

Les energies fossiles en Algérie face à un environnement changeant

Fossil Energy in Algeria in the face of a changing environment

LOUKIL Leila

Centre Universitaire de Tamanrasset

loukil.leila@hotmail.com

Résumé

L'énergie et l'environnement représentent deux éléments de base pour étudier un développement durable d'un pays, l'Algérie est un grand pays de la méditerranéenne avec une population qui dépasse 38 millions d'habitants (ONS, 2015), possède de grandes capacités énergétiques notamment dans le secteur des hydrocarbures. Face à un environnement climatique changeant, qui à besoins des actions et des programmes adoptés à long terme pour la protection de l'environnement. En Algérie, le secteur des hydrocarbures représente un secteur stratégique pour l'énergie, mais pas à long terme, parmi les produits pétroliers : les combustibles fossiles ; on y trouve, le pétrole brut, le gaz naturel.....ces derniers se classent dans les énergies non renouvelables, et contiennent des produits toxiques tels que le soufre et l'azote et le benzène(le pétrole brut) et cela peut causer le réchauffement climatique à long terme.

En même temps, l'Algérie rentre dans une nouvelle transition énergétique et pense à d'autres énergies pour son développement durable tels que les énergies renouvelables, le soleil représente la source de base de ces énergies.

Depuis plusieurs siècles, l'utilisation des combustibles fossiles a permis un développement rapide dans l'industriel à grande échelle dans quelques régions du monde. L'énergie fossile a remplacé l'énergie des moulins à eau et l'énergie thermique produite par la combustion du bois. Les combustibles fossiles ont également permis un développement sans précédent de l'automobile et de l'avion, donc les énergies fossiles peut participer dans le

développement du transport routier et du transport aérien. L'exploitation de ces combustibles est à la cause des problèmes environnementaux relatifs aux perturbation écologiques liés à leur extraction et à leur utilisation, avec le réchauffement climatique qui seraient responsables des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone émis par leur combustion

Mot clés : Energie, Environnement, Développement durable, hydrocarbures, combustibles fossiles, le pétrole brut, le réchauffement climatique, gaz à effets de serres.

Abstract

Energy and the environment are two basic elements for studying sustainable development in a country, Algeria is a large Mediterranean country with a population of more than 38 million (ONS, 2015), High energy capacity, particularly in the hydrocarbon sector. Facing a changing climate environment, this needs long-term actions and programs for the protection of the environment. In Algeria, the hydrocarbons sector is a strategic sector for energy, but not in the long term, among petroleum products fossil fuels; Crude oil, natural gas the latter are classified in non-renewable energies and contain toxic products, such as sulfur and nitrogen and benzene (crude oil) and this can cause global warming.

At the same time, Algeria is entering a new energy transition and is thinking of other energies for its sustainable development such as renewable energies, the sun represents the basic source of these energies.

For several centuries, the use of fossil fuels has allowed rapid development in large-scale industrial in some parts of the world. Fossil energy has replaced the energy of water mills and the thermal energy produced by burning wood. Fossil fuels have also allowed an unprecedented development of the automobile and aircraft, so fossil fuels can participate in the development of road transport and air transport. The exploitation of these fuels is the cause of the environmental problems related to the ecological disruption linked

to their extraction and their use, with the global warming that would be responsible for the green house gases such as the carbon dioxide emitted by their combustion.

Key words: Energy, Environment, Sustainable development, hydrocarbons, fossil fuels, crude oil, global warming, green house gases.

Introduction générale :

L'énergie et l'environnement représentent les plus importants éléments de base pour un développement durable⁽¹⁾d'un pays, l'Algérie est un grand pays de la méditerranéenne avec une population de plus de 35.4millions d'habitants(ONS), possède de grandes capacités énergétiques notamment dans le secteur des hydrocarbures. Face à un environnement climatique changeant qui à besoins des actions et des programmes adoptés à long terme pour la protection de son environnement, le secteur des hydrocarbures représente un secteur stratégique pour l'énergie, mais pas à long terme, parmi les produits pétroliers : les combustibles fossiles ; ony trouve, le pétrole brut, le gaz naturel.....ces derniers se classent dans les énergies non renouvelables. En même temps l'Algérie rentre dans une nouvelle transition énergétique et pense à d'autres énergies pour son développement durable tel que les énergies renouvelables, le soleil représente la source de base de ces énergies.

