité sur-soufrée soit la mélanger tout simplement à une quantité moins-soufrée du même produit pour davantage donc diluer le Soufre (S). Par un mélange approprié en effet, l'on arrive à obtenir des cocktails corrigés aux normes soufrées souhaitées.

Au demeurant, il convient de savoir qu'il n'est pas établi de relation directe de cause-à-effet entre des teneurs élevées en Soufre (S) et une baisse en conséquence de l'efficacité des moteurs de véhicules régulièrement bien entretenus.

Source d'approvisionnement en Dihydrogène (H₂)

Certes, des gisements naturels de Dihydrogène (H₂) existent mais ils sont très rares et d'ailleurs insuffisants pour couvrir la demande cumulée des milliers de raffineries pétrolières à l'échiquier mondial, d'où le recours au Dihydrogène (H₂) de synthèse. Il est obtenu par divers procédés industriels dont le Reformage à la Vapeur utilisant entre autres le gaz naturel riche en Méthane (CH₄) comme matière première de base.

C'est la source de synthèse favorite des opérateurs pétroliers même si, dans le contexte transitionnel énergétique actuel, des techniques électrochimiques alternatives sont aptes à produire du Dihydrogène Vert (H₂) par l'hydrolyse de l'eau.

Coût de production du Dihydrogène Vert (H₂)

Du point de vue chimique, le Dihydrogène Vert (H₂) reste le même Dihydrogène (H₂), indépendamment donc de l'origine.

Toutefois, une production de gaz de quantité similaire à celle d'un Reformage à la Vapeur du Méthane (CH₄) est pour l'heure onéreuse et ce, d'autant plus que l'hydrolyse de l'eau est généralement précédée d'un dessalement d'eau de mer ou autre pour générer, à flux tendu de surcroît, la charge d'eau déminée requise.

Il y aurait à la clé une facture finale de production à coût marginal élevé et un coût à la pompe même élevé si le raffineur répercute le coût opérationnel. Ce qui conduirait à disposer finalement de carburants bas-soufre mais à un prix au litre relativement élevé pour le consommateur final.

Pour les raffineurs d'Afrique en général, l'implémentation de cette technologie Net-Zéro Émission de Gaz à Effet de Serre (Net-Zéro GES) est la bienvenue. Elle est innovante et répond bien à la transition énergétique sauf qu'elle s'avère coûteuse.

La production du Dihydrogène Vert (H₂) pour alimenter un HDS en Afrique appelle un appui en terme d'investissements et une subvention à la pompe du prix du carburant de-souffré.

Hydrodésulfuration (HDS) accessible a l'Afrique

Sur les 55 pays que compte le continent africain, moins de vingt disposent de raffineries pétrolières en fonctionnement.

Et parmi ces derniers, seul un nombre limité est alimenté en gaz naturel processé nécessaire à la fabrication de quantité suffisante de Dihydrogène (H₂) dédié à l'Hydrodésulfuration (HDS). C'est le cas de la Côte d'Ivoire, du Nigeria, des pays du Maghreb, etc. qui ont constamment investi dans le cœur du métier pour se maintenir au niveau des normes en vigueur.

Par le jeu de la coopération technique sud-sud, les autres raffineries pétrolières importent

des carburants sot-souffrés pour effectuer le mélange adéquat et être en conformité.

Il y a lieu alors de noter que la grande majorité du carburant utilisé en Afrique vient de l'extérieur. C'est le seul continent au monde à être un exportateur net de pétrole brut et qui se trouve être paradoxalement un importateur net de carburant.

Il importe de l'avoir à l'esprit car en cas de non conformité constatée au marché du consommateur final, l'investigation à mener couvrira tant les offres d'origines locales que les carburants d'importation pour situer les responsabilités.

Dangers liés à l'exposition au soufre (S)

De tout temps, les êtres humains ont su se familiariser au Soufre (S) car dans sa formulation élémentaire en réalité, il n'est pas d'office si dangereux. Il est présent dans certains aliments, médicaments, applications cosmétiques, agricoles, phytopharmaceutiques, etc.

Il est toutefois susceptible de nuire relativement quand, s'associant à des espèces chimiques, il passe de sa forme élémentaire (S) à celle de complexes moléculaires nocifs comme le Sulfure d'Hydrogène (H₂S) entre autres.

Les moteurs thermiques le transforment en effet en Oxydes de Soufre (SO_x) qui promeuvent des pluies acides néfastes aux forêts, aux récoltes, aux espèces aquatiques, etc. Ils le transforment aussi en particules fines formellement mises en cause dans des symptômes respiratoires et certaines maladies pulmonaires.

Carburants sur-souffrés importés en Afrique

Il n'y a pas à confondre un carburant pétrolier et une base pétrolière. Le premier cité est un produit fini prêt à l'usage alors qu'à la différence, le second est une coupe pétrolière non destinée à la consommation directe.

Une base pétrolière, fut-elle hautement sur-souffrée ou pas, ne sera jamais réceptionnée dans un terminal de produits finis ni déchargée directement à la pompe d'une station service où l'opération de dépotage des carburants est sous contrôle. Elle n'a pour vocation unique qu'être raffinée pour en extraire d'une part du carburant dé-souffré de bonne qualité et d'autre part du Soufre (S) élémentaire livré à d'autres applications.

Le processing visant à convertir des bases sur-souffrées est donc une opération éco-respon-

sable qui participe ainsi à la quiétude écologique de la planète. Elle se fait partout dans le monde, là où existent des sites pour ce type de traitement.

Ceci étant clairement dit, l'infox annonçant l'importation de carburants toxiques est reléguée au rang de rumeur infondée.

Engouement vis-à-vis des voitures électriques

En Afrique, l'essor des voitures électriques est irréversible.

Les pétroliers africains sont loin de les considérer comme des offres antagonistes qu'il faille regarder du coin de l'œil et combattre. Il s'agit certes d'offres concurrentielles mais pas du tout rivales. Et c'est pourquoi ils ne sont ni hantés ni menacés par leur avènement sur les routes africaines.

D'ailleurs, plusieurs raffineries pétrolières commencent à intégrer cette nouvelle filière dans leur schéma opérationnel pour ne serait-ce que fournir des bornes de rechargement.

Car, fussent-elles destinées aux voitures électriques, il s'agit de postes de chargement de carburant avant tout.

En effet, la densité automobile mondiale est en croissance si forte qu'à terme, si les pétroliers devraient tout seuls fournir le carburant au monde, il y aurait un risque d'induire une forte pression sur les réserves de pétro-gazières. Or il convient de gérer celles-ci avec parcimonie pour les générations à venir.

Raison pour laquelle les voitures électriques viennent à point nommé comme des formules complémentaires à l'offre première des véhicules à moteurs thermiques de type pétro-carburant et bio-carburant actuellement majoritaires.

Préalables à l'essor des véhicules électriques

Il est vrai que le parc automobile africain n'est pas réfractaire à accueillir les voitures électriques sauf qu'en considération du revenu moyen des populations locales, les prix de ces véhicules importés sont onéreux. Ce qui les rend au final inaccessibles à la majorité des populations dont plus de la moitié réside en zones rurales.

Le prix de vente donc est donc un frein majeur, et non des moindres à une bonne pénétration des routes africaines.

L'implémentation d'usines de montage auto-

mobile locales contribuerait à la revue à la baisse de ces coûts et de ceux des pièces de maintenance afférentes également.

D'autre part, il s'agit de véhicules truffés d'électroniques embarquées qui requièrent donc de solutionner certains préalables infrastructurels comme le fait de disposer de routes bitumées en bon état de roulage, des pneumatiques de qualité, une bonne couverture énergétique pour offrir des points de recharge électrique en divers lieux, etc.

Bon nombre de ces pré-requis sont liés aux hydrocarbures.

Ce qui apporte une preuve de plus que l'or noir, dont l'Afrique a encore besoin pour son développement, est à considérer comme un partenaire majeur à une transition énergétique réussie pour ce continent .

Soutenir la mise à niveau technologique

Les garages pour automobiles électriques sont pour leur part par ailleurs invités à acquérir des compétences nouvelles en matières de maintenance, entretien et réparation de ce type de véhicules nouveaux.

Ils auront donc à se former et surtout s'équiper en matériels d'interventions adaptées. Ce qui pourrait s'avérer hors de portée financière pour certains qui ne seront pas en mesure de franchir le cap vers ce nouvel univers de leur métier. Par conséquent, le nombre limité de garages spécialisés serait aussi un autre frein à l'acquisition des voitures électriques.

Plus trop loin de la phase terminale climatique

La terre souffre en effet d'un dérèglement climatique sévère qui menace d'être irréversible lorsqu'il aura atteint sa phase terminale, soit plus exactement quand le réchauffement planétaire sera en hausse de plus 2°C par rapport au niveau de température ambiante prévalant à l'ère préindustrielle.

Nous nous en approchons d'année en année et n'en sommes plus si loin visiblement, d'où l'alarme de l'urgence climatique

Plusieurs vecteurs ont été diagnostiqués être en cause. Fort heureusement, ils ne sont pas incurables. Alors pour l'heure, même s'il n'apparaît pas de signes probants d'une accalmie à l'horizon, la lutte contre l'emballement thermique et

les vicissitudes du bouleversement climatique ne faiblit pas.

Génération privilégiée de témoins et acteurs

Nous sommes en effet la génération qui au final verra donc s'opérer ces changements dans un sens comme dans l'autre, c'est-à-dire soit dans le sens regrettable de ladite phase terminale hélas soit dans celui plutôt souhaitable d'in-

verser la tendance à temps et donner une chance à la terre entière de recouvrer une quiétude climatique totale et pérenne.

Nous sommes pour ce faire ainsi une génération de témoins et acteurs ayant ce double privilège à la fois. Il s'avère être en réalité une responsabilité impérieuse au décèlement des causes et l'ordonnance des remèdes à appliquer maintenant.

UNLOCKING AFRICA'S GEOTHERMAL POTENTIAL: GEOTHERMAL ATLAS FOR AFRICA

Diana Kosgei e Maryvelma Nafula

Africa is a continent rich in natural resources, yet its geothermal potential remains underutilized as the global focus shifts towards sustainable and renewable energy sources. The continent hosts a range of geothermal resources, from low to high enthalpy, but their exploitation has been limited. East Africa, particularly along the East African Rift System (EARS), is known for its significant high-enthalpy geothermal resources, presenting vast opportunities for power generation. Despite this potential, geothermal development in the region has lagged. Kenya stands out as a leader in this field, with approximately 90% of its electricity coming from renewable sources. The country has an installed geothermal capacity of 988 MW and an estimated potential of 10,000 MW, contributing to 33% of Kenya's total energy capacity. Most of Kenya's geothermal resources are concentrated in the Olkaria region, highlighting the untapped promise of geothermal energy across Africa.

