

GAMME D'ÉNERGIES DIVERSIFIÉES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

*KWENTUENDA MENGA¹, WAFULA MIFUNDU¹⁻², MATADI NDOMBASI¹, ISSA NDEKE¹, MUKALA KALAMBAIE¹,
and KELANI NSASA¹*

¹Centre de recherche en Géophysique (C.R.G), Kinshasa, RD Congo

²Faculté des Sciences, Département de Physique, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study is showing different types of energy in D.R. Congo where hydraulic is most exploited followed timidly by solar energy. According from many power cut of energy in our country, others types of energy cannot be neglected. For each energy we have presented: the definitions, uses, inconvenient and environmental impacts. The cartography of these energies represented in a map for each province was very useful to their distribution. It was found a big disparity in the energies distribution, because of environmental factors in each provinces.

KEYWORDS: Energy, Renewables energy, Fossils energy, Disparity.

RÉSUMÉ: Cette étude présente une diversité d'énergies que possède la R.D. Congo dont la plus exploitée reste l'énergie hydraulique suivie de l'énergie solaire. Eu égard aux fréquents délestages dont fait l'objet le pays, les autres formes d'énergies fossiles et renouvelables méritent également que nous y prêtions attention. Pour chacune des énergies nous avons présenté: les définitions, les usages, les inconvénients pour voir leurs impacts sur l'environnement. La représentation cartographique de ces différentes énergies dans les différentes provinces a été très utile pour montrer leur distribution. Il est à noter qu'il existe une grande disparité dans la distribution de ces énergies, cela est dû aux facteurs environnementaux présents dans chaque province.

MOTS-CLEFS: Energie, Energie renouvelable, Energies fossiles, Disparité.

1 INTRODUCTION

La R.D. Congo n'est pas seulement un scandale géologique, mais il l'est aussi sur le plan énergétique. Pour preuve, nous allons inventorier ces différentes sources d'énergie, à l'occurrence nous citerons d'une part les énergies renouvelables, à savoir: l'Energie Solaire, l'Energie Eolienne, l'Energie Hydraulique, l'Energie Géothermique, l'Energie gazeuse, la Biomasse, l'Hydrogène, l'Energie du Courant Marin, la Foudre. D'autre part nous pouvons également inventorier : les énergies fossiles, telles que: l'énergie nucléaire, le Pétrole, le charbon et ses dérivées.

Présentement, la R.D.C est tributaire principalement de l'énergie hydraulique, tandis que les autres restent encore en veilleuse. Celles-ci constituent également un supplément non négligeable à cette énergie. Une exploitation judicieuse des toutes ces énergies pourraient résoudre le déficit énergétique observé actuellement. Ainsi, on pallierait au phénomène récurrent de délestage intempestive observé de nos jours avec des conséquences fâcheuses sur notre métabolisme (rupture des chaînes de froid pour nos produits alimentaires, obscurité entraînant le vandalisme dans les quartiers, ralentissement des activités des petites et moyennes entreprises et diverses activités industrielles).

Pour une meilleure intelligence de la suite, il sied en pareille circonstance de définir succinctement chacune de ces formes d'énergie.

2 ENERGIES

2.1 ENERGIES RENOUVELABLES

2.1.1 ENERGIE SOLAIRE

L'**énergie solaire** est la fraction de l'énergie du rayonnement solaire qui apporte l'énergie thermique et la lumière parvenant sur la surface de la Terre, après filtrage par l'atmosphère terrestre de rayonnements tel que les Ultraviolets (UV).

Sur Terre, l'énergie solaire est à l'origine du cycle de l'eau, du vent et de la photosynthèse réalisée par le règne végétal, dont dépend le règne animal via les chaînes alimentaires.

Le **rayonnement solaire** est l'ensemble des ondes électromagnétiques émises par le Soleil. Il est composé de toute gamme des rayonnements, de l'ultraviolet lointain comme les rayons gamma aux ondes radio en passant par la lumière visible.

Une faible partie du rayonnement solaire parvient jusqu'à la surface de la Terre, des ondes radio décimétriques aux rayons ultraviolets les plus mous, le reste étant réfléchi ou absorbé par l'atmosphère et l'ionosphère.

Lorsqu'il atteint la surface de la Terre, en fonction de l'albédo (la lumière réfléchie par un corps non lumineux) de la surface frappée, une partie plus ou moins importante du rayonnement est réfléchi. L'autre partie de ce rayonnement est absorbée par la surface de la Terre (convertie en chaleur) ou par les êtres vivants qui y vivent, en particulier les végétaux (photosynthèse). Cette source d'énergie, appelée énergie solaire, est à la base de toute vie sur Terre.

Le **Soleil** a un diamètre de **1.392.000 km**, soit plus de 100 fois notre planète.

La Terre se trouve entre 152.100.000 et 147.100.000 kilomètres du **Soleil**, soit une moyenne de **149,6 millions de kilomètres**, soit **1 U.A.** (une **Unité Astronomique**).

2.1.2 ENERGIE EOLIENNE

L'**énergie éolienne** est l'énergie générée par le vent dont la force motrice est utilisée dans le déplacement de voiliers et autres véhicules. Elle est transformable au moyen d'un dispositif aérogénérateur comme une éolienne ou dans un moulin à vent en une énergie diversement utilisable.

Elle tire son nom d'Éole (en grec ancien Αἰολός, Aiolos), le maître des Vents dans la Grèce antique.

2.1.3 ENERGIE HYDRAULIQUE

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes (chute, cours d'eau, courant marin, marée, vagues). Les courants marins consistent à la transformation de la force de l'eau en énergie électrique ou encore, les courants marins fournissent la puissance théoriquement colossale de masses d'eau en mouvement pour générer l'énergie électrique.

2.1.4 BIOMASSE

Le terme de biomasse désigne l'ensemble des matières organiques d'origine végétale (algues incluses), animale ou fongique. Elle peut devenir source d'énergie par combustion (bois énergie), après méthanisation (biogaz) ou après de nouvelles transformations chimiques (agro carburant).

Le Biogaz est un gaz résultant du processus de dégradation biologique des matières organiques en l'absence d'oxygène ou en milieu anaérobie.

Autres variantes de la biomasse sont: Jatropha, charbon, brique, etc.

2.1.5 TRACTION ANIMALE

La traction animale exercée par le déplacement des gros animaux tels que vaches, buffles, zebu... peut servir à la production de l'énergie électrique.

2.1.6 ÉNERGIE GEOTHERMIQUE

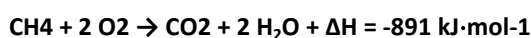
L'énergie géothermique est celle contenue sous la terre à des niveaux différents. Elle provoque la chaleur dégagée par notre globe et la désintégration de la radioactivité de ces roches (90%) et, dans une moindre mesure, le refroidissement du noyau.