Depuis plusieurs siècles, l'utilisation des combustibles fossiles a permis un développement rapide dans l'industriel à grande échelle dans quelques régions du monde. L'énergie fossile a remplacé l'énergie des moulins à eau et l'énergie thermique produite par la combustion du bois. Les combustibles fossiles ont également permis un développement sans précédent de l'automobile et de l'avion, donc les énergies fossiles peut participer dans le développement du transport routier et du transport aérien. L'exploitation de ces combustibles est à l'origine des problèmes environnementaux relatifs aux perturbation écologiques liés à leur extraction et à leur utilisation, avec le réchauffement climatique qui

seraient responsables des gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone émis par leur combustion.

Les combustibles fossiles sont des énergies non renouvelables, comme l'énergie nucléaire, parce que leur reconstitution naturelle demanderait des millions d'années pour être achevée. l'exploitation de ces combustibles est à l'origine de problèmes environnementaux relatifs aux dégâts écologiques liés à leur extraction (par exemple, celle des sables bitumineux de l'Athabasca a été particulièrement médiatisée) et à leur utilisation (comme le réchauffement climatique dont seraient en partie responsables les gaz à effet de serre tels que le dioxyde de carbone massivement émis par leur combustion).

Notre recherche se décompose de trois parties :

En première partie nous allons étudier les énergies fossiles d'une façon générale, leurs définitions et leurs compositions. Dans une deuxième étape nous allons voir les réserves mondiale de ce type d'énergie, nous consacrons la dernière partie aux stratégies de l'économie algérienne par rapport aux énergies fossiles épuisables face à un climat changeant principalement le réchauffement climatique, dans cette dernière partie nous pouvons poser quelques questions et réponses sur les méthodes et les structures utilisés par les autorités publiques pour préserver un environnement sain dans le secteur de l'énergie qui favorise la croissance et le développement durable.

Partie I : les énergies fossiles, définitions et leurs compositions:

1) Quelques Définitions des énergies fossiles:

1.1 Il est important de distinguer trois niveaux de classification⁽²⁾ des usages énergétiques, on trouve premièrement, les énergies primaires, puisées dans la nature. ces énergies eux même se subdivisent en énergies épuisables comme le Gaz, le charbon, le pétrole, l'uranium. Et en énergies renouvelable (l'hydraulique, la biomasse, le solaire, l'éolien.....), le deuxième type de classification c'est la conversion assurées principalement par les industries pétrolières et électriques ou bien vouées à la production de vapeur industrielle, le stockage et le transport de l'énergie ainsi que le raffinage fait partie de ce processus.

1.2 Le troisième niveau d'énergie c'est l'énergie finale, le Commissariat de l'énergie atomique (CEA) en France regroupe trois catégories de ce type d'énergie, l'énergie mécanique, l'énergie thermique et l'énergie rayonnante.

Les combustibles fossiles sont généralement composés des matières suivantes : le pétrole, le gaz naturel et charbon : ils représentent les sources d'énergies la plus utilisée dans le monde : ils fournissent plus de 80% de l'énergie utilisée, par rapport à d'autres types d'énergies. L'Agence Internationale de l'Énergie ⁽³⁾ insiste sur l'augmentation de la production de ces énergies à long terme mais les ressources ne sont pas inépuisables : ces produits sont formés par un processus de mécanismes biologiques et géologiques qui mettent des millions d'années pour les réaliser , ces ressources ne sont pas renouvelables à l'échelle de temps humain.

On peut appeler les énergies fossiles : des hydrocarbures, ils sont issus des résidus d'anciens végétaux et animaux, c'est Le pétrole, le gaz naturel et le charbon, ils se sont formés il y a des millions d'années à partir d'animaux et de végétaux morts. C'est pourquoi ils sont appelés combustibles fossiles. Puisqu'ils sont principalement composés d'atomes d'hydrogène et de carbone. On définit un Combustible comme un Ensemble des matières utilisées par l'homme pour la création d'énergie. Ces matières sont utilisées sous différentes formes, liquide comme les produits pétroliers ou gazeux comme le gaz naturel. Ou solide comme la houille.