The current focus is mainly on high-temperature (high enthalpy) resources, while low-medium systems are still neglected, even though they could provide sustainable heat/energy sources for low temperature applications in sectors such as agriculture, industrial purposes and tourism.

For the successful development of both large- and small-scale geothermal systems, whether for electricity generation or direct use, it is crucial that stakeholders gain a comprehensive understanding of the continent's geothermal resources,

ranging from low to high enthalpy. This knowledge must extend beyond the resources themselves to include an awareness of existing surface infrastructure, as well as the unique social needs and characteristics of the communities involved.

To address the underutilization of geothermal resources across Africa, the Geothermal Atlas for Africa (GAA) project, part of the Long-Term African Union European Union Joint Research and Innovation Partnership on Renewable Energy (LEAPRE), aims to shift this narrative. By systematically mapping the continent's geothermal resources, the GAA project seeks to identify, categorize, and provide a comprehensive overview of sites with significant potential. This effort provides a factual basis for investment, development, and sustainable use of geothermal energy. The result will be the development of a decision-making tool for identifying the best solution for exploiting the geothermal resources based on their thermodynamic characteristics while considering the economic and environmental aspects as well. The project is divided into various tasks namely: Geosciences (T9.1), Engineering Sciences (T9.2), Social Sciences (T9.3), Implementation of the Atlas (T9.4), Research Mobility and Capacity Building (T9.5) and Project Management (T9.6).

Strathmore University plays a key role within the LEAPRE consortium as one of the partners actively involved in the GAA project. Through its

Maryvelma Nafula is a project engineer under the UNESCO Chair for Climate Change Resilience and Sustainability office in Strathmore University and a Master of Science in Sustainable Energy Transitions (MSc. SET) student at Strathmore University. She is a Mechanical Engineer who undertakes research & development in solar energy, geothermal energy, refrigeration & cooling, thermal clean cooking, design & prototyping, electric cooking and green hydrogen. She is an advocate for accessibility of sustainable technologies and energy solutions.

Diana Kosgei, BSc Mechatronic Eng., is a Project Engineer at the UNESCO Chair for Climate Change Resilience and Sustainability at Strathmore University. A passionate advocate for sustainable energy solutions, she leverages her engineering expertise in system design, research, and capacity building to drive green energy adoption and promote environmentally responsible practices.



UNESCO Chair for Climate Change Resilience and Sustainability office, Strathmore collaborates closely with the University of Florence (UNIFI) in Italy, with a particular focus on Task 9.2—Engineering Sciences. In this task, various geothermal technologies and direct use applications were investigated and simplified models of thermodynamic variables associated to the different components such as the turbine and condenser including temperature, pressure, mass flow rate and enthalpy analysed using the Engineering Equation Solver (EES) and Python software. EES has a vast in-built database of thermodynamic and transport properties for various substances eliminating the need to manually look up values in tables or charts, saving time and reducing the risk of errors, it can solve complex systems of equations, including non-linear and simultaneous equations and it includes plotting and graphing capabilities, allowing one to visualize results and gain a better understanding of your system's behavior (Pressure-enthalpy and Temperature-entropy diagrams). Python was used due to its extensive ecosystem of libraries specifically designed for scientific computing and thermodynamic calculations, it also offers clear syntax and readability making it easier to use compared to other programming languages and its flexibility allows for easy integration with other tools and software. Both software have a friendly user interface.

Objectives

The primary objectives of GAA are as follows:

i. To identify African geothermal potential by providing accurate and comprehensive mapping of geothermal resources across the continent, pinpointing potential sites for development.

ii. To facilitate research and innovation by acting as a foundation for scientific research, fostering innovation and development in geothermal energy technologies.

iii. To support decision-making by enabling policymakers and developers make informed decisions regarding geothermal energy projects, promoting sustainable and economically viable energy solutions.

iv. To promote investment by attracting both local and international investments through presenting clear and well-documented evidence of geothermal potential at different locations on the continent.

v. To strengthen collaboration by encouraging partnerships between African and European entities, fortifying transcontinental research and development in renewable energy.

Unlocking the Potential of Geothermal Energy from Power Generation, Direct Use to Sustainable Development

Geothermal energy, the earth's natural heat, is a sustainable and renewable resource with immense potential for power generation and direct use applications. Geothermal energy is derived from the earth's interior, generated by radioactive decay and residual heat from the planet's formation. This heat can be harnessed for various purposes, ranging from low-temperature applications like heating to high-temperature uses such as power generation. The versatility of geothermal energy makes it an attractive option for sustainable development, particularly in regions with abundant geothermal resources.

Geothermal energy spans a wide spectrum of applications. In low-temperature applications, it can be used for purposes like aquaculture, where geothermal heat maintains optimal water temperatures for fish farming; greenhouses, where it provides consistent heating for enhanced crop production; bathing & swimming, creating geothermal spas for recreational and therapeutic purposes; and industrial processes, where it's employed for drying, pasteurization, and sterilization in various industries.

Geothermal power plants are engineered facilities that convert the earth's heat into electricity by tapping into geothermal reservoirs, which are underground zones of hot water and steam. The thermal energy from these reservoirs is then

converted into usable electrical power. These power plants come in different types, including flash power plants (most common and applicable in Kenya), which utilize high-pressure, high-temperature geothermal fluid brought to the surface and flashed into steam to drive turbines which in turn drive a generator to produce electric power.

This system can be single flash or double flash. The terms “single” and “double” depict either a single or double flashing mechanism of the geo-fluid; dry steam power plants, directly using dry steam from geothermal reservoirs to power turbines for electricity generation; binary power plants which employ a secondary working fluid with a low boiling point to extract heat from the geothermal fluid, evaporate and run a turbine to generate electricity. If the binary plant uses an organic fluid for operation, which is what the GAA's analysis is based on it is referred to as an Organic Rankine Cycle (ORC) plant. Two of these fluids, refrigerants, (trans-1-chloro-3,3,3-trifluoropropene (R1233zd(E)) and propane) were used in the analysis. The refrigerants have a low Global Warming Potential (GWP), a relatively short atmospheric lifetime, are of low toxicity and not flammable.

Direct use applications involve utilizing geothermal heat directly from a geothermal resource without converting it into electricity first. These applications result from two main reasons: First low-temperature geothermal resources may not be ideal for efficient electricity generation. However, they can still be effectively used for direct heat applications, avoiding wasted potential.

Secondly, these applications exhibit higher overall energy efficiency compared to power generation as heat from the geothermal fluid is directly utilized, minimizing conversion losses associated with the processes in electricity generation.

Kenya's agricultural industry contributes significantly to the country's GDP and employs millions of people, making it essential for the country's rural development, food security and economic progress. Agribusiness plays a crucial role in Kenya's economy and society by promoting inclusive growth, fostering social stability and improving livelihoods. Analysis of direct use systems lead to system optimization and improved energy efficiency eventually contributing to sustainability.

It is important to consider the environmental impact of geothermal power plants, which is relatively low compared to fossil fuel power plants. The economic viability of geothermal power plants depends on various factors, including the cost of drilling and construction, the availability of geothermal resources and government incentives. Ongoing research and development are leading to technological advancements in geothermal energy, including enhanced geothermal systems (EGS) and supercritical geothermal resources. These advancements have the potential to significantly expand the accessibility and efficiency of geothermal energy.

Geothermal energy is particularly advantageous as a renewable energy source for several reasons: First, unlike fossil fuels, geothermal energy is a sustainable resource, reducing the carbon footprint and combating climate change. Secondly, geothermal plants can produce energy continuously, unlike other renewable sources such as solar and wind which are intermittent hence sustainable and lastly, they involve lower operational costs as compared to other energy sources after the initial investments as geothermal energy operations tend to have lower running costs, offering economic benefits over time.

The geothermal steam vented during the night in the Olkaria fields, typically released due to minimal electrical load, can be harnessed to produce green hydrogen through the electrolysis process. The electricity produced can be stored in storage systems such as batteries to be used when the demand is high, turning this otherwise wasted resource into a valuable energy source. This can be useful for industrial applications which mostly run for long hours.

Implementing the Geothermal Atlas for Africa: Collaboration, Impact, and Capacity Building

The implementation of the GAA project involved collaboration between engineers, geologists, policymakers and technology providers. By offering a structured visualization of geothermal sites, the atlas will significantly impact several African nations by providing rural and underdeveloped areas with access to sustainable energy thus fostering socio-economic development, enabling countries to diversify their energy portfolios therefore reducing dependence on imported fossil fuels, creating job opportunities within the re-

newable energy sector by helping bridge the employment gap and encouraging the transfer of technology and expertise between Europe and Africa so enhancing capacity building and local enterprising.

Thermodynamic modeling is essential for understanding and optimizing the performance of geothermal power plants. It involves creating mathematical models that describe the relationships between different thermodynamic properties, such as temperature, pressure, enthalpy and entropy and the potential capacity (both electrical and thermal) of a given plant. The thermodynamic modeling of a flash power plant involves analyzing the various stages of the process, including steam extraction, steam separation, steam expansion, condensation, and reinjection. The thermodynamic equations governing these stages are used to calculate various parameters, such as the dryness fraction of the steam, the power output of the turbine and the thermal (at the turbine) and electrical (at the generator) efficiency of the plant.

The thermodynamic modeling of an ORC involves analyzing the various stages of the cycle, including pumping, preheating, vaporization, expansion, and condensation. The thermodynamic equations governing these stages are used to calculate various parameters, such as the enthalpy and entropy changes of the working fluid, the power output of the turbine, and the overall efficiency of the plant.

Thermodynamic modeling of direct use applications involves analyzing the heat transfer processes between the geothermal fluid and the specific application being analysed, in this case milk pasteurization. The goal is to optimize the energy efficiency of these applications and ensure a whole and sustainable use of geothermal resources.