Il existe 4 types de géothermie:

- la géothermie de surface à basse température: 5-10°C,
- la géothermie profonde 50-95° C, jusqu'à 2.000 m de profondeur,
- la géothermie très profonde à haute température et très haute température, jusqu'à 10.000 m,
- la géothermie volcanique de type geyser.

2.1.7 GAZ MÉTHANE

Le méthane est un composé chimique de formule chimique CH₄. La combustion du méthane dans le dioxygène pur produit du dioxyde de carbone CO₂ et de l'eau H₂O avec une importante libération d'énergie (Tietze, 1974 ; 1975).



Le méthane est ainsi le seul hydrocarbure classique qui peut être obtenu rapidement et facilement grâce à un processus biologique naturel (Nakao et al., 1988). Ce processus est la fermentation de matières organiques animales ou végétales (milieu anaérobique). L'utilisation du méthane renouvelable est aussi appelé biogaz.

2.1.8 ÉNERGIE THERMONUCLÉAIRE

L'énergie nucléaire est celle libérée lors des transformations des certains noyaux atomiques radioactifs à des noyaux stables par la relation d'Albert Einstein :

$$E=mc^2$$

Avec m : la masse et C = 3.10⁸ m/s ,la vitesse de la lumière dans le vide.

Nous citerons par exemple, la désintégration radioactive de l'Uranium.

2.1.9 Foudre

La foudre est un phénomène naturel de décharge électrostatique disruptive qui se produit lorsque l'électricité statique s'accumule entre des nuages d'orage, entre un tel nuage et la terre ou vice versa. La différence de potentiel électrique entre les deux points peut aller jusqu'à 100 millions de volts et produit un plasma dans l'atmosphère terrestre lors de la décharge, cette dernière peut causer une expansion explosive de l'air par dégagement de chaleur. En se dissipant, ce plasma crée un éclair de lumière et de tonnerre.

2.1.10 HYDROGÈNE

L'hydrogène est un gaz simple extrêmement léger de numéro atomique 1 et de symbole (H) de densité 0,071. Il se solidifie à 14,01K (-258,99°C) et se liquéfie à 20,13 K (-252,87°C).

L'hydrogène métallique est une phase de l'hydrogène survenant lorsqu'il est soumis à très forte pression et à de très basses températures.

Dans les applications de l'hydrogène, nous citerons entre autre :

- la voiture à hydrogène (H₂) qui est un type de voiture propre dont la source d'énergie est un carburant alternatif : l'hydrogène.

En effet, ces voitures ne consomment pas directement d'énergie fossile et n'émettent localement ni dioxyde de carbone (CO₂) ni polluants atmosphériques. Leurs tuyaux d'échappement ne dégagent que de la vapeur d'eau. Le rendement du couplage moteur électrique et pile à combustible à hydrogène est à peu près le double de celui d'un moteur thermique conventionnel (20-25 %).

- La fusion nucléaire réalisée dans les bombes à hydrogène ou bombes H concerne des isotopes intermédiaires de la fusion (de l'hydrogène en hélium) en cours dans les étoiles : isotopes lourds de l'hydrogène, deutérium, tritium...

2.2 ENERGIE FOSSILE COMME ENERGIE NON RENOUVELABLE

2.2.1 DÉFINITIONS

On appelle combustible fossile tous les combustibles riches en carbone essentiellement des hydrocarbures issus de la méthanisation d'êtres vivants morts et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années, jusqu'à parfois 650 millions d'années. Il s'agit du pétrole, du charbon, de la tourbe et du gaz naturel. Parmi ces derniers, les schistes bitumineux, l'antracite et certaines houilles sont composés de carbone presque pur. Ces sources d'énergie ne sont pas renouvelables car elles demandent des millions d'années pour se constituer et parce qu'elles sont utilisées beaucoup plus vite que le temps nécessaire pour recréer des réserves.

2.2.2 DIFFERENTS TYPES D'ENERGIES NON RENOUVELABLES

Le Pétrole: est le résultat de la lente dégradation bactériologique des organismes aquatiques, végétaux et animaux, qu'il y a des dizaines, centaines, des millions d'années, ont proliféré dans les mers et se sont accumulés en couches sédimentaires.

Le Charbon: Matière combustible solide de couleur noire d'origine végétale, qui renferme une forte proportion de carbone.

La tourbe: Charbon de qualité médiocre formé par décomposition partielle des végétaux.

Les Schistes bitumineux: Schiste à forte concentration en Kérogène, dont on peut extraire, par traitement thermique une huile semblable au pétrole.

L'Anthracite: Charbon de très faible teneur en matière volatile (moins de 6-8 %) qui brûle sans fumée en dégageant beaucoup de chaleur.

La Houille: Combustible minérale fossile solide provenant des végétaux ayant subi, au cours des temps géologiques, une transformation lui conférant un grand pouvoir calorifique.

3 ANALYSE DE DIFFERENTS TYPES D'ENERGIES

3.1 METHODE ET PROCEDE

Nous avons procédé par des recherches à travers l'Internet (Google) et à des consultations de différents rapports rédigés sur la production de l'énergie électrique en R.D. Congo (Rapport SENAT, 2011). Nous avons analysé les différentes méthodes et procédés de transformation de ces différents types d'énergie en énergie électrique consommable par la population, industrie,...

Pour ce travail, nous tenons à remercier le Centre de Recherche Géologique et Minière (CRGM), le service qui traite le Jatropa au Stade des Martyrs, Radio rurale de Mbakana et la station météorologique de Mbinza pour certains renseignements utiles nous fournis pour étoffer cette étude.

Toutes ces sources d'énergie disponibles en R.D. Congo seront cartographiées avec leurs symboles, étant donné qu'elles ne se manifestent pas avec la même envergure à travers toutes les provinces.

Les descentes sur terrain ont été organisées sur l'usage de quelques-unes de ces énergies au Ministère des Hydrocarbures, à la SNEL, à Mbakana-Maluku pour la traction animale, à la maison exploitant la plante Jatropa, chez Congo Energie, ...

3.2 ANALYSES

3.2.1 ENERGIE SOLAIRE

3.2.1.1 SPECTRE DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Le spectre de rayonnement solaire est représenté à la figure (1).