Les combustibles fossiles sont riches en carbone sous la forme d'hydrocarbure, ils sont issus de la méthanisation d'être biologique en décomposition et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années. Ce sont des énergies qui ne sont pas renouvelables, au même titre que l'énergie nucléaire, car leur reconstitution naturelle demande beaucoup de temps pour être reformées et parce qu'elles sont utilisées plus vite que le temps nécessaire pour la recréation de réserves. En fin, on peut dire que L'énergie fossile est l'énergie produite à partir des composés issus de la décomposition sédimentaire des matières organiques, le carbone est leur composant de base. Les énergies fossiles peuvent être le pétrole, le gaz naturel et le charbon.

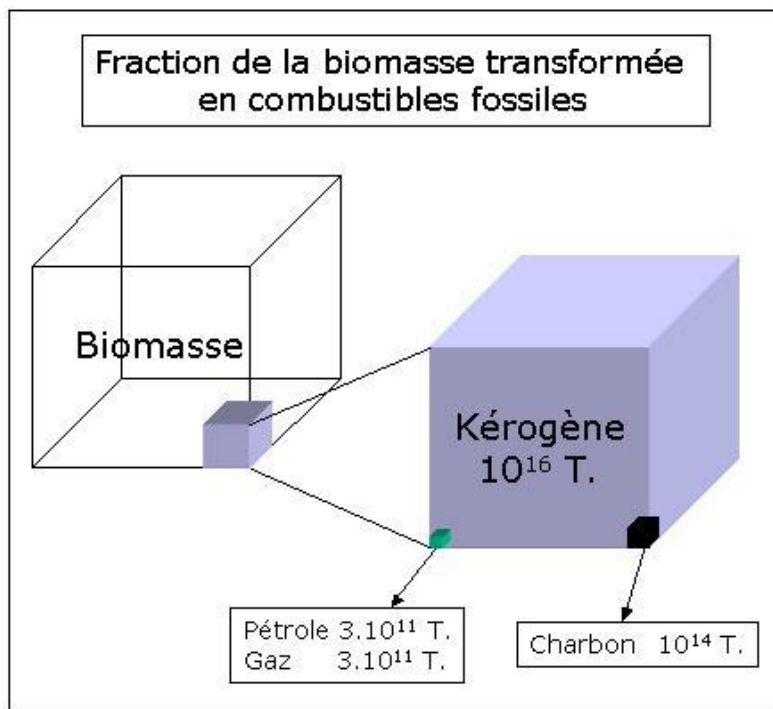
2) Leurs compositions:

2-1) Formation du pétrole, du gaz naturel et du charbon

- **La transformation de la biomasse en combustibles fossiles**

Les êtres vivants sont composés des éléments suivants : le carbone, l'hydrogène, l'azote et l'oxygène. Lorsqu'un être vivant meurt, sa matière organique est décomposée par l'activité microbiologique. Dans un endroit aérobie (où le dioxygène circule librement), tout le carbone est transformé en dioxyde de carbone. On parle alors de « minéralisation totale ». Par contre, si la matière se sédimente dans un endroit anaérobie (comme certains fonds marins par exemple), la minéralisation s'arrête dès que tout le dioxygène initialement présent a été consommé. La plus grande partie de la biomasse subit une minéralisation totale et seule une très faible partie, environ 1%, se sédimente (voir la figure 1). C'est cette fraction qui est à l'origine du pétrole, du gaz naturel et du charbon.