The methodology used in the analysis of the single flash and ORC geothermal technologies and direct use applications can be summarized as follows: An overview of the technology under analysis was developed by outlining the operating principle; Components/equipment involved in the operation of the particular plant were identified; A schematic diagram of the technology was sketched to visualise the interconnection and interaction between different components/equipment; Various stages involved in the operation of

the technology were identified on the schematic diagram; Thermodynamic characteristics during the operation of the plant were outlined at each stage; Thermodynamic equations involved in the operation were determined per stage; The equations were coded into the python software to form the model; The coded model was run using data collected from the field (mass flow rate, well head pressure, enthalpy), the pyXsteam library in Python was leveraged to extract data from the steam tables for thermodynamic calculations to obtain the dryness fraction at different stages, power output, mass flow rates and enthalpies (initially absent in the field data). This coding process was then automated to handle input data from an Excel file containing information on any geothermal production wells and predict the output; The data was also input in EES to validate the results from the analysis in Python; Manual calculations using steam/water/ organic fluids property tables were also performed to further validate results from Python and EES and the results compared to real-world geothermal systems.

The task also covered Life Cycle Assessment (LCA) of geothermal plants by evaluating the environmental footprint of geothermal power plants, from construction through to operation and decommissioning. The aim of the analysis was to determine the LCA for geothermal power plants in Africa, with the case study based in the Central Kenyan Rift Valley, Olkaria geothermal field, to guide future power plant development. This study adopted the cradle-to-grave boundary conditions, accounting for the Green House Gas (GHG) emissions resulting from material transportation from the country of manufacturing, their use during the construction of the power plant, operation of the power plant and the end of life (disposal, recycling, or reuse). Data for the two assignments (Thermodynamic Modeling and LCA analysis) was obtained from the geothermal fields in Olkaria. For thermodynamic modelling, the following was obtained: well head pressure, mass flow rate (for both steam and brine) and enthalpy and for LCA: plant description, specifications of well drilling, construction, operation, maintenance, end-of-life, energy-exergy processes, and electricity and heat production processes.

Additionally, Strathmore University contributed

to capacity-building efforts aimed at enhancing knowledge of geothermal systems through training sessions and field visits. This involved a 3-day training on geothermal systems, their applications, thermodynamic modeling, and project finance. The attendees included: the UNESCO Chair for Climate Change Resilience and Sustainability team, data science team from iLab Africa Strathmore University, University of Florence (UNIFI), Strathmore Business School(SBS), Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO),GIZ Kenya, Strathmore Energy Research Centre (SERC), Geothermal Development Company (GDC), Kenya Electricity Generating Company(KenGen), Technical University of Kenya (TUK) and students from the Master of Science in Sustainable Energy Transitions Strathmore University (MSc. SET).

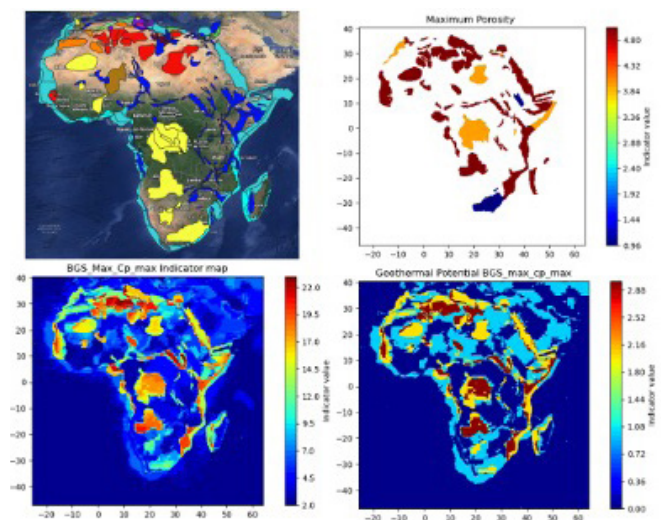
Undergraduate students from the School of Computing and Engineering Sciences (SCES), BSc. Electrical and Electronics Engineering, at Strathmore University visited the Olkaria plant in Naivasha where they gained knowledge on the origin of geothermal energy, various geothermal systems, contribution of geothermal energy to the total energy mix in Kenya and got a chance to tour the different sections of the facility.

The project implementation team also visited Ormat Technologies' power plant in Naivasha which is a binary geothermal plants to learn about binary systems and carry out analyses on the information obtained to compare with the results obtained from previous investigations. The final report with the results of the analyses conducted and the tool to be used are currently being finalized.

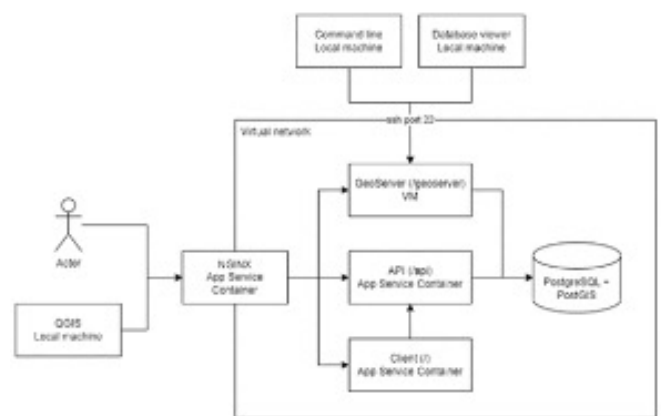
The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO) who are in charge of the implementation of the Atlas (T9.4) have published some results based on the data from the other tasks as shown below. The infrastructural architecture of GAA is also shown below.

Conclusion

Geothermal energy represents a promising pathway towards a sustainable energy future. By harnessing the Earth's natural heat, reliance on fossil fuels can be reduced and impacts of climate change mitigated. Further research, development, and investment in geothermal technologies are crucial to unlocking the full potential of



Overview showing results from the indicator analysis performed on the British Geological Survey (BGS) sedimentary basin shape file. BGS shape file, maximum porosity indicator, combined indicator map, geothermal potential map, from upper left to lower right, respectively.



Infrastructural architecture of the GAA

this valuable renewable resource.

The Geothermal Atlas for Africa is not merely a map; it is a transformative tool with the potential to revolutionize the energy landscape of the continent. By synthesizing comprehensive geothermal data into accessible, actionable intelligence, it lays the groundwork for a sustainable future powered by Africa's unseen geothermal capabilities. As the world increasingly focuses on sustainable development, the Geothermal Atlas positions Africa for growth, innovation, and environmental stewardship, unlocking a repository of renewable energy for the generations to come.

For more details on the Geothermal Atlas for Africa, please visit [LEAP-RE's official website] (<https://www.leap-re.eu/geothermal-atlas-4-africa/>) and GEOTHERMAL ATLAS FOR AFRICA : Technical progress, socio-economic context analysis and capacity buidling. - LEAP-RE.

LES ENJEUX ET DÉFIS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Isaac Kodjo Atchikiti

Depuis le début de la révolution industrielle, la concentration atmosphérique de CO₂ n'a cessé d'augmenter, entraînant une augmentation de la température moyenne mondiale par rapport aux niveaux préindustriels. Cela exerce une pression sur le système climatique terrestre et conduit à des catastrophes naturelles telles que des inondations, des sécheresses, la perte de biodiversité, la destruction des écosystèmes naturels, l'élévation du niveau de la mer et d'autres événements météorologiques extrêmes.

Pour donner quelques exemples, en 2024, le cyclone tropical Hidaya a causé plus de 400 morts au Kenya et en Tanzanie; en 2022, le cyclone Batsirai a frappé Madagascar, provoquant le déplacement de plus de 70 000 personnes et des centaines d'écoles, de centres de santé et de routes endommagés ou détruits; en 2019, le cyclone Idai a frappé Madagascar, le Mozambique, le Malawi et le Zimbabwe, causant des dégâts impressionnants, plus de 1 000 morts et des dizaines de milliers de personnes déplacées, et des hectares de cultures détruits.

La répétition des catastrophes naturelles a chaque fois transforme les zones touchées en zone humanitaire permanente. Ces événements qui perturbent entre autres la production agricole et engendrent l'insécurité alimentaire rappellent la vulnérabilité de l'Afrique subsaharienne (ASS) face au changement climatique. Cependant, les ressources limitées de l'ASS entravent sa capacité à s'adapter efficacement et à atténuer les impacts du changement climatique.

Le financement reste un obstacle majeur pour les pays de l'ASS, en particulier pour le renforcement de la résilience face au changement climatique ainsi que pour les projets à long terme qui nécessitent des financements prévisibles,

flexibles, durables et concessionnels sur plusieurs décennies.

Le système financier international actuel ne parvient pas toujours à répondre de manière adéquate à ces exigences, exposant ainsi un grand nombre de pays de l'ASS à la fragilisation de leurs économies suite aux catastrophes environnementales. Cette inaptitude du système financier international à faire face aux défis environnementaux est dû en partie au fait que les mécanismes financiers comme ceux établis dans le cadre des institutions de Bretton Woods, n'ont pas été conçus pour répondre aux vulnérabilités liées aux facteurs climatiques.

La complexité et la fragmentation de ces cadres financiers constituent un défi pour mobiliser les investissements nécessaires à la réalisation des objectifs climatiques. Elles entravent l'afflux de capitaux vers des projets durables et plongent les pays dans un cercle vicieux d'endettement qui compromet davantage leur capacité à se développer.

En effet, les pays en développement de l'ASS, qui sont touchés de manière disproportionnée par le changement climatique, reçoivent une grande part des financements alloués aux efforts d'atténuation, sous forme de prêts. Cette situation est particulièrement paradoxale étant donné que ces pays sont généralement déjà lourdement endettés.

En revanche, le financement de l'adaptation au changement climatique ne représente qu'une part mineure du financement climatique total. Cette disparité aggrave la pression financière sur les pays en développement de l'ASS.

En outre, les initiatives d'adaptation manquent souvent de rentabilité immédiate, ce qui limite leur attrait pour les investisseurs privés et perpé-

Isaac Kodjo Atchikiti est un expert en finance climatique (Frankfurt School of Finance & Management). Il est titulaire d'un Master en économie de l'Université "La Sapienza" de Rome et est actuellement membre de la Shaping Futures Academy, créée par l'Institut allemand pour le développement et la durabilité (IDOS).

tue le déficit de financement. Aussi, la stratégie consistant à utiliser les financements publics pour atténuer les risques d'investissement dans le secteur privé, dans le but de combler le déficit de financement de l'adaptation, s'avère insuffisante.

Pour donner une idée plus complète de la complexité de la situation, il faut rappeler le défi conceptuel au sujet du «financement climatique» car elle ne fait l'objet d'aucune définition universellement acceptée, ce qui rend difficile la saisie et la déclaration claire et précise des financements climatiques. Pour moins d'ambiguïté, la définition devrait être conforme aux méthodologies de déclaration afin de rendre compte de manière exhaustive de ce qui constitue le financement climatique.

