

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA



Faculté des Sciences appliquées

Département de Génie mécanique

*Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité : Energétique*

Présenté par :
BENMAMMAR Isam abderrahime
Et
ELHELLI Ayman

Thème :

Enjeux de la transition énergétique en Algérie

Soutenu publiquement le : 17/06/2021

Devant le jury :

Mr.	DOKKAR Boubakeur	M.C.A.	Président	UKM Ouargla
Mr.	ACHORI El hadj	M.A.A.	Encadreur	UKM Ouargla
Mme.	RAHMOUNI Soumia	M.C.B.	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2020 / 2021



Remerciement :


Tout d'abord nous remercions le dieu, notre créateur de nous avoir donné les forces et la volonté afin d'accomplir ce modeste travail.

Nos sincères remerciements s'adressent en premier lieu à notre encadreur, Mr. **ACHORI El hadj**, pour son suivi, son soutien, ses conseils judicieux et son orientation tout au long de cette thèse.

Je tiens à remercier Mme. **RAHMONI Soumia**, l'un de nos professeurs les plus chers à l'Université Kasdi Merbah Ouargla, pour avoir fait l'honneur de présider notre jury de mémoire .

Nos meilleurs remerciements vont à notre respecté Mr. **DHOKAR Boubakeur**, de l'Université Kasdi Merbah Ouargla, pour avoir accepté de faire partie de notre jury de mémoire.

Nos vifs remerciements vont également à tous les enseignants du département de génie mécanique qui ont contribué à notre formation, Et tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin.



A decorative border in the top-left corner of the page, consisting of a black, swirling vine-like line with several small, pink, five-petaled flowers attached to it.

Dédicas :

Nous nous dédions mutuellement ce travail, pour honorer nos 11 ans d'amitié.

A nos familles et à tous ceux qui nous ont soutenus.