Figure n1 : la transformation de la biomasse aux combustibles fossiles

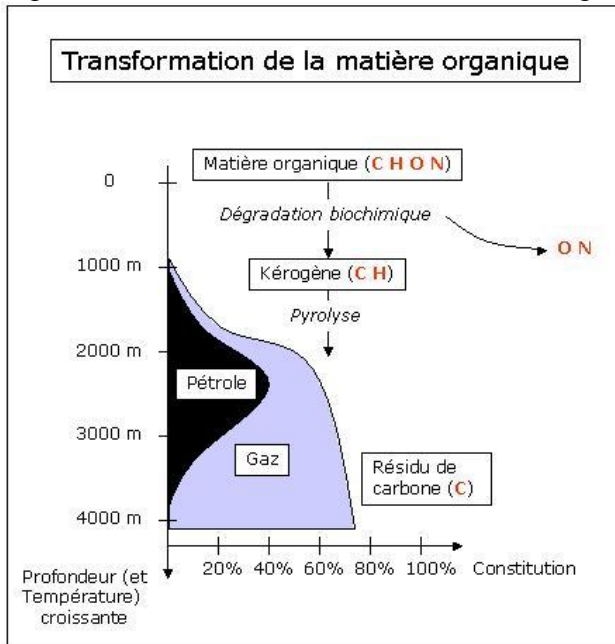


Sources : culturesciences.chimie.ens.fr

Le résidu est appelé « kérogène ⁽⁴⁾»,

La couche sédimentaire qui contient le kérogène, à une vitesse de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par million d'années. À mesure qu'il s'enfonce, le kérogène est soumis à des pressions et des températures de plus en plus élevées. À partir de quelques milliers de mètres de profondeur, lorsque la température a atteint une valeur suffisamment élevée (entre 50 et 120°C) et en l'absence d'oxygène, le kérogène commence à se décomposer sous l'effet de la chaleur. Cette pyrolyse produit principalement du pétrole, du gaz naturel, du dioxyde de carbone et de l'eau. La figure suivante montre l'allure de l'évolution du kérogène avec la profondeur d'enfouissement. Dans un premier temps, la formation de pétrole et de gaz est simultanée, puis celle de pétrole passe par un maximum et devient négligeable par rapport à la production de gaz.

Figure n2 : la transformation de la matière organique



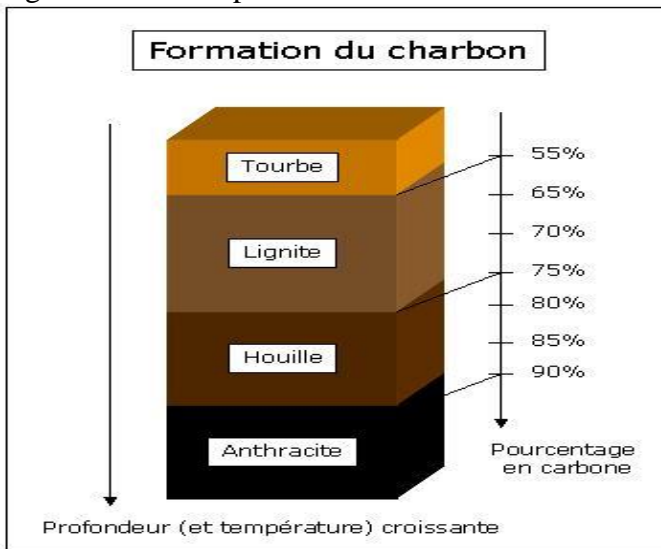
Sources : l'ouvrage d'Albert LEGAULT, Pétrole Gaz et les autres énergies (p29)

- **Les différents combustibles fossiles**

- **Le charbon :**

G.Sarlos, P.A.Haldi et P.Verstraete définissent le charbon dans leur traité de génie civil sur les systèmes énergétiques : « le charbon est une forme d'énergie solaire stocké depuis les temps géologique. La majeure partie des organiques constituant les débris végétaux des forêts de l'ère primaire s'est décomposée, en présence de l'oxygène atmosphérique, en gaz carbonique et en eau ⁽⁵⁾.

Figure n3 : la composition du charbon



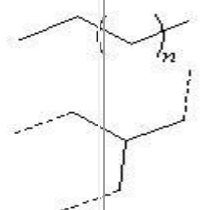
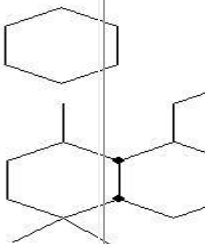
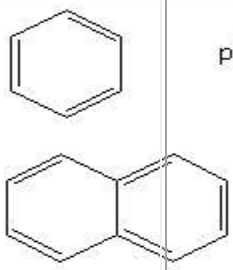
Sources : culturesciences.chimie.ens.fr (jour de vue le 4/02/2014)

- **Le pétrole**

Le pétrole représente une grande puissance énergétique mondiale. Cependant, le pétrole est composé de nombres d'atomes, de carbone (C) et d'hydrogène (H) et dans différentes proportions.