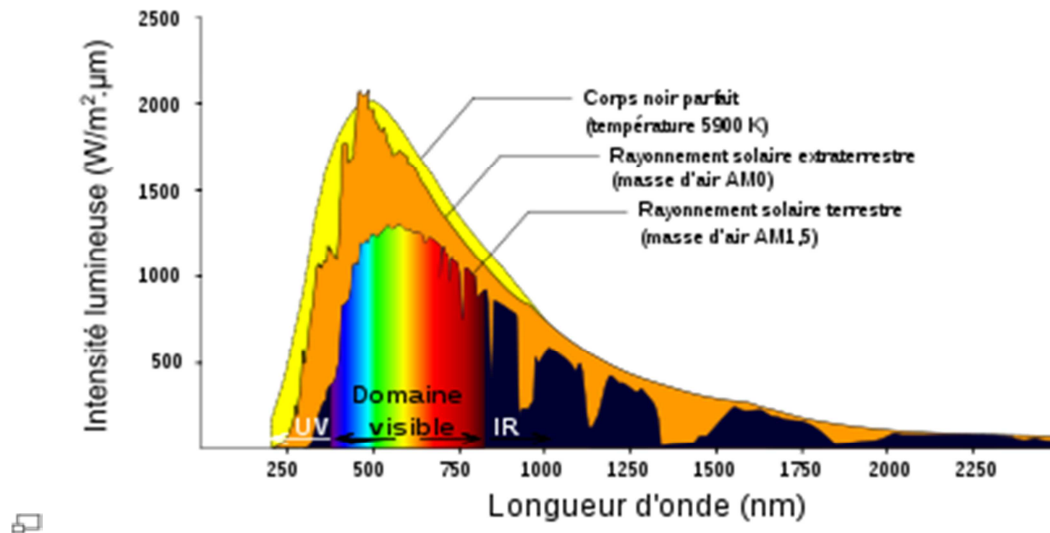


Fig.1: Spectre du rayonnement solaire

L'émission d'ondes électromagnétiques par le Soleil est convenablement modélisée par un corps noir à 5800 Kelvin, et peut donc être décrit par la loi de Planck. Le maximum d'émission est dans le jaune ($\lambda=570$ nm), et la répartition du rayonnement est à peu près pour moitié dans la lumière visible, pour moitié dans l'infrarouge, avec 1% d'ultraviolets.

Le rayonnement au niveau de la mer, c'est-à-dire ayant traversé toute l'atmosphère terrestre, une partie de ce rayonnement solaire est absorbée. On peut repérer notamment sur le spectre ci-contre les bandes d'absorption de l'ozone (qui absorbe une partie importante des ultraviolets), du dioxygène, du dioxyde de carbone et de l'eau (Pira, 1973).

3.2.1.2 EXPLOITATION DE L'ÉNERGIE SOLAIRE

Les techniques pour capter directement une partie de cette énergie sont disponibles et sont constamment améliorées. On peut distinguer le *solaire passif*, le *solaire photovoltaïque* et le *solaire thermique*.

Actuellement en République Démocratique du Congo, c'est le solaire Photovoltaïque qui est en vogue.

Le terme « photovoltaïque » peut désigner le phénomène physique ou la technique associée. L'énergie solaire photovoltaïque est l'électricité produite par transformation d'une partie du rayonnement solaire par une cellule photovoltaïque. Plusieurs cellules sont reliées entre elles dans un module solaire photovoltaïque. Ces modules sont regroupés pour former une installation solaire chez un particulier ou dans une centrale solaire photovoltaïque. L'installation solaire peut satisfaire, après transformation en courant alternatif, un besoin sur place (en association avec un moyen de stockage) ou l'électricité peut être injectée dans un réseau de distribution électrique (le stockage n'étant alors pas nécessaire).

Cette forme d'énergie reste encore quantitativement assez faible mais les progrès (le coût devrait fortement baisser dans les années à venir), sa simplicité et sa polyvalence devrait pouvoir répondre aux besoins en énergie électrique d'une maison capteurs sur le toit (Fig. 2) ou d'une industrie, contrairement aux autres formes d'énergie solaire qui ne produisent que de la chaleur.



Fig.2 : Panneau solaire

Il présente un avantage certain parce que constituant une source d'énergie inépuisable par rapport aux autres énergies fossiles.

En R.D.Congo, le soleil brille pratiquement avec la même intensité sauf par endroit au Nord et Sud Kivu, et Katanga. Actuellement l'énergie solaire est à expérimentation dans l'aviation pour limiter les émanations de gaz à effet de serre. Pour preuve l'Europe à préconiser des taxes pour les avions utilisant les kérogènes au survole de leur territoire.

Toujours dans les soucis de limiter le gaz à effet de serre l'émanation dans les charrois automobile surtout à gazouille, ils sont allés jusqu'en instaurer l'usage de véhicule d'immatriculation de nombre paire ou nombre impaire doivent s'alterner à des jours préalablement fixée.

3.2.2 ENERGIE ÉOLIENNE

L'énergie éolienne étant déjà définie précédemment. Dans ce paragraphe, nous allons nous contenter de différents usages de cette énergie, qui sont de 3 sortes:

- Conservation de l'énergie mécanique: le vent est utilisé pour faire avancer un véhicule (navire à voile ou char à voile), pour pomper de l'eau (éoliennes de pompage pour irriguer ou abreuver le bétail) ou pour faire tourner la meule d'un moulin;
- Transformation en force motrice (pompage de liquides, compression de fluides...);
- Production d'énergie électrique; l'éolienne est alors couplée à un générateur électrique pour fabriquer du courant continu ou alternatif. Le générateur est relié à un réseau électrique ou bien fonctionne au sein d'un système «autonome» avec un générateur d'appoint (par exemple un groupe électrogène) et/ou un parc de batteries ou un autre dispositif de stockage d'énergie.

Le rendement de l'énergie éolienne est tributaire de la vitesse du vent (14 et 90 km/h).

En fin de démontrer la relation qui existe entre le soleil, les connaissances actuelles nous prouvent que de 1 à 2% de cette énergie provenant du soleil est convertie en vent, soit 50 à 100 fois plus que l'énergie convertie en biomasse par la photosynthèse.

Le vent se localise partout en R.D.Congo mais avec des fortes intensités dans les régions qui avoisinent les mers, les fleuves, les lacs et les régions d'altitude.

3.2.3 ENERGIE HYDRAULIQUE

L'énergie hydroélectrique, ou hydroélectricité, est une énergie électrique renouvelable obtenue par conversion de l'énergie hydraulique, des différents flux d'eau naturels, en électricité. L'énergie cinétique du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une turbine, puis en énergie électrique par un alternateur.

C'est l'énergie la plus exploitée dans la plupart des provinces de la République Démocratique du Congo, nous citerons (Tab.1):

- **Kinshasa**

La ville de Kinshasa dépend exclusivement de l'énergie déployée par la province de Bas-Congo.

- **Bas-Congo**

Site d'Inga: Deux centrales Hydrauliques en activité Inga I (351 MW) , Inga II (1424 MW) et Inga III en projet. Il est à noter, nous avons en plus une station de conversion (elle convertit le courant alternatif en courant continu).