Somme toute, sans une réforme du cadre de financement de l'adaptation et de la résilience, certains pays de l'ASS continueront d'être laissés pour compte à mesure que les catastrophes climatiques augmentent en fréquence et en intensité. Des mécanismes de financement innovants, des processus rationalisés et un décaissement plus efficace des fonds sont donc essentiels pour garantir que ces pays puissent atteindre leurs objectifs de développement sans une surchauffe de leurs économies.

Au cœur de ces réformes, la normalisation financière apparaît comme une stratégie cruciale pour rationaliser les investissements, améliorer la transparence et accélérer le déploiement des capitaux privés en vue d'atteindre les objectifs climatiques. Elle implique l'adoption de lignes directrices communes en mesure d'accélérer la conception des produits d'investissement, à simplifier les cadres juridiques et l'évaluation du risque de crédit.

Cette approche réduirait les nombreuses inefficacités du système actuel, créant un environnement financier plus prévisible et stable permettant aux investisseurs institutionnels ainsi qu'au secteur privé de s'engager plus facilement dans des projets liés à l'adaptation et à la résilience face au changement climatique.

Dans l'optique d'un changement de paradigme, il est également nécessaire d'aller au-delà des indicateurs traditionnels tels que le PIB pour évaluer le cadre macroéconomique des pays pauvres de l'ASS. Comme alternative, des indicateurs plus complets qui prennent en compte

les facteurs sociaux et environnementaux sont à préconiser. L'évolution vers une approche holistique est d'autant plus nécessaire que ces pays s'efforcent d'équilibrer le développement économique avec la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de protéger les ressources naturelles, conscients que le développement économique ne peut pas se faire au détriment de l'environnement Isaac Kodjo Atchikiti.

Une approche holistique de la croissance économique favoriserait une croissance inclusive, la cohésion sociale et la préservation de la biodiversité car une telle approche prendrait en compte l'interdépendance des fondements sociaux et de la préservation de l'environnement, ouvrant la voie à des économies résilientes et durables.

Pour ne citer qu'un exemple concret, il est essentiel d'établir des cadres réglementaires permettant des exonérations fiscales et des subventions pour encourager les pratiques durables comme l'usage de systèmes d'énergie renouvelable à petite échelle, tels que les miniréseaux et les biodigesteurs.

Le changement de paradigme mentionné ci-haut nécessite un leadership audacieux et un engagement courageux des gouvernements. Mais ces derniers ne peuvent pas à eux seuls porter l'engagement en faveur de la transition écologique.

Le secteur privé a un rôle crucial à jouer pour stimuler l'innovation et l'investissement dans les énergies renouvelables, les infrastructures et le renforcement des capacités bien que ses acteurs hésitent souvent à investir dans les pays en développement en raison de la perception des risques et de l'incertitude réglementaire. De plus, une collaboration renforcée entre les Banques Multilatérales de Développement, les gouvernements, le secteur privé et les institutions philanthropiques est essentielle pour débloquer les investissements et créer des cadres capables d'atteindre les objectifs de financement climatique.

Des programmes conjoints entre ces acteurs peuvent réduire la charge pesant sur les pays bénéficiaires et garantir que les financements parviennent à ceux qui en ont le plus besoin, au plus tôt.

Les institutions philanthropiques, en particulier, jouent un rôle unique dans l'expérimentation de

solutions financières innovantes qui pourraient être étendues afin d'avoir un impact plus important. Aussi, les modèles de mécanismes de financement innovants tels que les partenariats public-privé (PPP) sont idoines à la mobilisation des ressources et de l'expertise pour une transformation économique qui s'aligne sur les objectifs de durabilité. Il est par ailleurs important de noter que la transition vers une économie verte doit être juste et inclusive, protégeant les moyens de subsistance de ceux qui dépendent des secteurs énergétiques polluants.

En d'autres mots, cette transition doit tenir compte des impacts sociaux et économiques, en particulier dans les régions où des communautés entières sont construites autour d'industries polluantes, car une transition précipitée ou désorganisée vers l'abandon des combustibles fossiles pourrait dévaster ces communautés, entraînant un chômage généralisé et une instabilité économique.

La transition doit donc être gérée avec soin, en mettant l'accent sur la création d'opportunités d'emploi alternatives et sur la garantie d'une transition économique juste car il ne s'agit pas seulement de réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais de créer un avenir plus juste, respectueux de l'environnement et plus prospère pour tous.

Cela implique des politiques cohérentes qui associent les objectifs climatiques et de développement économique, ainsi qu'une intégration de différents secteurs et une collaboration entre différentes parties prenantes dont les communautés locales pour Isaac Kodjo Atchikiti créer des cadres solides au sein des stratégies de développement spécifique à chaque nation.

Il est important de souligner la participation des communautés locales car la lutte contre le changement climatique requiert des solutions locales adaptées aux besoins des communautés. Fournir aux communautés locales des moyens de lutter contre le changement climatique passe par la mise à leur disposition des outils nécessaires pour s'attaquer à la déforestation, principale source d'émissions de carbone dans les pays en développement.

Il s'agit de protéger les forêts contre l'exploitation forestière illégale et le braconnage, de promouvoir des moyens de subsistance durables et de reboiser les terres dégradées.

L'engagement local est également crucial pour le succès d'une croissance économique qui s'aligne sur les objectifs de durabilité. En impliquant les communautés dans le processus de prise de décision et en les éduquant sur les avantages de la durabilité, ces stratégies peuvent être mises en œuvre et maintenues plus efficacement sur le long terme.

Le financement climatique devenant un pilier central des efforts de développement, les Banques Multilatérales de Développement (BMD) sont bien placées pour mener des changements significatifs, en particulier dans les pays en voie de développement. Certaines BMD sont déjà très avancées dans le développement de mécanismes financiers innovants pour atténuer les risques associés à la résilience et à l'adaptation au changement climatique.

Cela inclut la combinaison de fonds publics et privés, garantissant la viabilité des projets tout en offrant des avantages sociaux et environnementaux.

Le changement climatique représente à la fois un défi et une opportunité car d'un côté, les chocs climatiques compromettent le développement économique, et de l'autre côté, investir dans la transition verte ouvre la voie à une croissance et à des emplois verts, en particulier dans les pays de l'ASS, où le chômage des jeunes reste un problème critique. En effet, la plupart des pays de l'ASS ont un immense potentiel en énergie éolienne, solaire et hydrogène vert, qui pourrait stimuler à la fois leur croissance économique et la durabilité environnementale, mais l'accès aux technologies reste limité et malgré le potentiel énergétique, de nombreuses communautés manquent toujours d'électricité.

Dans ces régions, l'accent devrait être mis sur les investissements dans l'éducation, la formation technique et la mobilité de la main-d'œuvre pour garantir que les populations et en particulier les jeunes disposent des compétences et des ressources nécessaires pour construire les infrastructures nécessaires.

Donner aux jeunes les moyens de participer aux efforts mondiaux en matière de changement climatique ne signifie pas seulement de faire entendre leur voix au cœur des débats, mais aussi leur fournir les moyens financiers, les formations adéquates et d'autres ressources dont ils ont besoin pour réussir car leur participation doit être

Isaac Kodjo Atchikiti significative et non seulement symbolique. Dans ce sens, les incubateurs, les programmes de mentorat, les camps de formation entrepreneurial spécialisés dans des domaines tels que l'éducation financière et la résolution innovante de problèmes sont essentiels pour aider les jeunes africains à créer des start-ups prometteuses en mesure d'offrir de l'emploi à leurs congénères et apporter des solutions aux défis climatiques.

Les initiatives de renforcement des capacités devraient également se concentrer sur le soutien aux micro entreprises, qui constituent l'essentiel de l'écosystème entrepreneurial africain. En outre, les gouvernements et les institutions privées sont appelés à continuer à veiller à ce que les politiques et les programmes appropriés soient mis en place pour soutenir ces entreprises à chaque étape de leur croissance.

Soutenir les jeunes entrepreneurs africains n'est pas seulement une obligation morale mais aussi une nécessité économique. La jeunesse africaine est un atout essentiel pour le développement du continent et, en favorisant l'innovation, en créant l'écosystème adéquat pour catalyser l'ingéniosité, l'ASS peut libérer le vaste potentiel de ses jeunes entrepreneurs.

Dans le domaine agricole par exemple, l'agriculture durable est une pierre angulaire des stratégies de développement appropriées pour équilibrer la productivité et la gestion de l'environnement.

En embrassant des pratiques durables, les jeunes entrepreneurs peuvent contribuer à améliorer la productivité agricole tout en préservant les ressources naturelles par l'usage des intrants et des technologies améliorés. Cela permet non seulement d'augmenter les rendements des cultures, mais aussi d'améliorer la sécurité alimentaire, de réduire la vulnérabilité aux pénuries alimentaires et la volatilité des prix.

Par ailleurs, le secteur de l'énergie est essentiel pour parvenir au développement durable, en particulier pour relever les défis de l'électrifica-

tion rurale.

Des stratégies innovantes de développement des infrastructures et d'utilisation des terres peuvent rendre l'extension des réseaux nationaux et des plans solaires moins difficiles à réaliser et plus rentables dans les zones rurales.

Les solutions sur mesure, comme les systèmes énergétiques décentralisés et les mini-réseaux, sont essentielles pour les zones reculées et peu peuplées.

Ces systèmes surmontent les défis logistiques et fournissent une énergie fiable, propre et abordable, accompagnés d'avantages sociaux, éducatifs et sanitaires importants. Par exemple, la transition vers des sources d'énergie propres, telles que l'énergie solaire et la bioénergie, non seulement réduit les émissions de gaz à effet de serre, mais améliore également les résultats en matière de santé, en particulier pour les femmes grâce à des systèmes de cuisson propres.

Vu le rôle essentiel des avancées technologiques dans l'atténuation des effets néfastes du changement climatique, les BMD, les gouvernements et le secteur privé devraient investir massivement dans la recherche et le développement de technologies de rupture et collaborer à la création d'un environnement réglementaire propice aux investissements à long terme dans ces technologies. Cela comprend la création d'un Isaac Kodjo Atchikiti cadre politique clair et cohérent qui encourage l'innovation et garantit que les investissements dans les technologies vertes sont financièrement viables.