En générale, Les pétroles sont classés en trois catégories principales en fonction de leur constituant majoritaire :

Pétrole Constituant majoritaire

paraffiniques	ils contiennent une grande quantité d'alcanes, linéaires (« paraffines ») ou ramifiés (« isoparaffines »), non-cycliques	alcanes linéaires ramifiés	
naphténiques	ils contiennent une grande quantité d'hydrocarbures cycliques (cyclohexane ou « naphène » et dérivés) et polycycliques	cyclohexane triterpane	
aromatiques	ils contiennent une grande quantité de composés aromatiques (benzène et dérivés)	benzène naphtalène	phéna 

Sources : culturesciences.chimie.ens.fr

Le pétrole brut, c'est à dire avant l'opération du raffinage, contient aussi des éléments autres que le carbone et l'hydrogène : le soufre est le plus abondant (à hauteur de 0,2 à 5%), viennent ensuite l'azote et l'oxygène (de 0 à 1%). Ces produits sont très toxiques, pour le soufre, il faut l'éliminer, car il a un effet acide sur l'équipement et

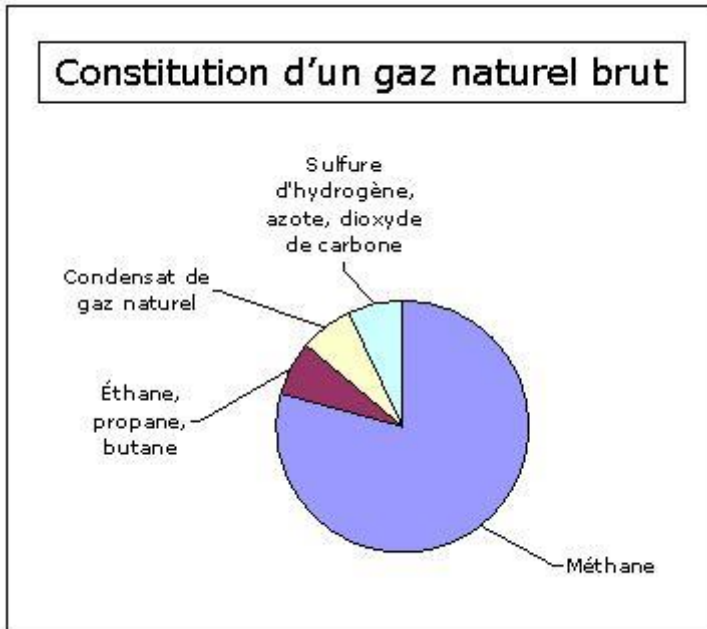
détériorer les parois des pipelines et oléoducs. Aussi bien, le dioxyde de soufre est la cause principale des pluies acides⁽⁶⁾.

- **Le gaz naturel :**

Le gaz naturel n'est qu'une partie la plus légère du pétrole sous forme gazeuse. À grande creux, les hydrocarbures sont transformés en alcanes de plus en plus légers, jusqu'au méthane CH₄ : c'est le plus simple des alcanes et le primordial constituant du gaz naturel (70 à 95%) (voir la figure suivante). D'un gisement à l'autre, on peut trouver des quantités variables en :

- éthane, propane et butane : alcanes gazeux à température et pression environnante.
- alcanes de 5 à 8 atomes de carbone qui se liquéfient à température ambiante et pression atmosphérique pour former le condensat de gaz naturel
- sulfure d'hydrogène. Le gisement de Lacq, en France, contenait 15% de sulfure d'hydrogène, ce qui a justifié la construction d'une unité de récupération et d'exploitation de ce gaz
- diazote, dioxyde de carbone

figure n4 : la composition du gaz brut naturel



Sources : culturesciences.chimie.ens.fr

On peut dire que le gaz naturel est issu lors de la décomposition de la matière organique par des bactéries. On parle alors de gaz biogénique par opposition au gaz thermogénique.