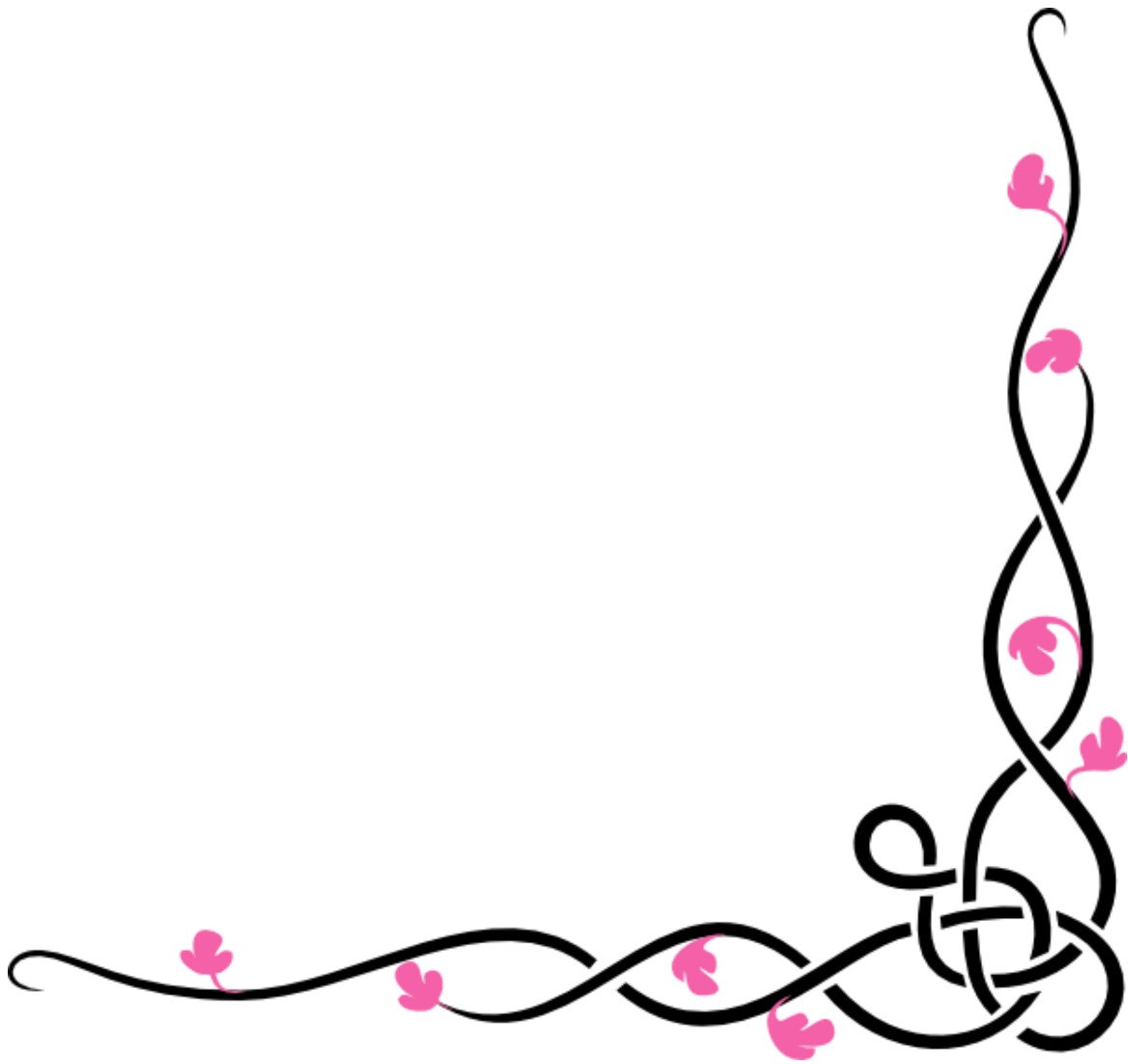
A nos chers parents

A nos petits frères et sœurs qui pourraient nous voir comme un modèle

A tous ceux qui prennent soin de nous et nous souhaitent plus de succès et de bonheur

A tous les amis et proches

Et enfin à tout chercheur qui pourrait trouver cet humble travail utile dans son domaine

A decorative border in the bottom-right corner of the page, consisting of a black, swirling vine-like line with several small, pink, five-petaled flowers attached to it, mirroring the top-left border.

Sommaire

Chapitre I : L'énergie et ses transitions à l'échelle mondiale

LISTE DES FIGURES	I
LISTE DES TABLEAUX	II
LISTE DE L'ABREVIATION	III
UNITES	IV
INTRODUCTION GENERALE	V
I. INTRODUCTION	8
1. L'ENERGIE	8
1.1. HISTOIRE ET SCENARIO DE L'ENERGIE	8
1.2. DEFINITION	8
1.3. L'ENERGIE A TRAVERS LES GENERATIONS	9
1.4. UTILISATIONS DE L'ENERGIE	9
1.4.1. Secteur de l'industrie.....	9
1.4.2. Secteur de transport	10
1.4.3. Secteur résidentiel, tertiaire et l'agriculture.....	10
1.5. SOURCES DE L'ENERGIE	10
1.5.1. Energies fossiles:	10
a. Pétrole	11
• Transport	11
• Stockage et réserve	11
b. Charbon	12
• Transport	12
• Stockage et réserve	12
c. Gaz naturel	12
• Transport	13
• Stockage	13
1.5.2. Energies renouvelables	13
a. Énergie Solaire	13
b. Énergie éolienne	15
c. Énergie hydraulique	15
• Types d'énergie hydraulique	16
d. Énergie géothermique	16
e. Énergie Biomasse	17
1.5.3. Energie nucléaire	18
1.5.4. Avantages et inconvénients des énergies	18
1.6. RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE	20
1.7. EFFET DE SERRE	21
1.7.1. Définition de l'effet de serre	21