Les finances et la technologie à elle seule ne sont pas la solution, il faut un véritable engagement en faveur d'un effort multilatéral flexible et inclusif guidé par une orientation claire vers les besoins et les priorités des pays les plus vulnérables. Alors que le monde traverse des tensions géopolitiques et des incertitudes économiques, l'engagement en faveur du multilatéralisme, de l'action climatique et des réformes financières et économiques est plus que jamais urgent.

PROMOTION DE L'ENTREPRENEURIAT DES JEUNES ET DES FEMMES DANS LA CADRE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Serge Leta Sakonana

Introduction

0.1. Préambule

Les populations Congolaises vivent dans une société de consommation dont leur besoin d'énergie augmente car l'énergie, en général, est nécessaire à l'homme.

Celui-ci en a besoin pour se chauffer, s'éclairer, se déplacer, se nourrir, se soigner. Mais cette énergie que qu'elles utilisent n'est pas éternelle, et leurs ressources sont en train de s'épuiser rapidement.

C'est pour cela que l'on cherche constamment des énergies alternatives qui n'ont pas autant d'effet sur l'environnement, ce sont les énergies renouvelables.

De façon prédominante, les ressources sur lesquelles se base la majeure partie des sociétés sont épuisables (charbon, pétrole, gaz naturel et uranium).

Le soleil, l'eau, le vent, le bois et les autres produits végétaux sont autant de ressources naturelles capables de générer de l'énergie grâce aux technologies développées par les hommes.

Leur relatif faible impact sur l'environnement en fait des énergies d'avenir face au problème de la gestion des déchets du nucléaire et aux émissions de gaz à effet de serre.

L'effet de serre est un phénomène naturel qui est dû à la présence, dans l'atmosphère, de différents gaz qui piègent une partie de la chaleur solaire réfléchi par la terre, ce phénomène est nécessaire à la survie de l'homme.

Cependant, l'activité humaine rejette des quantités croissantes de ces gaz, ce qui renforce ce phénomène et provoque des changements climatiques (réchauffement de la planète qui engendre une élévation du niveau des mers, une augmentation des périodes caniculaires en été, des orages, inondations).

le CO₂ apparaissant comme le principal gaz responsable du renforcement de l'effet de serre, sa présence est trop importante dans les pays industrialisés et est principalement généré par la combustion de combustibles fossiles (pétrole, charbon, gaz naturel).

Dès lors, l'utilisation des sources d'énergies renouvelables semble être une solution adéquate car, c'est surtout l'usage des énergies fossiles qui renforce le phénomène d'effet de serre et donc le réchauffement de la planète.

Encourager le développement et la promotion de ces énergies renouvelables en République Démocratique du Congo, c'est parvenir à une indépendance énergétique qui ne peut être que positive au développement du pays.

Dans une économie verte, la croissance des revenus et des emplois est déterminée par les investissements privés et publics permettant de réduire les émissions de carbone et la pollution, de renforcer l'efficacité énergétique et des ressources et de prévenir la perte de la biodiversité et des services écosystémiques.

Ces investissements doivent être catalysés et soutenus par des dépenses publiques ciblées, des réformes et des modifications des réglementations.

Cette voie de développement devrait maintenir, améliorer et, autant que faire se peut, rebâtir le capital naturel comme un atout économique essentiel et une source d'avantages publics, particulièrement pour les personnes démunies dont les moyens de subsistance et la sécurité dépendent fortement de la nature.

Dans cette perspective, La République Démocratique du Congo s'est engagée à atteindre les ODD à l'horizon 2030.

Il s'agit notamment de mettre un terme à l'extrême pauvreté et la faim, de garantir un accès universel aux services sociaux de base de quali-

Serge Sakonana Leta est coach – formateur et chargé de projet dans plusieurs associations en RDC.

té, de promouvoir un mode de consommation et de production durables et de promouvoir la lutte contre les changements climatiques¹.

1.1. Informations générales sur le pays

La République démocratique du Congo a une superficie de 2,34 millions de Km² avec une population estimée à 100 millions d'habitants.

Le pays est faiblement peuplé avec une densité moyenne de 40 habitants au km² inégalement réparti sur l'ensemble du territoire national².

La RDC est le deuxième pays le plus vaste du continent africain après l'Algérie. Elle partage ses frontières d'une longueur de 9.165 km avec neuf pays : le Soudan du Sud, l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi, la Tanzanie, la Zambie, l'Angola, la République du Congo et la République Centrafricaine. Il est difficile à ce jour de connaître le nombre exact de ses habitants parce que le dernier recensement date de plus de 30 ans. A cheval sur l'Equateur, le pays bénéficie d'une hydrographie exceptionnelle, constituée essentiellement par le fleuve Congo, second au monde par son débit (50 m³ /seconde) après l'Amazone et le cinquième au monde par sa longueur (4.700 Km)³.

Sur les 2.344.885 km que représente le territoire national, la forêt couvre 1.232.000 km² soit 52,54% du territoire.

Avec ses 125 millions d'hectares soit 70 millions de tonnes équivalents, le pétrole, la forêt dense et humide de la Rdc représente 47% du massif forestier tropical du continent soit 6% des forêts tropicales mondiales. et les provinces les plus boisées sont le grand Equateur, la grande orientale, le Kivu et le Kasaï Oriental.

La RDC est semi enclavée avec une ouverture sur l'océan Atlantique d'environ 50 km.

Toute l'étendue du pays est quadrillée par des carrés miniers dont en termes de potentialités géologiques et minières, une trentaine de substances minérales exploitables des plus connues aux plus rares, tels que l'uranium, le colombo-tantalite, le niobium, etc.

Les minerais les plus exploités sont le cuivre, le cobalt, l'or, le diamant, le manganèse, le zinc.

Outre le pétrole faiblement exploité, d'importantes réserves de gaz méthane (lac Kivu), de schistes bitumeux (Province Orientale) et de sables asphaltiers (Bas-Congo) sont également disponibles. Toutefois, ces réserves ne sont pas connues de manière exhaustive.

« Les ressources énergétiques ainsi que ses minerais stratégiques essentiels dans le développement de techniques, outils et procédés visant à réduire l'impact carbone de même que la pollution au niveau planétaire positionne naturellement », la RDC, "comme pays solution ».

En dépit de son potentiel considérable en matière d'hydroélectricité, et pour de raisons

Évidentes liées aux coûts de la production, du transport et de la distribution de l'électricité

Produite à partir de centrales hydroélectriques opérationnels, le Congo assiste à une consommation de l'électricité produite à partir des sources d'énergies renouvelables autres que l'hydroélectricité.

1.2. Contexte et Problématique

La RDC a un énorme potentiel hydroélectrique de 100 GW⁴.

La capacité totale installée s'élève à 2,61 GW, mais seulement 1,13 GW sont disponibles, car plus de la moitié des centrales hydroélectriques existantes fonctionnent à moins de 50% de leur capacité en raison du vieillissement des infrastructures et du manque d'entretien.

Depuis 2008 et même en remontant à 1982 (Inga 2), la capacité de production d'électricité de la RDC n'a quasiment pas augmenté. Il n'y a pratiquement aucune exploitation du potentiel non utilisée, en raison d'un manque structurel de capacité d'investissement pour la réalisation de nouvelles centrales hydroélectriques ou d'autres formes d'énergie.

Des centaines de milliers de Congolais utilisent également des installations solaires individuelles et autres produits autonomes achetés en magasin ou via les sociétés paygo.

Néanmoins, les statistiques actuelles sont fragmentaires et peu disertes sur l'utilisation réelle de ces produits.

1 RDC, Ministère du plan ,2024

2 RDC, ministère du plan, Institut National de Statistique,2023

3 https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9ographie_de_la_r%C3%A9publique_d%C3%A9mocratique_du_Congo

4 SEforALL & African Development Bank (2017), Green mini grid market development programme - Mini grid market opportunity assessment: Democratic Republic of Congo

A cet effet, il serait fructueux que le Gouvernement réajuste la production de ces statistiques afin de déterminer des ambitions d'électrification plus réalistes. En d'autres termes, sur une population de 100 millions d'habitants, seuls 13.4 millions ont accès à l'électricité.

Le secteur de l'électricité en RDC est caractérisé par un faible taux d'électrification et un réseau sous-développé et dysfonctionnel. Une part importante des consommateurs d'électricité est connectée illégalement ou à des réseaux informels. Une part significative de l'électricité fournie via le réseau national (SNEL) est consommée par des ménages qui ne sont pas enregistrés comme clients⁵.

La fragmentation du réseau actuel constitue un obstacle sérieux à l'expansion de l'accès à l'électricité.

La République démocratique du Congo envisage de réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES) d'au moins 21 % d'ici à 2030, sous certaines conditions.

Bien que, de manière générale, la RDC ait toujours émis peu de GES, sa Stratégie nationale de développement durable 2021-2025 comporte des dispositions pour faire augmenter l'utilisation des énergies renouvelables et améliorer l'accès à l'énergie, notamment par le biais de l'hydroélectricité et de l'énergie solaire⁶.

À l'échelle mondiale, la République Démocratique du Congo est également le plus grand producteur de cobalt et le troisième producteur de cuivre.

Ces deux minéraux sont essentiels pour les technologies reposant sur des énergies propres, et l'on prévoit que la transition énergétique mondiale accroîtra la demande relative à ces ressources.

Les données et les dialogues multipartites seront vitaux pour soutenir les ambitions du pays en matière de transition énergétique, orienter les solutions de manière à assurer une transition durable, appuyer la bonne gouvernance des minéraux critiques et assurer un suivi des engagements à la lutte contre le changement climatique.

L'urgence de la transition vers des sources

d'énergie renouvelables en République Démocratique du Congo est très important car la crise climatique en cours a placé l'importance de placer la transition vers les sources d'énergie renouvelables au premier plan des échanges ou discussions qui ont lieu partout dans le monde.

Et aussi l'effet de serre fait que la température moyenne de la terre continue d'augmenter, ce qui rend les effets du changement climatiques de plus en plus évidents et les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les ouragans, les inondations et les vagues de chaleur ont augmenté en fréquence et en gravité, provoquant des destructions et des pertes de vie à grande échelle au monde en général et en particulier en République Démocratique du Congo.

Cependant, Le taux d'électrification de la population congolaise est estimé entre 9% et 15%, selon la source et sa méthode de mesure, cependant le pourcentage le plus élevé semble être plus proche de la situation réelle

L'Agence Nationale des Services Énergétiques Ruraux (ANSER) travaille à la consolidation des données existantes et les chiffres dont l'Agence dispose actuellement font état de 15% d'accès à l'électricité seulement si l'on tient uniquement compte du monde rural (76,8% de la population Congolaise), l'un des taux les plus faibles du monde.