Partie II : les réserves mondiales de ce type d'énergie :

L'évaluation des réserves en combustible fossile est difficile. Il existe d'une part des facteurs politiques qui peuvent, pour des raisons stratégiques, amener les états ou les entreprises à majorer ou minorer les chiffres donnés. D'autre part la notion même de réserve⁽⁷⁾ est complexe et évolue en fonction des progrès dans la connaissance géologique des bassins et des techniques d'exploitation. On classe les réserves en différents types⁽⁸⁾:

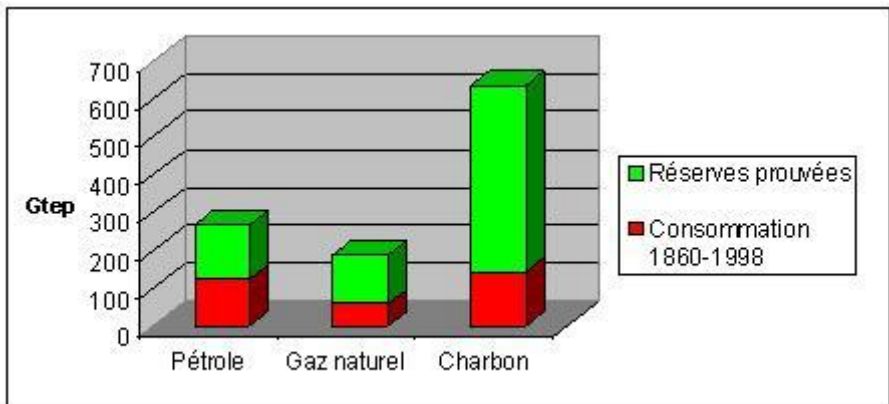
- Réserves prouvées : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et

techniques du moment. Elles sont évaluées avec une probabilité d'existence de l'ordre de 90%.

- Réserves probables : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et techniques du futur proche (techniques connues mais non-utilisées). Elles sont évaluées avec une probabilité d'existence de l'ordre de 50%.
- Réserves possibles : ce sont les quantités de combustibles fossiles récupérables dans les conditions économiques et techniques du futur (techniques encore inconnues).

La somme de ces réserves constitue ce qu'il est convenu d'appeler la réserve ultime.

Le graphe n5 : les estimations des réserves prouvées des combustibles Fossiles et leurs consommations dans le monde :



Sources :culturesciences.chimie.ens.fr

Quand il s'agit des réserves possibles, la quantité de pétrole disponible est doublée, celle de gaz naturel triplée et celle de charbon multipliée par dix. Mais même si on se place dans ce cadre, qui est le plus optimiste, on constate que les réserves de combustibles fossiles sont loin d'être inépuisables à l'échelle

humaine. Dans l'ensemble, les prévisions s'accordent sur un début de décroissance de la production mondiale de combustibles fossiles entre 2010 et 2050 et un épuisement des réserves ultimes au cours du prochain siècle.

Partie 3 : les stratégies de l'économie algérienne par rapport aux énergies fossiles épuisables Face à un climat changeant :

Le déficit de stratégies énergétiques :

L'Economie algérienne est un pays qui se base sur les énergies fossiles tels que les hydrocarbures (production et exportation) mais ces énergies ne durent pas à long terme, car les statistiques sur les énergies fossiles algériennes sont en baisse (ONS, 2007), car ils sont non renouvelables. Actuellement notre pays va donc vers une transition énergétique pour un développement durable, et vise à augmenter la production dans d'autres énergies tel que les énergies renouvelables, tel que l'électricité, et d'autres énergies qui sont généralement liés au soleil

Notre pays doit créer des stratégies à long terme pour préserver les combustibles fossiles et pour éviter l'effet de gaz à effet de serre⁽⁹⁾ qui est liée au réchauffement climatique et éviter aussi d'autres problèmes qui sont liés aux pollutions de l'environnement et développer d'autres énergies qui sont alternatives tel que l'électricité et d'autres énergies renouvelables (énergie solaire principalement dans le sud de l'Algérie)