1.7.2. Sources de gaz à effet de serre	22
2. SCENARIOS DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	23
2.1. ORIGINE DU TERME TRANSITION ENERGETIQUE	23
2.2. INELUCTABILITE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	24
2.3. DEFINITION DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	25
2.4. LES AXES PRINCIPAUX D'UN DEVELOPPEMENT DURABLE	26
2.5. ENJEUX MONDIALES.....	26
2.5.1. Enjeux environnementaux	26
2.5.2. Enjeux Énergétiques et économiques	27
2.5.3. Enjeux sociétaux	28
2.6. LOI RELATIVE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	28
2.7. EFFICACITE ENERGETIQUE	29
2.8. ACCORDS INTERNATIONAUX	30
2.9. PARCOURS D'EXPERIENCES MONDIALES POUR LA TRANSITION ENERGETIQUE	31
2.9.1. En Europe	31
a. Danemark	31
b. Allemagne	32
c. Espagne	33
e. France	33
2.9.2. États – Unis	33
2.9.3. Au pays du Maghreb	34
a. Maroc	34
b. Tunisie	34
2.10 COOPERATION INTERNATIONALE EN SECTEUR DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	35
2.10.1. Au niveau international	35
2.10.2. Au niveau régional	36
3. FUTURE NUCLEAIRE	36
II. CONCLUSION	38

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

III. INTRODUCTION.....	40
1. DEMANDE ENERGETIQUE MONDIALE	41
2. ETATS ENERGETIQUES MONDIALES	42
3. RESERVES ENERGETIQUE MONDIALES	42
3.1. PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE DANS LE MONDE	43
4. CONSOMMATION ENERGETIQUE MONDIALES	44
4.1. CONSOMMATION DES ENERGIES PRIMAIRE PAR FORME D'ENERGIE	44
4.1.1. Par produit énergétique	45
4.1.2. Par secteur d'activité	46

5. EMISSIONS DES CO₂	46
6. IMPACTS DE LA CRISE DE COVID-19	47
6.1. LE MONDE EN ETAT D'URGENCE	47
6.2. ÉNERGIE MONDIALE ET EMISSIONS DE CO ₂ EN 2020	49
6.2.1. <i>Demande d'énergie</i>	49
6.3. ÉMISSIONS DE CO ₂	50
7. IMPACTS ECONOMIQUES DE COVID-19 EN 2021	51
7.1. DEMANDE D'ENERGIE	51
7.2. ÉMISSIONS DE CO ₂	52
8. PRINCIPALES CONCLUSIONS	53
9. ENERGIES FOSSILES	54
9.1. SITUATION ENERGETIQUE	54
9.2. RESERVES ENERGETIQUE	54
10. PRODUCTION NATIONALE D'ENERGIE	54
10.1. PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE	55
10.2. PRODUCTION D'ENERGIE DERIVEE	56
11. TRANSFORMATION D'ENERGIE	57
11.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE	57
11.2. LIQUEFACTION	57
11.3. RAFFINAGE	57
12. ECHANGES D'ENERGIE	58
12.1. ENERGIE PRIMAIRE	58
12.2. ENERGIE DERIVEE	59
12.3. IMPORTATIONS	61
12.4. BILAN DES ECHANGES	61
13. CONSOMMATION D'ENERGIE	62
13.1. CONSOMMATION NATIONALE TOTALE	62
13.2. EVOLUTION PAR FORME D'ENERGIE	63
13.3. CONSOMMATION NATIONAL FINALE	64
13.3.1. <i>Par produit</i>	64
13.3.2. <i>Par secteur</i>	64
14. ENERGIES RENOUVELABLES	65
15. POTENTIEL DES ENERGIES RENOUVELABLES EN ALGERIE	65
15.1. ÉNERGIE SOLAIRE	65
15.2. ÉNERGIE EOLIENNE	66
15.3. POTENTIEL DE L'HYDRAULIQUE	67
15.4. POTENTIEL DE L'ENERGIE GEOTHERMIQUE	68

15.5. POTENTIEL DE LA BIOMASSE	69
16. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL NATIONALE	70
16.1. INTERET DE L'ALGERIE POUR LES PROBLEMES DE L'ENVIRONNEMENT	70
16.2. COOPERATION INTERNATIONALE	71
IV. CONCLUSION	72