Le secteur de l'énergie en république démocratique du Congo est largement dominé par la biomasse traditionnelle qui représente 93 % de la production d'énergie primaire du pays et 94,4 % de sa consommation intérieure d'énergie primaire.

Le pétrole brut extrait en république Démocratique du Congo est entièrement exporté et les produits pétroliers consommés dans le pays sont importés.

L'électricité représente un pourcentage trop faible de la consommation finale d'énergie de la RDC et elle est produite à grande partie par les centrales hydroélectriques, 0,3 % par l'énergie solaire et 0,2 % par des installations à biomasse.

Les émissions de CO2 liées à l'énergie par habitant en RDC représentaient seulement une

5 SEforALL & African Development Bank (2017), Green mini grid market development programme - Mini grid market opportunity assessment: Democratic Republic of the Congo; World Bank (2020), 'Increasing access to electricity in the Democratic Republic of the Congo

6 RDC : De la mise en œuvre de la 2ème Lettre d'Intention entre la République Démocratique du Congo et l'Initiative pour la Forêt de l'Afrique Centrale (CAFI) portant sur la période 2021-2031

moyenne entre 15 % et 19% de la moyenne mondiale et 70 % de la moyenne africaine.

Or comme il a souvent été dit, la RDC dispose d'immenses réserves énergétiques.

En effet, en plus d'avoir un sous-sol riche en minerais, la république Démocratique du Congo possède en outre suffisamment de Potentiel énergétique pour alimenter en électricité les trois quarts du continent africain.

En pratique, le pays souffre de délestage, nuisant au fonctionnement des services de base que la Santé et l'éducation. Ces délestages sabotent également l'économie nationale en paralysant le Secteur privé.

Ils plongent aussi de grandes régions dans l'obscurité totale, laissant les populations se débrouiller à la bougie ou au kérosène, à la lampe avec huile de palme pour l'éclairage.

Malgré ces avantages incontestables, les énergies renouvelables tardent à trouver leur essor en République Démocratique du Congo.

La principale cause de ce retard est imputable aux cadres institutionnels et légaux qui ne sont Guère favorables aux investissements dans ce secteur. Bien qu'actuellement en pleine mutation, ils demeurent néanmoins encore vagues et incohérents et ces attermoissements sont un frein à tout financement au développement et déploiement des énergies renouvelables dans le pays⁷.

Devant ce constat, la promotion de l'entrepreneuriat des jeunes et femmes dans le secteur des énergies renouvelables peuvent exercer une influence positive sur l'amélioration des services des besoins de la communauté tels que l'éducation, la santé, la télécommunication et l'éclairage publique.

Dans cet environnement très inquiet, l'entrepreneuriat des jeunes et des femmes dans le cadre de la transition énergétique est important et indispensable pour la République Démocratique du Congo bien que la majorité des jeunes et femmes entrepreneur(es) congolais(e)s demeurent sous-représentées dans les différents secteurs d'activités économiques.

2. Contexte Général de l'Entrepreneuriat des jeunes et des femmes en RDC

Le chômage bat son plein en République Démocratique du Congo.

Plus de 50% des jeunes et femmes n'ont pas d'emplois, d'après les experts en ressources humaines. Pour créer des richesses et briser le cycle de la pauvreté, divers acteurs encouragent de plus en plus les jeunes, les femmes à se lancer dans l'entrepreneuriat.

Dans un pays où le taux de chômage est très élevé, la plupart des femmes et jeunes n'ont pas d'autre choix que de créer une microentreprise pour subvenir aux besoins de leur futur et famille», indique l'ONU Femmes en RDC⁸.

C'est bien davantage la recherche de moyens de subsistance que la recherche du profit qui motive les micros et petits entrepreneurs. Le chômage des jeunes et femmes est l'un des principaux défis auxquels est confronté le pays. Le problème est exacerbé par les possibilités limitées d'obtenir des moyens de subsistance décentes. Comme les jeunes constituent l'épine dorsale de la population Congolaise, dépassant 60 %, le développement durable du pays passe par l'exploitation du dividende démographique. Cela implique d'aller au-delà des possibilités limitées d'emploi formel pour les jeunes et aussi les femmes, de créer et d'exploiter des possibilités de gagner sa vie de manière décente et de contribuer à la réalisation de l'Agenda 2063.

Reconnaissant l'importance d'investir dans les femmes et les jeunes, de leur créer un espace et des opportunités leur permettant de réaliser pleinement leur potentiel, la RDC n'arrive pas à lancé des initiatives durables axées sur l'autonomisation des jeunes et femmes. D'où, les femmes entrepreneures qui cherchent à développer leur activité ont besoin, elles, d'une aide ciblée pour lever les obstacles juridiques, institutionnels et financiers auxquels elles se heurtent.

Être un jeune entrepreneur ou une femme entrepreneure en RDC, c'est se lancer dans un monde de beaucoup de risques. L'accès à la bonne information sur les affaires et la création des entreprises, le manque d'expérience dans la

7 https://www.academia.edu/29619779/Les_Energies_Renouvelables_en_R%C3%A9publique_D%C3%A9mocratique_du_Congo

8 Onu femmes, RDC : <https://africa.unwomen.org/fr/digital-library/publications/2022/06/lentrepreneuriat-en-rdc-un-cadre-juridique-et-institutionnel-a-reviser-pour-une-meilleure-prise-en-charge-du-genre>

gestion des projets entrepreneuriaux et la rareté des financements sont des défis réels et persistants auxquels sont confrontés les jeunes et femmes entrepreneur(e)s congolais(e)s sur terrain.

Face au chômage massif qui frappe de plein fouet les jeunes et femmes en RDC et l'incapacité de l'Etat d'embaucher tous les jeunes et femmes diplômé(e)s, les jeunes et femmes rêvent de créer leurs propres emplois.

Nombreux sont les jeunes et femmes qui rêvent de créer leur propre entreprise. Mais peu d'entre eux parviennent effectivement à franchir le pas.

Les débats sur les défis auxquels sont confrontés les jeunes entrepreneurs, on en parle très peu sur la faisabilité par les autorités du pays.

L'un des principaux problèmes liés au milieu des affaires en RDC a trait aux difficultés d'accès au financement. L'indicateur d'accès à un prêt est de 30 % en RDC⁹. En effet, le système financier en général et le secteur bancaire en particulier sont sous-développés. De plus, les banques ne sont pas portées à accorder du crédit aux jeunes et femmes entrepreneur(e)s, compte tenu du risque élevé de non remboursement et du fait qu'en cas d'insolvabilité, la probabilité de récupérer le montant du prêt par un règlement judiciaire est quasi nulle en RDC.

Les difficultés que pose l'accès au financement constituent donc un obstacle majeur à la création d'entreprises par les jeunes et femmes, d'autant plus que ces deux catégories d'entrepreneur(e)s ne disposent souvent pas de ressources financières personnelles suffisantes pour se lancer en affaires.

Autre problème soulevé par le milieu des affaires en RDC : l'inefficacité de la réglementation et des institutions gouvernementales, notamment des instances judiciaires. En effet, la création d'entreprises est découragée par des coûts de transactions élevés, notamment en raison de la difficulté d'exécuter les contrats. En outre, la fiscalité en RDC offre peu d'incitatifs, notamment à cause des multiples taxes qui sont imposées. Par ailleurs, les infrastructures économiques et sociales sont très pauvres. Faible raccordement

à l'électricité, la qualité de l'approvisionnement en électricité laisse à désirer : on observe des coupures de courant intempestives et un courant électrique instable.

Cependant, des réformes sont en cours pour améliorer le climat des affaires en RDC mais beaucoup reste à faire. Parmi les réformes déjà entreprises, notons la mise en place d'un guichet unique de création d'entreprises en RDC, qui facilite les formalités pour créer une entreprise dans 7 jours le temps nécessaire pour sa création.

La mauvaise gouvernance nuit à la transformation structurelles de l'entrepreneuriat des jeunes, la mauvaise Gestion du pays a un impact et cout sur la vie entrepreneuriale de notre jeunesse et des femmes¹⁰.

Cela se traduit par la corruption généralisée, le détournement de plusieurs projets des jeunes et femmes, cette mégestion du pays constitue un frein au développement des activités entrepreneuriales et coute cher à la jeunesse et à la femme Congolaise.

Ce n'est pas un fait nouveau, mais la prise en compte de cet aspect devient de plus en plus un défi majeur pour la Rdc pour la nécessité de réitérer les plaidoiries pour que des réponses concrètes y soient apportées au moment ou la jeunesse congolaise semble redécoller.

La mauvaise gouvernance en rdc demeure un grave problème à titre d'exemple, l'on observe que la mauvaise gouvernance entrave l'égalité des chances, fragilisent l'avenir des jeunes et le gouvernement est appelé à placer la bonne gouvernance au cœur de leur programme en vue de la transformation effective de ladite jeunesse.

Les conflits à l'est du pays est un facteur essentiel de décomposition des jeunes et femmes entrepreneur(e)s, non seulement en raison des destructions des êtres humains ou des biens qu'elles entraînent mais du fait de l'insécurité dans laquelle se trouvent ces jeunes, leur environnement économique.

La guerre à l'est du pays (nord Kivu, Ituri et maindombe) qui crée l'instabilité aux jeunes et femmes entrepreneur(e)s.

9 Analyse des apports d'un dispositif d'accompagnement des jeunes entreprises : une interprétation centrée sur la notion de story telling », Revue de l'Entrepreneuriat

10 Extrait du discours de l'Inspecteur General des finances lors des Etats généraux de la justice tenue à Kinshasa du 06 au 13 novembre 2024

Notons que les femmes entrepreneures sont confrontées à une réglementation inadaptée et à des préjugés sociaux, elles ont de lourdes responsabilités familiales et leur niveau d'instruction est élevé si nous prenons en considération quelques entretiens réalisées avec un échantillon des femmes dans les villes ci – après : Kisangani, Kinshasa, Bukavu, Goma, Lubumbashi, Matabele, Mbandaka, Maniema), mais, surtout, elles peinent à obtenir des financements.