Site de Zongo I: Il comprend les ouvrages en Amont et la centrale Zongo. Sa puissance est de 150MW.

Site de Zongo II: En projet.

Site de Nsanga: Avec une puissance de 2 MW/Jour.

La province du Bas Congo à elle seule, déploie 1927 MW.

- **Bandundu**

La centrale Hydraulique KAKOBOLA en projet d'exécution pouvant produire 9MW.

- **Equateur**

La centrale MOBAYI MBONGO pouvant produire 10,5MW, en état de dégradation très avancée.

- **Province de Katanga**

Site de Bendera : 8MW

Site de Nseke : 260MW

Site de Nzilo : 100MW

Site de Mwandishingwisha : 33 MW

Cette province déploie 401 MW sans y ajouter l'énergie hydraulique provenant du barrage d'Inga.

- **Province Orientale**

Site de Tshopo :18 à 19 MW.

- **Sud- Kivu**

Ruzizi I : 29MW

Ruzizi II : 43,5 MW

Ruzizi III : En projet.

Elle totalise jusqu'à ce jour 72,5 MW.

- **Nord- Kivu**

Source d'énergie exploitable dans un avenir proche c'est le gaz méthane.

- **Kasai –Occidental et Kasai-Oriental :** En projet.

- **Maniema :** En projet.

Les différents résultats obtenus par province sont consignés dans le tableau (1) et représentés dans la figure (3).

Table 1. Répartition de la production de l'énergie hydraulique par province (Rapport de la mission effectuée par la Commission d'Enquête Sénatorial de la RDC à la Société Nationale d'Electricité, Doc. 44/1, Juin 2011)

PROVINCE	SITE DE BARRAGE	PUISSANCE DEPLOYEE(MW)	TOTAL(MW)
Kinshasa	-	-	-
Bas-Congo	Inga I	351	1927
	Inga II	1424	
	Inga III	En projet	
	Zongo I	150	
	Zongo II	En projet	
	Nsanga	2	
Bandundu	Kakobola	En projet	
Equateur	Mobayi mbongo	10.5	10.5
ÇKatanga	Bendera	8	401
	Nseke	260	
	Nzilo	100	
	Mwandingwisha	33	
Province –Orientale	Tshopo	18.5	18.5
Sud-Kivu	Ruzizi I	29	72.5
	Ruzizi II	43.5	
	Ruzizi III	En projet	
Nord-Kivu	-	-	-
Kasai-Occidental	-	En Projet	-
Kasai-Oriental	-	En projet	-
Maniema	-	En Projet	-
Total Général			2438.5

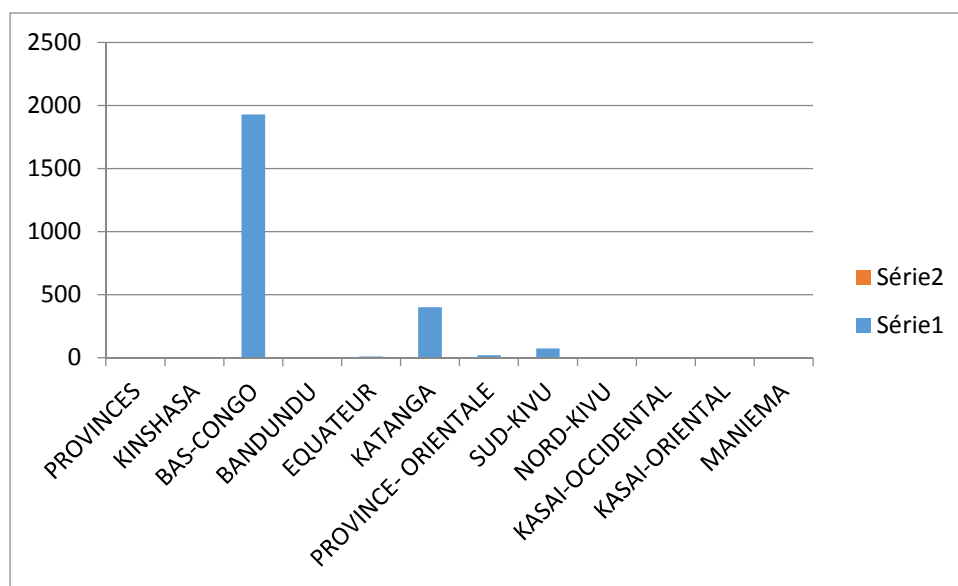


Fig.3 : Répartition de la production de l'énergie hydraulique par province.

Il est à noter qu'il est intéressant que l'état congolais envisage aussi la construction des muni centrales hydrauliques, pour éviter les pertes d'énergies lors du transport d'un point donné à un autre.

3.2.4 LA Foudre

USAGE

Ce type d'énergie existe partout en R.D. Congo durant la saison pluvieuse. C'est une énergie d'avenir jusque-là inexploitée.

INCONVÉNIENT SUR L'ENVIRONNEMENT

Il présente un danger mortel pour les gens qui ne sont pas sous abri ainsi que pour la biocénose dans son ensemble, une panne pour les appareils électroniques et les immeubles non protégés. L'usage du paratonnerre est vivement souhaité surtout pour les immeubles et sa vulgarisation s'avère indispensable.

Le Nombre de foudres pour la ville de Kinshasa de 1985 à 2004 (Station météorologique de Kinshasa-Binza) est consigné dans le tableau (2).

Tabl. 2 : Nombre de foudres pour la ville de Kinshasa de 1985 à 2004 (Station météorologique de Kinshasa-Binza).

Mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Tot
Années													
1985	0	0	9	0	0	1	0	0	0	0	4	4	18
1986	1	0	2	2	4	1	0	0	1	0	0	4	15
1987	0	1	1	2	0	0	0	0	0	3	3	1	11
1988	2	3	5	2	0	0	0	0	1	3	4	4	25
1989	1	9	0	12	11	0	0	0	1	8	10	5	57
1990	7	7	3	5	2	0	0	0	2	0	4	5	35
1991	7	0	2	5	5	0	0	0	3	3	5	1	31
1992	2	4	6	5	9	2	0	0	0	1	3	6	43
1993	3	4	1	10	4	0	0	0	0	0	4	8	34
1994	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	9	14
1995	7	5	8	8	9	0	0	1	2	4	6	9	59
1996	9	3	3	4	10	0	0	0	0	3	4	7	43
1997	6	8	13	5	4	0	0	0	0	8	8	14	66
1998	7	6	13	13	0	0	0	0	0	1	0	8	48
1999	6	4	6	7	7	2	1	0	0	1	12	11	57
2000	7	12	3	13	7	0	0	0	1	4	3	9	59
2001	2	7	9	7	8	1	0	0	0	2	5	6	44
2002	6	9	9	10	11	2	1	1	4	1	7	11	72
2003	7	8	4	7	2	2	0	0	3	5	11	5	54
2004	6	6	6	4	0	0	1	0	1	4	6	5	39
Moyenne mensuelle	4.3	4.8	4.7	6.5	4.25	0.5	0.25	0.2	0.95	2.75	5.2	6.6	

La distribution moyenne mensuelle pour la ville de Kinshasa de 1985 à 2004 est représentée dans la figure (4).