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

V. INTRODUCTION	74
1. TRANSITION ENERGETIQUE EN ALGERIE	75
2. ENJEUX DE LA TRANSITION ENERGETIQUE EN ALGERIE	76
2.1. ENJEUX ENERGETIQUES	76
2.1.1. Réduire les inégalités d'accès à l'énergie	76
2.1.2. Économiser les combustibles fossiles.....	76
2.2. ENJEUX ECONOMIQUES	77
2.2.1. Développement des activités économiques dans le cadre d'une économie verte .	77
2.2.2. Création d'emplois	77
2.3. ENJEUX CLIMATIQUES	78
2.4. ENJEUX INDUSTRIELS ET TECHNOLOGIQUES	78
3. LA REUSSITE DE LA TRANSITION ENERGETIQUE	79
4. PROGRAMME NATIONAL D'ENERGIE RENOUELABLE.....	81
5. PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DE L'EFFICACITE ENERGETIQUE .	83
5.1. SECTEUR RESIDENTIEL :	84
5.2. SECTEUR DE TRANSPORT :	84
5.3. SECTEUR DE L'INDUSTRIE :	84
6. CONSISTANCE DU PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUELABLES :	85
6.1. ENERGIE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DANS LE PNER	86
6.1.1. Centrale solaire photovoltaïque de M'sila	87
6.2. ENERGIE SOLAIRE THERMIQUE DANS LE PNER	87
6.2.1. Centrales solaires thermiques en Algérie	88
6.3. PROJETS ET ACTIONS DE LA PHASE 2011-2014 DU PNER	88
6.4. ENERGIE EOLIENNE DANS LE PNER	90
6.4.1. La ferme éolienne de Kaberten (Adrar)	91
6.5. DEFINITION ET PROPRIETES DE GPL	92
6.5.1. Caractéristique du GPL	93
6.5.2. Sources de GPL	93
6.5.3. Stockage de GPL	93

6.5.4. Domaines d'utilisation du GPL	94
a. Le GPL pour la production d'électricité	94
b. Le GPL pour les ménages	94
c. Le GPL pour la climatisation	94
d. Le GPL pour L'agriculture	94
e. Le GPL comme carburant, GPL/c	95
6.6. EXPERIENCE ALGERIENNE AVEC LE GPL	95
6.6.1. Situation actuelle du GPL en Algérie	96
a. Production du GPL	96
b. Consommation de carburants sur le marché national, année 2019	97
c. La tarification	98
6.6.2. Promotion du GPL carburant en Algérie	98
6.6.3. Historique du développement du GPL-c en Algérie	99
6.6.4. Projets et dispositions du gouvernementale pour le développent du GPL/c	99
a. Programme de promotion du GPL/c et GN/c (énergies propres et nouvelles) ..	99
b. Conversion au GPL/c	100
6.6.5. Perspectives de Naftal pour le développement des GPL/c	100
6.6.6. Quelques résultats obtenus suite à la promotion du GPL/c	101
6.6.7. Obstacles de développement du GPL/c	101
VI. CONCLUSION	102
CONCLUSION GENERALE	104
BIBLIOGRAPHIE	107

Liste des figures

Chapitre I : L'énergie et ses transitions à l'échelle mondiale

Figure I.1 : Début de l'utilisation de l'énergie	2
Figure I.2 : Panneau solaire thermique	7
Figure I.3 : Panneau solaire photovoltaïque	7
Figure I.4 : Palier éoliennes	8
Figure I.5 : Production d'électricité à partir de barrages (hydroélectricité)	8
Figure I.6 : Concept d'énergie géothermique centrale écologique de génération	9
Figure I.7 : Energie géothermique pour la production alimentaire dans les pays en développement	10
Figure I.8 : Processus d'intègre la bioénergie au l'énergie fossile (les bio carburant)	10
Figure I.9 : Défirent sources d'éthanol (bio-énergie)	11
Figure I.10 : L'origine du terme transition énergétique	17
Figure I.11 : Installation centrale nucléaire	30