Outre les discriminations dont elles sont victimes, les femmes rencontrent également des problèmes plus généraux, que connaissent toutes les PME en RDC : le crédit est rare et cher car le secteur bancaire est sous-développé, et ce sont les microentreprises et les PME qui en pâtissent le plus. Selon nos enquêtes sur terrain dans les villes citées ci - haut auprès des entreprises, 9 % seulement des entreprises en RDC ont fait appel aux banques pour financer des investissements. «Les inégalités entre les sexes ont des répercussions économiques importantes», révèle nos enquêtes. «Il faut d'abord comprendre ces obstacles, qui vont des normes culturelles à l'accès à un financement, si l'on veut non seulement autonomiser les femmes, mais aussi aider les pays en développement à devenir plus productifs et à créer des emplois.»

Les femmes entrepreneures font face à des défis en développant et en gérant leurs activités et beaucoup d'entre eux, restent même après l'établissement et la croissance de ses activités.

Un nombre des obstacles auxquelles les femmes entrepreneures font face, affecte le développement et la croissance de l'entreprise incluant le manque de connaissance de l'habileté dont elles ont besoin pour développer leurs activités.

Plusieurs études démontrent qu'à opportunités commerciales égales, les femmes ont plus du mal obtenir un financement que les hommes et donc plus de difficultés à développer leurs projets.

Le financement reste un problème majeur pour les PME dirigées par les femmes que par les hommes depuis la création jusqu'à l'exploitation effective de leurs activités, lequel financement doit être continu pour favoriser l'expansion de l'entreprise. Toutefois, comme les femmes com-

mentent à se lancer dans l'entrepreneuriat, il y a de cela peu de temps, elles manquent des exemples à suivre et par conséquent, elles manquent d'expérience¹¹.

Les femmes manquent également les réseaux utiles et le statut social en ce sens que les réseaux sociaux et le capital social dont elles disposent, sont différents de ceux des hommes et ainsi elles ont un accès plus limité aux moyens, aux aides et aux informations clés nécessaire pour créer et gérer leurs entreprises car une femme éduquée, qui arrive à générer des revenus stables grâce à son entreprise, c'est une femme qui change de rôle dans sa famille et dans la société.

Compte tenu de leur place dans la société, les femmes sont souvent privées de capital financier et cognitif, mais aussi leurs obligations familiales les empêchent fréquemment d'exercer un emploi à temps plein ou de faire carrière. Les études consacrées aux femmes chefs d'entreprise montrent que ces dernières doivent quotidiennement faire face à des préjugés concernant leur sexe.

3. Principales énergies renouvelables en RDC

Pour rappel, La RDC dispose d'un énorme potentiel solaire, éolien et hydroélectrique et, conformément à ses contributions déterminées au niveau national (CDN) dans le cadre de l'Accord de Paris, le gouvernement s'est engagé à augmenter la part des énergies renouvelables dans son mélange énergétique national. En 2013, le gouvernement a annoncé qu'il envisageait d'élaborer un projet d'hydroélectricité ambitieux pour un coût de 14 milliards de dollars US. Toutefois, la première phase du projet – le barrage Inga 3 – a fait l'objet d'un débat public sur ses impacts écologiques, sociaux et économiques potentiels, et sur des inquiétudes soulevées par certaines parties prenantes au sujet des risques du projet en termes de gouvernance et de financements.

Le Groupe multipartite de l'ITIE en RDC – l'ITIE RDC – utilise le processus ITIE pour améliorer la gouvernance du secteur des énergies renouvelables, spécifiquement le projet Grand Inga. De plus, l'ITIE RDC travaille avec d'autres parties prenantes du secteur au renforcement du débat

11 RDC, Rapport annuel de l'Ong Umoja Développement durable, 2023

public sur le mélange énergétique du pays et au suivi de l'avancement de la RDC dans l'exécution de ses CDN au cours des prochaines années.

Le potentiel pour les énergies renouvelables en RDC est immense.

Le pays dispose de ressources naturelles abondantes. L'hydroélectricité, le solaire et l'éolien sont clés pour un futur énergétique prometteur.

La Société Nationale d'Électricité collabore avec des investisseurs pour développer des infrastructures. L'hydroélectricité est particulièrement importante grâce aux rivières.

Les projets solaires et éoliens deviennent une réalité aujourd'hui au Congo, aidant à électrifier les zones rurales.

Investir dans l'énergie renouvelable aide le développement durable. Cela réduit l'empreinte carbone et soutient les économies locales au pays.

Les principales sources d'énergie renouvelable en RDC sont :

- **Hydroélectricité:** Ensemble de barrages et centrales à flot.
- **Énergie solaire:** Panneaux solaires pour les entreprises et ménages.
- **Énergie éolienne:** projets d'éoliennes installées dans des zones stratégiques.

a) Énergie hydraulique

La République Démocratique du Congo possède suffisamment de potentiel pour alimenter électriquement les $\frac{3}{4}$ du continent africain.

Le fleuve Congo, avec son immense bassin à cheval sur l'équateur offre au pays d'importantes ressources hydroélectriques pour un potentiel énergétique: exploitable évalué à le fleuve Congo, avec son bassin à cheval sur l'Equateur, offre à la République Démocratique du Congo, d'importantes ressources hydroélectriques pour un potentiel énergétique exploitable évalué à 774.000 GWH/an.

Il est le cinquième fleuve du monde avec une longueur de 4700 km. Par son débit de 40'000 m³/s en moyenne, il est le premier en Afrique et le deuxième dans le monde après l'Amazonie.

La pluviométrie importante (plus de 1200 mm/

an en moyenne) fait du pays l'un des plus arrosés de l'Afrique.

Ce potentiel, qui représente plus du tiers du potentiel total africain et près de 6% du potentiel Hydroélectrique mondial, se traduit par une puissance exploitable d'environ 100.000 MW dont 44% sont concentrés sur le site d'Inga. La puissance totale actuellement installée au niveau national étant de 2'590,239 MW, ce nombre représente seulement 3% du potentiel national.

En RDC, le potentiel hydraulique est incontestablement élevé mais un environnement propice aux affaires fait défaut. Le secteur privé est, en l'occurrence, vivement sollicité pour assurer le relais, Mais très peu de ces acteurs ont la volonté d'investir dans un cadre professionnel encore nébuleux et dont les règles de travail ne sont pas établies de manière claire et transparente.

Signalons que le gouvernement Congolais a une extrême mauvaise réputation dans le monde des affaires, il y a beaucoup trop d'investisseurs qui ont été échaudés par les gouvernements congolais successifs pour se lancer dans de telles opérations.

b) Énergie solaire

Soucieux de transformer les vies, donner la dignité et offrir des opportunités de création des richesses, la RDC a scellé plusieurs partenariats avec plusieurs investisseurs entre Schneider Electric, SO Gaz et DEV Solaire sous l'encadrement de l'Agence Nationale de l'Électrification et des Services Énergétiques en milieu rural et périurbain (ANSER).

Ces différents partenariats s'inscrivent dans le cadre du plan de relance et de résilience de l'Afrique et vise à équiper les zones rurales de la République Démocratique du Congo en Kits d'électricité à travers l'énergie solaire.

Depuis 2023, dans La région haut Katanga, en République démocratique du Congo, il y a la toute première centrale photovoltaïque du pays, d'une capacité de 46 mégawatts. C'est une initiative de l'entreprise congolaise Kipay Energy dans le but de réduire le déficit énergétique dans cette zone où seulement 1% de la population a accès à l'électricité¹².

12 <https://www.rfi.fr/fr/afrique/20230227-rdc-les-travaux-de-la-premi%C3%A8re-centrale-photovolta%C3%AFque-du-pays-avancent-%C3%A0-fungurume>

Source d'énergie	Avantages	Défis
Hydroélectricité	Coût de production relativement bas	Impact environnemental sur les écosystèmes aquatiques
Énergie solaire	Accessibilité et simplicité d'installation	Dépendance à l'ensoleillement
Énergie éolienne	Faible coût d'exploitation	Nécessité de conditions de vent adéquates

c) Energie éolienne

La République Démocratique du Congo (RDC) n'est, a priori, pas un pays venteux. Or, la condition d'utilisation d'une turbine éolienne implique la disponibilité d'un vent d'une vitesse minimum de cinq mètres/secondes (m/s). En deçà de cette vitesse, l'éolienne s'avère incapable de démarrer.

La RDC produit de l'Energie à partir de différentes centrales hydroélectriques et thermiques.

Les saisons importantes sont pluvieuses et sèches.

Diverses recherches menées ont identifié qu'un excellent avenir existe pour l'énergie éolienne comme moyen de production d'électricité, en particulier dans les régions venteuses¹³.

Les zones offshores telles que Matadi, Kinshasa, Kolwezi, Bukavu, Lubumbashi, Goma auraient des potentialités pour des vents intenses.

d) Biomasse

La RDC est le deuxième pays forestier tropical au monde et concentre plus de la moitié des forêts du Bassin du Congo et près de 10% des forêts tropicales humides de la planète.

L'énergie de biomasse devrait être variée en termes de :

- Bois énergie, déchets et résidus agricoles, biocarburant, biogaz, ...

Les deux formes les plus usuelles sont:

- Le bois de chauffe est le bois à l'état brut (provenant des troncs et des branches d'arbres) destiné à des fins de combustion pour la cuisine, le chauffage et la production d'énergie
- Le charbon de bois est obtenu en carbonisant du bois en atmosphère contrôlée (en l'absence d'oxygène).

Le procédé permet de retirer du bois son humidité et toute matière végétale ou organique volatile, afin de ne laisser que le carbone et quelques minéraux.

Cet article n'aborde pas les questions de bois énergie qui sont le bois coupé à même l'arbre et le charbon de bois, produit artisanalement par la carbonisation de bois de chauffe.

La biomasse occupe la quasi-totalité de la production de l'énergie primaire en RDC.

C'est la forme d'énergie la plus sollicitée en milieu rural où habitent environ 65% de la population congolaise (le taux d'accès à l'électricité dans ce milieu n'est que de 1% et inexistant pour la pénétration des produits pétroliers et le gaz).

Elle est l'énergie traditionnelle, la moins chère, par rapport aux énergies commerciales (électricité et produits pétroliers)¹⁴.

Le charbon minéral n'est pas considéré comme source d'énergie renouvelables, il ne sera pas analysé dans cet article.

Signalons que Chaque investissement énergétique renforce la résilience économique du pays. Il est crucial de planifier à long terme pour réussir la transition énergétique.

En favorisant les énergies renouvelables, la République Démocratique du Congo bâtit une économie verte pour les futures génération.

Peut-on dire que le secteur des énergies renouvelables en RDC offre des opportunités d'investissement. Il engage le pays vers un développement durable car chaque effort se rapproche d'une société verte et équitable.