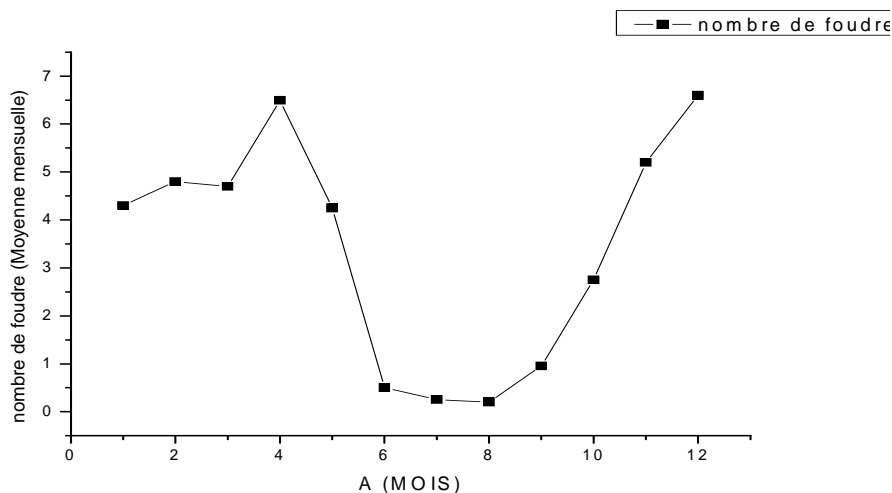


Fig. 4 : Distribution moyenne mensuelle pour la ville de Kinshasa de 1985 à 2004

La foudre étant une énergie exploitable dans le futur, nous ne disposons que de données enregistrées par le service météorologique de Kinshasa. Elle se présente de la manière suivante : Les pics remarquables sont enregistrés au mois d’Avril et Décembre et le plus bas au Mois d’Aout. Ces fréquences sont à mettre en relation avec l’alternance de saisons, ce qui justifie la présence des pics durant la saison de pluie. En opposition les basses fréquences sont repérées durant la saison sèche. Nous avons pris à titre des échantillons les données de Kinshasa parce qu’étant équipé en ce jour pour ces enregistrements, cela connaîtra dans les autres provinces au futur.

3.2.5 L’HYDROGÈNE

Ce type d’énergie existe partout en R.D.Congo en toute saison. La richesse en eau douce en R.D.Congo est indéniable, il n’y a qu’à se référer sur son riche réseau hydrographique.

Ces deux types d’énergies précitées soit la foudre et l’hydrogène peuvent générer de l’énergie électrique à usage multiple non encore exploité en R.D. Congo. Il s’agit là des énergies d’avenir.

3.2.6 L’ATTRACTION ANIMALE

Elle est exploitée dans de milieu où il n’existe aucune autre source d’énergie.

A Kinshasa, elle est précisément exploitée à Mbakana pour une petite station de radio rurale de diffusion, située environ à 150 km par rapport centre-ville.

En outre dans les provinces ci-après : Nord et Sud Kivu, Equateur (Libenge et Gemena),Bandundu et Bas-Congo (Nkolo-Fuma).

Dans cette forme d’énergie, l’usage d’un animal de types vache, buffle, zébu est de mise dans les régions reculées.

Tout être vivant est régi par un anabolisme et catabolisme. Ce dernier peut créer des odeurs nauséabondes dans les environs et peut dégager de gaz à effet de serres tels que gaz carbonique(CO₂), gaz méthane(CH₄) et les autres en quantité négligeable.

Ces gaz peuvent contribuer au réchauffement climatique s’ils sont produits à grande échelle, puisque libérant de gaz à effet de serres.

3.2.7 LE JATROPHA

3.2.7.1 DÉFINITION

C’est un arbuste de la famille des euphorbiacées, appelé aussi pourghère, dont le fruit fournit une huile qui peut servir de carburant.

3.2.7.2 USAGE

Son huile est utilisée comme carburant et engrais, et dans la production de Biogaz. Lors de son usage, il présente certains inconvénients tels que la libération de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) (Robert et al, 2009). Comme gaz à effet de serre, il peut contribuer par conséquent au changement climatique par le réchauffement et par ricochet à la disparition de certaines espèces végétales, ainsi que de sa biodiversité qui le compose. Il est déjà d'usage à Kinshasa (Centre d'expérimentation au Stade de Martyrs).

3.2.8 LE PÉTROLE

3.2.8.1 DÉFINITION ET USAGE

Le **pétrole** (petroleum, du mot grec *petra*, roche, et du latin *oleum*, huile) est une roche liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques.

L'exploitation de cette source d'énergie fossile et d'hydrocarbures est l'un des piliers de l'économie industrielle contemporaine, car le pétrole fournit la quasi-totalité des carburants liquides fioul, gazole, kérosène, essence. Le naphtha (distillat du pétrole, intermédiaire entre l'essence et kérosène) produit par le raffinage est à la base de la pétrochimie, dont sont issus un très grand nombre de matériaux usuels plastiques, textiles synthétiques, caoutchoucs synthétiques (élastomères), détergents, adhésifs, engrais, cosmétiques, etc.

3.2.8.2 FORMATION

Le pétrole est un produit de l'histoire géologique d'une région, et particulièrement de la succession de trois conditions:

- L'accumulation de matière organique, végétale;
- Sa maturation en hydrocarbures;
- Son emprisonnement.

Ensuite, comme un gisement de pétrole est entraîné dans la tectonique des plaques, l'histoire peut se poursuivre. Il peut être enfoui plus profondément et se décomposer chimiquement par la chaleur, donnant un gisement de gaz naturel. On parle alors de gaz thermogénique secondaire, par opposition au gaz thermogénique primaire formé directement par pyrolyse (Décomposition sans flamme d'un corps organique par la chaleur pour obtenir d'autres produits qu'il ne contenait pas) du kérogène. Le gisement peut également fuir, et le pétrole migrer à nouveau, vers la surface ou un autre piège.

3.2.8.3 ACCUMULATION DE MATIÈRE ORGANIQUE

En règle générale, la biosphère recycle la quasi-totalité des sous-produits et débris. Cependant, une petite minorité de la matière morte (sédiments), c'est-à-dire qu'elle s'accumule par gravité et est enfouie au sein de la matière minérale, et dès lors coupée de la biosphère. Ce phénomène concerne des environnements particuliers, tels que les endroits confinés (milieux paraliques: lagunes, deltas...), surtout en milieu tropical et lors de périodes de réchauffement climatique intense (comme le silurien, le jurassique et le crétacé), où le volume de débris organiques excède la capacité de recyclage de l'écosystème local. C'est durant ce période que ces sédiments riches en matières organiques (surtout des lipides) s'accumulent.