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Figure II.1 : Prévisions de la demande mondiale en énergie de 2019 à 2040	34
Figure II.2 : Production mondiale d'énergie primaire en 2019.	36
Figure II.3 : Production mondial d'électricité par source.	37
Figure II.4 : La consommation d'énergie primaire en 2019 par Exajoules.	37
Figure II.5 : Evolution de la consommation énergétique finale par type d'énergie, 1994-2019 par Exajoules.	38
Figure II.6 : Répartition de la consommation d'énergie finale pour 2019.	39
Figure II.7 : Consommation finale d'énergie mondiale par secteur en 2019.	39
Figure II.8 : Evolution de la consommation d'énergie et des émissions de CO ₂ .	40
Figure II.9 : Part de la population mondiale soumise à des mesures de confinement.	41
Figure II.10 : Part de la demande mondiale d'énergie primaire concernée par les mesures de confinement obligatoires.	41
Figure II.11 : Variation annuelle mondiale du produit intérieur brut (PIB) réel, 1900-2020.	42
Figure II.12 : Évolution projetée de la demande d'énergie primaire par combustible en 2020 par rapport à 2019.	43
Figure II.13 : Émissions mondiales de CO ₂ liées à l'énergie et variation annuelle, 1900-2020.	44
Figure II.14 : Évolution du PIB mondial, de la demande totale d'énergie primaire et des émissions de CO ₂ liées à l'énergie, par rapport à 2019.	45
Figure II.15 : Émissions mondiales de CO ₂ liées à l'énergie, 1990-2021.	45
Figure II.16 : Evolution des émissions de CO ₂ par carburant, 1990-2021.	46
Figure II.17 : Structure de la production d'énergie primaire.	48
Figure II.18 : Structure de la production d'énergie dérivée.	49
Figure II.19 : Evolution de la production énergétique 2014-2019 en K TEP.	50
Figure II.20 : Structure des exportations d'énergie primaire.	52
Figure II.21 : Structure des exportations d'énergie dérivée.	52

Figure II.22 : Structure des exportations d'énergie totales.	53
Figure II.23 : Effet du déclin des exportations mondiales sur les sources d'énergie nationales.	53
Figure II.24 : Structure des importations d'énergie dérivée.	54
Figure II.25 : Evolution des exportations en volume en m ³ entre 2018-2020.	55
Figure II.26 : Structure de la consommation nationale d'énergie.	56
Figure II.27 : Consommation nationale par forme d'énergie.	57
Figure II.28 : Structure de la consommation finale d'énergie par produit.	58
Figure II.29 : Structure de la consommation finale par secteur.	58
Figure II.30 : Carte d'irradiations solaires.	59
Figure II.31 : Carte de la vitesse du vent.	60
Figure II.32 : Carte des ressources géothermiques.	61
Figure II.33 : Répartition des terres utilisées par l'agriculture.	62
Figure II.34 : Production d'énergies renouvelables en MW en Algérie sur la période (2011-2020).	63

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

Figure III.1 : Programme en énergies renouvelables 2015-2030.	75
Figure III.2 : Structure du parc de la production nationale en MW.	76
Figure III.3 : Secteur solaire (PV) Programme national d'énergies renouvelables.	79
Figure III.4 : Centrale solaire photovoltaïque d'Aïn El Melh de M'sila .	80
Figure III.5 : Secteur solaire (CSP) Programme national d'énergies renouvelables.	81
Figure III.6 : Répartition territoriale (a), des centrales photovoltaïque, (b) des projets CSP (c) des projets CSP et hybrides.	83
Figure III.7 : Projet de 343 MW en centrales photovoltaïques.	83
Figure III.8 : Secteur éolien dans le programme national d'énergies renouvelables en Algérie.	84
Figure III.9 : Ferme éolienne de Kaberten (Adrar).	85
Figure III.10 : L'évolution du GPL en Algérie.	92

Liste des tableaux

Chapitre I : L'énergie et ses transitions a l'échelle mondiale

Tableau I.1 : Caractéristique d'énergie fossile	12
Tableau I.2 : Caractéristique d'énergie renouvelable	13
Tableau I.3 : Composants des gazes d'effet de serre.	15
Tableau I.4 : Piliers du développement durable.	19

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Tableau II.1 : Réserves d'énergies primaires fossiles.	36
Tableau II.2 : Réserves d'énergies primaires fossiles en 2019.	47
Tableau II.3 : Production commerciale d'énergie primaire.	48
Tableau II.4 : Production d'énergie dérivée.	49
Tableau II.5 : Transformation d'énergie (inputs).	50
Tableau II.6 : Bilan des échanges d'énergie.	54
Tableau II.7 : Consommation nationale par agrégat.	56
Tableau II.8 : Potentiel solaire en Algérie.	59
Tableau II.9 : Puissance hydroélectrique installée en Algérie par Mégawatt.	61