3.1. Comment promouvoir l'entrepreneuriat des femmes et jeunes dans le cadre de la transition énergétique en RDC

Entreprendre dans les énergies renouvelables en RDC est économiquement rentable à long terme mais la population de la RDC a besoin de solutions à court terme.

L'entrepreneuriat dans le secteur des énergies renouvelables contribuera à la croissance économique et à la diversification de l'économie.

Il stimule le changement structurel et l'indus-

13 <https://wazabusiness.com/demarrer-entreprise-eolienne/>

14 Collecte des données sur la transformation du biocarburant (bois de feu vs charbon de bois) expérience congolaise

trialisation qui conduisent au développement Socioéconomique.

En créant leurs entreprises et en assurant la promotion de leurs activités, les femmes et jeunes entrepreneur(e)s créent des possibilités d'emploi en RDC.

L'esprit d'entreprise se limite généralement à gagner suffisamment d'argent pour la survie quotidienne plutôt que le développement d'une entreprise formelle. Ceci ne permet donc pas la création d'opportunités d'emploi pour les jeunes diplômés.

Les technologies à base d'énergies renouvelables représentent aujourd'hui la solution la plus économique pour l'électrification hors réseau ou via mini-réseau des zones isolées.

Tout d'abord il est important de souligner que le contexte dans lequel les entreprises et organisations travaillent en RDC, notamment celui lié à l'électrification rurale ou semi-urbaine par les énergies renouvelables, est précaire.

Les entreprises opérationnelles travaillent en RDC en coopération étroite avec le Gouvernement national, régional et local s'alliant aux plans et objectifs nationaux d'électrification. Ces entreprises contribuent en grande partie au développement des villages et l'amélioration des conditions de vie des populations rurales. Les entreprises passent par une longue phase d'investissement, elles encourent beaucoup de risques liés à l'environnement incertain dans lequel elles opèrent et elles ont toutes du mal à atteindre la viabilité financière vu la situation précaire des populations. L'électrification est tout d'abord une tâche qui incombe au Gouvernement.

Le faible revenu des ménages en RDC, à l'origine de la faiblesse endémique de la demande, contraint toute politique d'électrification rurale de s'intégrer dans une stratégie de réduction de la pauvreté : L'accès à l'électricité est considéré comme un objectif socioéconomique essentiel.

La distribution d'électricité dans les zones rurales et semi urbaines est beaucoup plus coûteuse que la distribution d'électricité dans les zones urbaines. L'équilibre économique des entreprises d'énergies renouvelables est donc délicat et nécessite de saisir toutes les opportunités de réaliser des économies et d'assouplir le cadre

fiscal en RDC afin que le développement massif de l'électrification puisse se réaliser.

Les défis auxquels sont liés les entrepreneurs dans le secteur des énergies renouvelables sont divers : Faiblesse de la demande, l'accès aux fonds d'investissements, l'incohérence et lacunes du cadre politique et réglementaire, L'inadéquation du cadre fiscal, les lacunes des capacités du secteur, les difficultés opérationnelles (logistique...), le manque de qualité des systèmes d'énergies renouvelables et des normes techniques¹⁵.

Nul n'ignore qu'en RDC L'entrepreneuriat est présenté comme une solution durable à l'autonomisation des jeunes et femmes.

A la lumière de ce qui précède, pour promouvoir l'entrepreneuriat des femmes et jeunes dans le cadre de la transition énergétique en RDC, l'Etat Congolais doit:

- Engager directement les jeunes et femmes à l'élaboration des politiques liées à l'entrepreneuriat dans le secteur des énergies renouvelables
- Catalyser la promotion de l'entrepreneuriat chez les jeunes et femmes en réduisant les obstacles et en créant un écosystème entrepreneurial favorable.
- Intégrer l'éducation pertinente à l'entrepreneuriat des jeunes et femmes pour faciliter le développement des compétences entrepreneuriales
- Employer et soutenir un financement intelligent et efficace pour les start-ups

Les jeunes et femmes doivent avoir accès à un capital d'amorçage et à d'autres types de financement pour créer et développer leurs entreprises. Cependant, l'accès aux institutions financières et aux services financiers conventionnels est particulièrement limité pour les jeunes et femmes en RDC. L'une des raisons pour lesquelles les banques ont du mal à fournir des crédits, à un coût raisonnable, aux jeunes et femmes est que ces dernier(e)s manquent de garanties traditionnelles et sont donc considérés comme à haut risque

- Soutenir les programmes d'entrepreneuriat des jeunes et des femmes pour autonomiser les pionniers du futur secteur énergétique et stimuler la création de la demande dans les villages ruraux et péri-urbains

15 Le secteur des énergies renouvelables et décentralisées en République Démocratique du Congo, mars 2021

- Exploiter et renforcer les entrepreneurs existant(e)s
 - Soutenir les femmes entrepreneures, la création des entreprises et les PME
 - Inclusion financière et accès durable au financement pour les jeunes et femmes entrepreneures évoluant dans le secteur des énergies renouvelables et faire le suivi
 - Développement de l'écosystème de l'entrepreneuriat.
 - Promouvoir une programmation sensible au genre
 - Mobiliser les investisseurs intéressés et de les assister jusqu'à l'opérationnalisation effective des Centres de PME, suivant le guide de référence produit au niveau national dans le secteur des énergies renouvelables
 - Accompagnement des femmes c'est-à-dire, les femmes ont besoin d'un accompagnement spécifique, avec une dimension psychologique et du développement personnel. Il faut que les formateurs comprennent la situation des femmes, leur potentiel et leurs limites, les différences socioculturelles entre la ville et les zones rurales... « Pour elles » va former d'autres incubateurs et parties prenantes à l'accompagnement des femmes, pour obtenir de meilleurs résultats ;
 - Formation et accompagnement efficace des jeunes et femmes entrepreneur(e)s
- En RDC, la majorité des jeunes et femmes entrepreneur(e)s se lancent dans un secteur auquel ils(elles) n'ont pas été formé(e)s. Ils(elles) ont donc besoin qu'on développe leurs compétences, sur des aspects aussi variés que les RH, la gestion légale et financière, le marketing.
- Encourager les femmes et jeunes à formaliser leurs entreprises car en république démocratique du Congo, les femmes et jeunes participent souvent à l'économie de façon informelle.
 - Coopérer avec les filières d'écoles techniques polyvalentes du pays
 - Créer les conditions viables pour produire des systèmes et des produits d'énergies renouvelables dans le pays de manière fiable et efficace
 - Initier des perspectives sur la production de systèmes photovoltaïque favorable aux entrepreneurs évoluant dans toutes les 26 provinces
- Appliquer systématiquement les exonérations de tarifs d'importation, de droits de douane et de TVA sur les systèmes et produits énergies renouvelables importés, comme le prévoit la loi 14/011 du 17 juin 2014 relative au secteur de l'électricité et les décrets ultérieurs¹⁶
 - Favoriser la collaboration des entreprises dans les activités des grossistes et des détaillants
 - Développer des campagnes de promotion et de sensibilisation auprès de la population et des entrepreneurs concernant, entre autres, la baisse (à moyen terme) des coûts des produits/systèmes, une plus grande sécurité énergétique de l'électrification durable et l'importance d'acheter des produits de qualité
 - Exploiter et approfondir les contacts et les réseaux avec les bailleurs de fonds et les experts)
 - Permettre aux entrepreneurs et fournisseurs d'échanger des connaissances et des expériences, en partie dans le but de développer des collaborations dans le domaine de la logistique et de la distribution de matériel
 - Développement de programmes de coaching, en collaboration avec des conseillers externes, des instituts de formation pour accompagner les jeunes et femmes entrepreneur(e)s en collaboration avec des représentants d'autres secteurs, des établissements d'enseignement en RDC,
 - Réaliser des programmes de formation pour renforcer les connaissances et l'expérience dans le domaine de l'énergie renouvelable
 - Disponibiliser et favoriser l'accès aux fonds et le cadre politique, fiscal et réglementaire aux jeunes, femmes entrepreneur(e) et aux investisseurs œuvrant dans le secteur des énergies renouvelables
 - Ne pas négliger les compétences locales, capables de gérer et de porter financièrement et techniquement des projets
 - Trouver une solution sur la régulation car elle est lente et notamment dans l'approbation des demandes des concessions, des permis et des tarifs au niveau de l'Autorité de régulation du secteur ainsi que les Autorités compétentes.
 - Coopérer avec ANAPI, FEC et FPI pour assainir et assouplir le cadre fiscal et permettre des

16 RDC, Cabinet du premier ministre: (décret No 18/054 (27 décembre 2018)

- allègements fiscaux ou un moratoire de certaines taxes (par exemple l'impôt sur les sociétés) pour les entreprises d'Énergies renouvelables
- Collaborer avec la KFW et la Banque mondiale qui travaillent sur un programme facilitant les mécanismes de garantie souples et lignes de financement auprès des banques locales aux sociétés d'énergie hors réseau
 - Développer un dossier « meilleures pratiques de cadre réglementaire et politique » avec une contribution sectorielle sur les meilleures pratiques politiques et les leçons apprises pour atteindre 100% d'électrification en RDC
 - Organiser avec des institutions, telles la Banque Mondiale, KFW, USAID, AFDB, AFD, FCDO UK, UE et avec des Fonds tels Persistent Energy, Lendahand et Kipay Investments et des incubateurs d'entreprises sociales des conférences et ateliers d'investissement énergies renouvelables hors réseau réunissant les parties prenantes internationales et locales pour favoriser des synergies et accélérer les projets énergies renouvelables décentralisées sur le terrain
 - Coopérer avec un service d'assistance technique international tel GET.invest Finance Catalyst ou Power Africa pour améliorer la qualité et la structuration des plans d'affaires et propositions de projets et pour aider à atteindre la bancabilité des projets et accroître l'accès des sociétés d'énergie / opérateurs aux subventions ou Fonds d'investissements internationaux
 - Stimuler la demande de la population Congolaise car les ménages ont d'énormes difficultés à se procurer les solutions hors réseau du fait de leur faible pouvoir d'achat
 - Prioriser et promouvoir l'économie verte comme un véhicule pour relever les défis des impacts du changement climatique sur la durabilité des écosystèmes et pour exploiter les opportunités offertes par ses écosystèmes et des ressources naturelles vastes et diversifiées
 - Associer l'association des consommateurs des énergies renouvelables à déverrouiller la demande et à aider les ménages en s'assurant que les produits soient moins chers. Ceci sera rendu possible à court et moyen terme d'une part, par des incitations financières et fiscales plus propices.