3.2.8.4 MATURATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

Au fur et à mesure que des couches de sédiments se déposent au-dessus de cette strate riche en matières organiques, la roche-mère ou roche-source, croît en température et en pression. Dans ces conditions, la matière organique se transforme en kérogène. Celui-ci produit du pétrole et/ou du gaz naturel, qui sont des matières plus riches en hydrogène, selon sa composition et les conditions d'enfouissement.

3.2.8.5 PIÉGAGE DES HYDROCARBURES

Quant aux hydrocarbures expulsés, plus légers que l'eau, ils s'échappent en règle générale jusqu'à la surface de la Terre où ils sont oxydés, ou bio dégradés (ce dernier cas donne des sables bitumineux), mais une minime quantité est piégée: elle se retrouve dans une zone perméable (généralement du sable, des carbonates ou des dolomites) qu'on appelle la roche-

réservoir, et ne peut s'échapper à cause d'une couche imperméable (composée d'argile, de schiste et de gypse), la roche piège formant une structure-piège. Les plus grands gisements sont en général logés dans des pièges anticlinaux. On trouve aussi des pièges sur faille ou mixtes *anticlinal-faille*.

3.2.8.6 IMPACTS ÉCONOMIQUES

Le pétrole sert dans tous les domaines énergétiques, mais c'est dans les transports que sa domination est la plus nette, sauf dans le transport ferroviaire qui est en grande partie électrifié. Le développement de l'industrie pétrolière a fourni les carburants liquides qui ont permis la deuxième révolution industrielle et a donc considérablement changé le cours de l'Histoire. En ce sens, le pétrole le successeur du charbon, qui avait rendu possible la première révolution industrielle. De nos jours, certaines provinces en R.D. Congo font encore usage des centrales thermiques utilisant comme source le pétrole. Les groupes électrogènes de toutes les capacités sont également d'usages courant dans les villes de la RDC où le phénomène de délestage est récurrent.

3.2.8.7 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

L'impact environnemental le plus inquiétant du pétrole est l'émission de dioxyde de carbone (CO₂) et le dioxyde de soufre (SO₂), résultant de sa combustion comme carburant. Ceux-ci peuvent être maîtrisés, notamment par la désulfuration des carburants, ou des suies. Notons que sous certaines formes le pétrole peut être cancérigène.

L'extraction pétrolière elle-même n'est pas sans impact sur les écosystèmes locaux même si, comme dans toute industrie, les risques peuvent être réduits par des pratiques vigilantes. Néanmoins, certaines régions fragiles sont fermées à l'exploitation du pétrole, en raison des craintes pour les écosystèmes et la biodiversité. C'est le cas du Parc National des Virunga considéré comme patrimoine mondial par l'UNESCO où l'exploitation du pétrole fait objet de beaucoup de controverses entre les entreprises d'exploitation pétrolière et les organisations de protection de l'environnement, suite à la protection de sa biodiversité.

Enfin, les fuites de pétrole et de production peuvent être par fois désastreuses, l'exemple le plus spectaculaire étant celui des marées noires. Les effets des dégazages ou même ceux plus cachés comme l'abandon des huiles usagées ne sont pas à négliger.

3.2.8.8 GISEMENT

En R.D.Congo, le gisement du pétrole déjà exploité au Bas Congo précisément à Moanda. Il existe potentiellement au Nord Kivu à l'occurrence au Parc Virunga, lac Albert et également au Sud Kivu au lac Tanganyika vers la près-île Ubwari.

Néanmoins, il se trouve également à la cuvette centrale en Equateur.

3.2.9 CHARBON

3.2.9.1 ORIGINE ET TYPES DE CHARBON

Le charbon provient de la transformation des matières organiques lors de son dépôt et de son enfouissement dans les couches sédimentaires.

Il existe plusieurs types de charbons différents par leur valeur énergétique: Les lignites de faible pouvoir calorifique 5,5 à 14,3 MJ/Kg, le charbon schiste bitumineux de 8,3 à 25 MJ/Kg et l'anhracite à forte pouvoir calorifique, soit 30 MJ/Kg. Notons que cette valeur énergétique dépend essentiellement du degré de maturation.

D'autres paramètres ayant un impact sur son utilisation ont également pris en compte dans la classification des charbons: La teneur en cendre, la présence des souffres ou seule d'éléments en trace.

3.2.9.2 USAGE DES DIFFERENTS TYPES DE CHARBON

Les lignites sont uniquement utilisés pour la production de l'électricité, le charbon schiste bitumineux qui sont tous adaptés à la production de l'électricité et des cokes pour haut fourneaux ainsi qu'à la filière CTL (Coal To Liquides) représentant 80% de la réserve mondiale. Les anhracites eux sont utilisés à des fins domestiques et industrielles.

La consommation du charbon a augmenté de 37% entre 2000 et 2008. Une consommation tirée par la croissance de la demande des pays asiatiques; Chine et Inde en particulier, ainsi que par la forte hausse de la demande mondiale de l'électricité. Le charbon assure le 40% de l'électricité mondiale. Le taux de la demande mondiale est largement supérieur en Chine 80% et en Inde 68 %. La croissance de la demande mondiale et du commerce international du charbon vont de pair. Il reste néanmoins des incertitudes de la part du charbon dans le bilan énergétique de demain face à des contraintes environnementales de plus en plus sévères et suite à la réduction de l'écart des prix avec le gaz.

3.2.9.3 PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

Malgré la demande sans cesse croissante, le charbon risque de devenir moins compétitive sur le marché mondial suite aux nuisances environnementales, même sur les humains qui peuvent contracter des maladies telle que: la fièvre carbonéuse, silicose, tuberculose, cancer de poumon et aux inhalations de gaz comme CH₄, H₂S et les autres asphyxiants. De même dans les incendies de mines, on assiste à la production de CO, gaz toxique et mortel. Il existe aussi des accidents souvent mortels dus à des éboulements, des explosions et des inondations.

Entre autre l'extraction du charbon peut entraîner l'érosion du sol ou la pollution des nappes phréatiques .L'extraction minière provoque aussi des émissions des gaz dans l'atmosphère: Soufre (S) et l'oxyde de soufre (SO₂), responsables de pluies acides ainsi que de gaz à effet de serre.

3.2.9.4 GISEMENT

En R.D.Congo, le gisement du charbon et certains de ces dérivées (tourbe et anthracite) sont exploités au Katanga précisément à Luena, Tenke et Bukama.(Duyck, 2004).