La production et la consommation accrue d'énergies fossiles permet le rejet de méthane et la déforestation, ce qui favorise l'augmentation des gaz à effet de serre, causant ainsi une hausse de la température. Les changements climatiques sont souvent à l'origine de catastrophes naturelles. On peut citer quelques solutions pour lutter contre le réchauffement climatique⁽¹⁰⁾:

Les réponses à la hausse des températures doivent initier un effort au niveau global et individuel. Si depuis 2004 les pouvoirs publics ont pris de nombreuses mesures et compris l'enjeu de nouvelles alternatives énergétiques (éoliennes, panneaux photovoltaïques...), les gestes quotidiens peuvent favoriser une baisse d'émission de gaz à effet de serre et ainsi lutter contre le réchauffement planétaire⁽¹¹⁾.

Dans la transitions énergétique algérienne, l'algérien essaye de transformer la stratégie énergétiques, de faire réduire la part des combustibles fossiles. Sur le long terme, la conversion du modèle de consommation énergétique actuel rendra problématique l'équilibre offre/demande pour cette source d'énergie qui ne cesse d'être souhaitée par la demande interne et le marché international. Les niveaux des nécessités internes de l'Algérie en gaz naturel devraient atteindre 45 milliards de m³ en 2020 avant de s'établir à 55 milliards dix ans plus tard. Cette évolution de la demande interne sera accompagnée par des volumes énormes à exporter et dont la rente sera nécessaire pour changer l'économie nationale. La consommation d'électricité devrait augmenter, et se situer sur la même période entre 75 à 80 TWh (Térawatts heure) en 2020 et entre 130 et 150 TWh en 2030.

67 projets de centrales solaires photovoltaïques, solaires thermiques et éoliennes hybridées avec du gaz naturel ou du diesel prodiguées, le nouveau programme vise une vingtaine de wilayas du Sud, des Hauts plateaux et aussi aux Nord du pays(énergie Eolienne) . La capacité installée globale de ces projets sera de 2.357 MW à l'horizon 2020. Le solaire est la source des ces énergies renouvelable.

Conclusion

L'examen de la composition chimique des combustibles fossiles montre que ce sont les résidus de matière organique qui ont subi des transformations chimiques étalées sur plusieurs millions d'années. Les prévisions montrent que l'activité humaine aura en quelques centaines d'années épuisées les réserves constituées en des temps géologiques. À l'heure actuelle, pour des raisons techniques, uniquement, 35% du pétrole contenu d'un gisement peut en être extrait. Il reste donc des quantités considérables de matière non-exploitées dans les gisements connus et les technologies développées permettront bien sûr d'en tirer profit.

Il existe d'autres sources d'énergie, certaines sont inépuisables à l'échelle humaine (énergie solaire, énergie géothermique, fusion nucléaire), d'autres sont rapidement renouvelables (biomasse), mais leur exploitation est pour l'instant marginale par rapport à celle des combustibles fossiles. Le développement des énergies renouvelables est un des principaux défis du futur proche.

Les [hydrocarbures](#) (le pétrole et le [gaz naturel](#)) représentent les principales sources de revenus du pays. Cependant, l'État algérien commence à changer sa politique énergétique, en investissant dans les énergies [renouvelables](#). Suivant le Programme algérien de développement des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique (PENREE), l'Algérie vise une puissance installée d'origine renouvelable de 22 000 MW d'ici 2030.

Références bibliographiques :

• Les ouvrages et les rapports :

-B. Tissot, « Origine du pétrole et réduction du risque en exploitation pétrolière ». Comptes ---Rendus de l'Académie des Sciences, série générale t. 5 (1988) 73.

-Albert.LEGAUT, Pétrole, Gaz, et les autres énergies, le petit traité, Edition TECHNIP 2007.

-Loic.CHAUVEAU, le développement durable, produire pour tous, protéger la planète Édition LAROUSSE 2009.

-PERCEBOIS.J,J-P HANSEN, Energie, économie et politiques Edition de boeck 2010.