3.2.9.5 DÉRIVÉES DE CHARBON

De divers types de charbon cités ci-haut, nous allons en expliciter divers usages:

i. Schistes bitumineux

Les schistes bitumineux (également appelés pyroschistes ou schistes kérobitumineux) sont des roches sédimentaires à grain fin, contenant des substances organiques, les kérogènes, en quantité suffisante pour fournir du pétrole et du gaz combustible.

- Usages et applications

- Les schistes bitumineux peuvent être transformés en pétrole;
- Ils connaissent usages dans l'industrie chimique dont la production de ciment à l'occurrence en Chine et Estonie;
- Carburant dans les centrales thermiques;
- Alimentation des centrales énergétiques pour la production d'électricité.

- Impact environnemental

L'exploitation des schistes bitumineux peut provoquer des nuisances sur l'environnement, la dangerosité est plus élevée lorsqu'il est exploité ex situ plutôt qu'in situ. Les écologistes stigmatisent les dommages que peuvent causer l'exploitation des schistes bitumineux ex situ en générant de gaz à effet de serre. Même in situ, le danger persiste car la pollution des nappes phréatiques restent de mise.

- Localisation des gisements en R.D.Congo

En R.D.Congo, actuellement il n'est exploité que dans deux provinces notamment Province orientale (Oliya sanga, Ubundu, Wanie-rukula, Usengwa et Yambasa) et au Maniema (Lando).

ii. La tourbe

- Définition

La tourbe se définit comme produit de la fossilisation de débris végétaux dits «turfigènes», par des micro organismes (bactéries, arthropodes, champignons, microfaune) dans des milieux humides et pauvres en oxygène que l'on appelle tourbières sur un intervalle de temps variant de 1.000 à 7.000 ans.

- Usages

Elle est exploitée en:

- agriculture en particulier Horticulture ;
- Comme combustible ;

- Comme matériaux de construction.

Impact environnemental

L'exploitation de la tourbe présente certains inconvénients sur l'environnement tel que:

- Emanation de poussières du à sa combustion;
- Dégagement du gaz polluant lors de sa transformation en pyrolyse.

iii. Anthracite

- Définition

Anthracite (du grec anthrax, ἄνθραξ, charbon) est une roche sédimentaire d'origine organique; il contient 92 à 95% de carbone, ce qui en fait un des charbons les plus riches en calorifique.

Gisement en R.D.Congo

Il se localise dans la province de Katanga.

- Usages

Il est utilisé comme:

- combustible;
- Dans la fabrication d'électrode;
- colorant;
- A la production de caoutchouc synthétique;
- pour la préparation de charbon activé notamment utilisé pour le traitement primaire de l'eau;
- En haut fourneau pour la sidérurgie.

- Impact sur l'environnement

A l'instar d'autres variétés, celle-ci est aussi polluante et libère le gaz à effet de serre contribuant aussi au réchauffement climatique et à ces effets néfastes.

3.2.10 BOIS ET SON CHARBON DE BOIS

Nous souhaiterons qu'on exploite des branches mortes, enfin d'éviter la déforestation et la perturbation des écosystèmes forestiers ainsi que la biodiversité qui le compose.

a. Usage

Le bois comme son charbon sont exploités pour l'énergie calorifique pour la cuisson de repas, Construction, papeterie, l'isolation et chauffage.

b. Gisement

Il y en a partout là où il existe des écosystèmes forestiers sauf en Mayombe.

c. Impact environnemental

L'exploitation du bois n'est pas souhaitable car il contribue à la dégradation de l'environnement et de sa biodiversité dans son ensemble et la perturbation de l'habitat (pygmées) et de cette lisière protégée et non protégée.

3.2.11 BRIQUETTE

a. Définition

Une brique est un conditionnement d'un matériau de combustion, obtenu par moulage sous haute pression d'une ressource naturelle préalablement broyée. Elle a la forme d'une brique de construction en terre cuite et produite sans matériau de liaison mais par simple compression.

b. Usage

La brique est utilisée pour l'usage domestique entre autre cuisson des aliments et barbecue.

On l'utilise souvent dans les milieux reculés.

c. Impact environnemental

La fumée qu'elle dégage contient du CO₂.

3.3 CARTOGRAPHIE DES ENERGIES EN R.D. CONGO

Les différentes énergies inventoriées sont représentées sur la carte de la R.D. Congo (Figure 4)

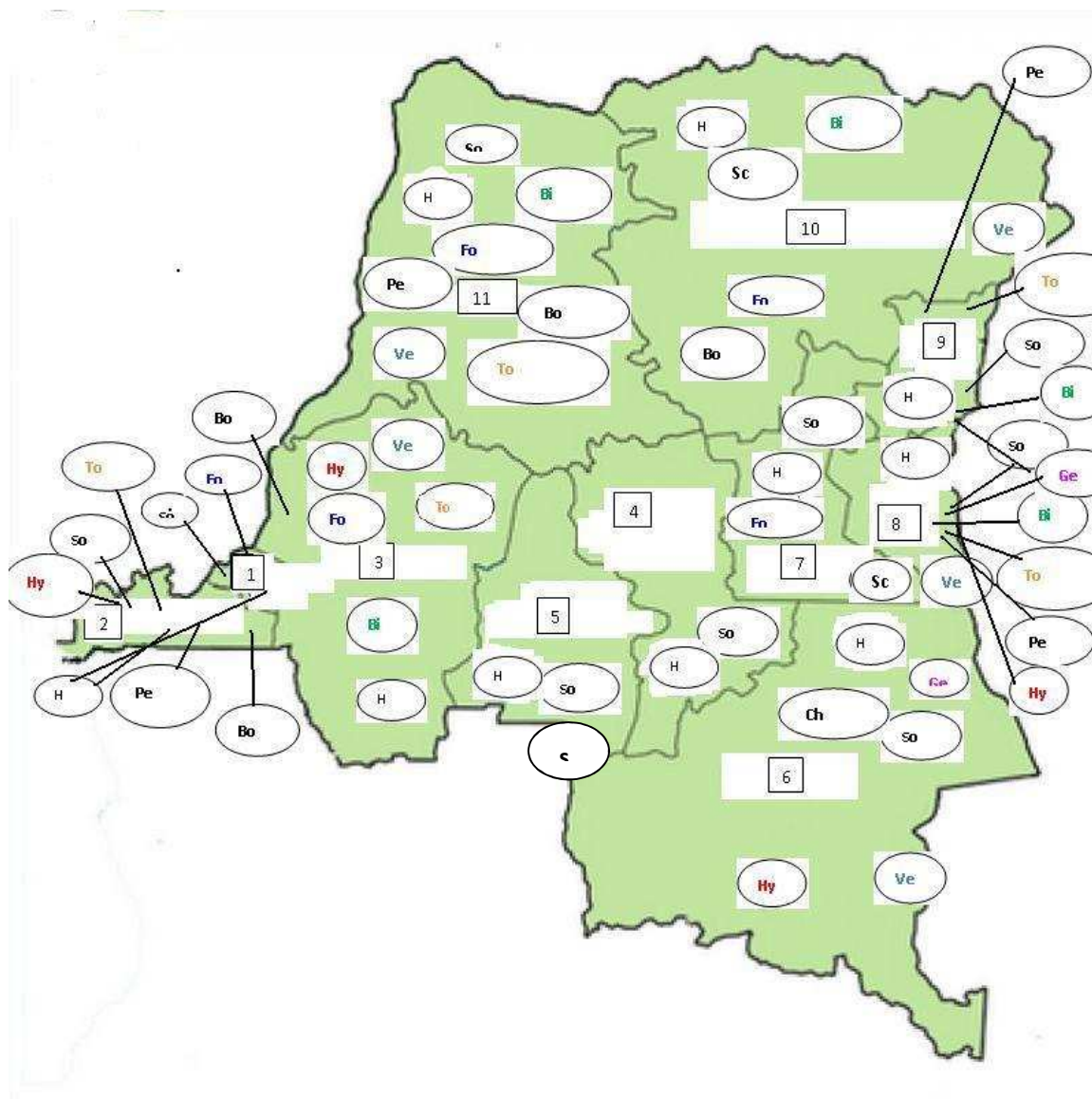


Fig.4: Carte de la R.D. Congo représentant la distribution de différentes énergies.

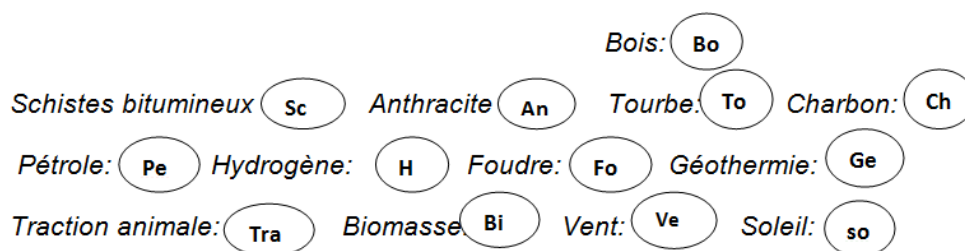
Légende

A. Les symboles représentant les provinces.

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 | <i>Province de Kinshasa</i> |
| 2 | <i>Province de Bas-Congo</i> |
| 3 | <i>Province de Bandundu</i> |
| 4 | <i>Province de Kasai-Oriental</i> |
| 5 | <i>Province de Kasai-Occidental</i> |
| 6 | <i>Province de Katanga</i> |
| 7 | <i>Province de Maniema</i> |

8	Province d Sud Kivu
9	Province de Nord Kivu
100	Province Orientale
110	Province de l'Equateur

B le symbole et initial figurant sur la carte :



4 DISCUSSION

L'énergie hydraulique reste la plus exploitée en R.D.Congo jusqu'à preuve du contraire, la production de cette énergie n'est point répartie d'une manière équitable d'une province à l'autre.

Jusqu'à ce jour, la province qui a une forte production de l'énergie hydraulique reste la province du Bas-Congo comme cela a été représenté au Tableau (1). Cela constitue un handicap sérieux pour le développement du pays. Etant donné que lors de leur transport à de longues distances se produisent de pertes énormes d'énergie en plus de problèmes de sécurité et entretien de lignes. Nous citerons à titre d'illustration le cas de la ligne haute tension Inga-Katanga. Nous pouvons classer la production de cette énergie hydraulique suivant les différentes provinces et en ordre décroissant: Bas-Congo, Katanga, Sud-Kivu, Province Orientale, Equateur. Quant aux autres provinces qui ne possèdent de central hydraulique, l'autorité ne les a prévues qu'en projet. Quant à l'usage de l'énergie solaire, elle pointe à peine à l'horizon, les autres énergies ne peuvent être considérées comme des énergies d'avenir en R.D.Congo. Il est souhaitable que le pays envisage l'exploitation de ces autres énergies étant donné qu'elles sont pour la plupart des énergies renouvelables. Conformément aux vœux exprimés par la conférence de LAMAS de 2015 sur le changement et l'usage fréquent des énergies renouvelables.

5 CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous avons dû inventorier les différents types d'énergies fossiles et renouvelables. Il s'avère que l'énergie hydraulique est la plus dominante source d'énergies dans notre pays. Il serait souhaitable que les autres énergies soient également vulgarisées et exploitées. Les énergies fossiles qui se retrouvent encore en R.D. Congo en réserve importante, mais encore en veilleuse devrait également faire l'objet d'une exploitation rationnelle. Cette exploitation peut booster l'économie et le développement du pays. Il va s'en dire qu'un pays est émergent lorsqu'il exploite et maîtrise son potentiel énergétique, En ne prendre que son énergie hydraulique dans sa totalité (45 à 50 %), il est donc capable de fournir cette énergie à toute l'Afrique et à une partie du Sud de l'Europe (le Portugal, l'Espagne, l'Italie...).

REFERENCES

[1] Duyck J., 2004. Géographie du monde contemporain et problèmes de développement, éditions Loyola, R.D.Congo.
 [2] Nakao, K., Kwetuenda, M.K., Kakogozo, B. Mbwebwa, D., 1988. Stability in the Hypolimnion of lake Kivu. Ecology and Limnological on lake Tanganyika and its adjacent regions, Tokyo, Japan, Vol. V, 73-79.
 [3] Pira E., 1973. Energie, édition Centre de Recherches Pédagogiques, R.D.Congo.
 [4] Robert et al., 2009. Life cycle assessment of biofuels from jatropha cuncas, Open archive Toulouse Archive Ouverte(OATAO).

- [5] Tietze, K. 1974. The lake Kivu methane – Problems of Extraction and their Mathematical – Physical study. Conference paper, Regional Conference on Petroleum Industry and Manpower Requirements in the field of Hydrocarbons, United Nations Economic and Social Council, United Nations Economic Commission for Africa, E/CN.14/EP/INP.13, Tripoli, 7P.
- [6] Tietze, K., Schröder, L., 1975. Rapport Intermédiaire sur le Projet Gaz Methane du lac Kivu (Zaire, Rwanda). Report No. 68414, Bundesanstalt für Geowissen - Schaften und Rohstoffe, Hnover, 25p.
- [7] SNEL, 2011. Rapport de la mission effectuée par la Commission d'Enquête Sénatorial de la RDC à la Société Nationale d'Electricité (SNEL), Doc. 44/1, Juin 2011.