-World EnergyAssessment : rapport sur l'énergie dans le monde « l'énergie et le challenge du développement durable » dans le cadre du programme des Nations-Unies pour le développement.

-J. Laherrère « [État des réserves des combustibles fossiles](#) ». Contribution au débat sur « l'énergie au XXIème siècle » du site de la Société Française de Physique.

-le guide malin de l'énergie chez soi SALOMON, Thierry ; BEDEL, Stéphane. Terre Vivante, 2000/01, 156 P.

-le scénarioNégatep : Un scénario de lutte contre le réchauffement climatique, ACKET, Claude - FUTURIBLES : ANALYSE ET PROSPECTIVE, N° 376 (01/07/2011), P. 61-80.

-Climat : on en parle (beaucoup) mais on ne fait (presque) rien Guillaume DUVAL, ALTERNATIVES ECONOMIQUES, n°253, 2006/12, P. 7-12

Références web graphique :
culturesciences.chimie.ens.fr.

(1)Le « développement durable » est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins (Rapport Brundtland, ONU 1987).voir aussi l'ouvrage du Loic.chauveau' le développement durable' produire pour tous, protéger la planète, 2009.pour connaitre le nouveau concept du développement durable.

- (2) Albert.LEGAULT « Pétrole Gaz et les autres énergies » le petit traité Edition TECHNIP France 2007 P45-46
- (3) L'Agence internationale de l'énergie (AIE) (en anglais *International Energy Agency (IEA)*) est une organisation internationale fondée à l'[OCDE](#) en 1974 ; à ne pas confondre avec l'AEN ([Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE](#)) qui n'a compétence que vis-à-vis des États-membres de l'[OCDE](#). Elle est reconnue mondialement pour la publication de son rapport annuel intitulé [World Energy Outlook](#) (WEO). voir aussi -World Energy Assessment : rapport sur l'énergie dans le monde « l'énergie et le challenge du développement durable » dans le cadre du programme des Nations-Unies pour le développement.
- (4) C'est un mélange de composés de masse moléculaire très élevée principalement constitué de carbone et d'hydrogène. Cette activité est observée sur une profondeur de l'ordre du millier de mètre au sein de la couche terrestre. Elle constitue la dernière partie biologique du cycle de transformation, voir aussi l'ouvrage-Albert.LEGAULT, Pétrole, Gaz, et les autres énergies, le petit traité, Edition TECHNIP 2007.(p29)
- (5) Cette définition du charbon se trouve dans l'ouvrage de HANSEN.J.P et J.PERCEBOIS' Energie Economie et Politique' 1ère Edition De Boeck 2010, Bruxelles, la Belgique, P490.
- (6) B. Tissot, « Origine du pétrole et réduction du risque en exploitation pétrolière ». Comptes ---Rendus de l'Académie des Sciences, série générale t. 5 (1988) 73.
- (7) J. Laherrère « [État des réserves des combustibles fossiles](#) ». Contribution au débat sur « l'énergie au XXIème siècle » du site de la Société Française de Physique.
- (9) Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre contribuant à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur soupçonné d'être à l'origine du récent réchauffement climatique.

Les gaz à effet de serre industriels incluent, outre les principaux gaz déjà cités ci-dessus, des gaz fluorés comme :les hydrochlorofluorocarbures, comme le HCFC-22 (un fréon) ;les chlorofluorocarbures (CFC) ; le tétrafluorométhane (>CF₄) ; l'hexafluorure de soufre (SF₆).voir aussi l'ouvrage de Albert Legault 'Pétrole Gaz et les autres énergies' pour connaitre le détail sur le GES(P 188-197), année 2007.

(9)culturesciences.chimie.ens.f p 3France jour de vue le 3/3/2014

(10)le scénarioNégatep: Un scénario de lutte contre le réchauffement climatique, ACKET, Claude - FUTURIBLES : ANALYSE ET PROSPECTIVE, N° 376 (01/07/2011), P. 61-80.

(11)Climat : on en parle (beaucoup) mais on ne fait (presque) rien
Guillaume DUVAL, ALTERNATIVES ECONOMIQUES, n°253, 2006/12, P. 7-12