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

Tableau III.1 : Programme de développement des énergies renouvelables.	78
Tableau III.2 : Part de chacune des ressources renouvelables primaires retenues.	79
Tableau III.3 : Les projets réalisés dans la première phase de la PNER.	82
Tableau III.4 : Les caractéristiques de la ferme de Kaberten (Adrar).	85
Tableau III.5 : Composants de GPL.	85
Tableau III.6 : Caractéristiques de GPL produit.	86
Tableau III.7 : Proportion du butane et de propane dans la composition du GPL/c par régions et par saisons.	90
Tableau III.8 : Evolution de la consommation des carburants par tonne.	90
Tableau III.9 : Les nouveaux prix des carburants pour l'année 2020.	91

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AIE	Agence Internationale de l'Energie
ANME	Agence Nationale de Maîtrise de l'Energie de Tunisie
ANPE	l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement
APRUE	Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie
BP	British petroleum
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CDER	Centre de Développement des Energies Renouvelables
CEREFÉ	Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (Algérie)
CESE	Conseil Economique, Social et Environnemental
CMED	la Commission mondiale sur l'environnement et le développement
CNE	Comité National de l'Environnement
CO₂	Dioxyde de carbone
COP	Conference of the Parties (Conférence des Parties)
Covid19	Corona virus 2019
CREDEG	Centre de recherche et de développement de l'électricité et du gaz
CSP	Concentrated Solar Power (Solaire thermique à concentration)
DII	Alliance de Desertec Industriel Initiative
DNTE	Débat National sur la Transition Energétique
EE	Efficacité Energétique
ER	Energie Renouvelable
FNME	Fonds National de Maîtrise de l'Energie (Algérie)
GES	Gazes à Effets de Serre
GN/c	Gaz Naturel/carburant
GNL	Gaz naturel liquéfié
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
GPL/c	Gaz de Pétrole Liquéfié/carburant
IDE	Investissements Directs Etrangers
IRENA	International Renewable Energy Agency (Agence Internationale des Energies Renouvelables)
MEM	Ministère d'Energie et des Mines
NEAL	SOCIETE New énergie Alegria
ONG	Organisations Non Gouvernementales
OPEP	l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole
PAM	Plan d'Action pour la Méditerranée
PIB(GDP)	Produit Intérieur Brut (Gross Domestic Product)
PNEREE	Programme National de Développement des Energies Renouvelables et de l'Efficacité
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement

PV	Photovoltaïque
SKTM	SHARIKAT KAHRABA WA TAKET MOUTAJADIDA
SONATRACH	Société Nationale pour la recherche, la production, le transport, la Transformation
SONELGAZ	Société Nationale d'Electricité et du GAZ d'Algérie
Sonelgaz	Acronyme de Société nationale de l'électricité et du gaz
SPE	Société de production de l'électricité
UDST	Unité de Développement de la Technologie du Silicium
ANSEJ	Agence Nationale de soutien a l'emploi des jeunes
CNAC	Caisse Nationale d'Assurance Chômage

Unités

Unités	Définition	Préfixes d'Unités
Tep	Tonne équivalent pétrole (unité de base usuelle de mesure des énergies fossiles)	
KTep	Kilo tonnes équivalent pétrole	Kilo (K) 10 ³
Mtep	Méga tonnes équivalent pétrole	Méga (M) 10 ⁶
Gtep	Giga tonnes équivalent pétrole	Giga (G) 10 ⁹
T	Tonne	1T=1000Kg
Kt	Kilo tonnes	Kilo (K) 10 ³
Mt	Méga tonnes	Mega (M) 10 ⁶
Gt	Giga tonnes	Giga (G) 10 ⁹
W	Le watt est une unité de mesure de la puissance énergétique	
KW	Kilowatt	Kilo (K) 10 ³
MW	Mégawatt	Mega (M) 10 ⁶
GW	Gigawatt	Giga (G) 10 ⁹
TW	Terawatt	Tera (T) 10 ¹²
Wh	Wattheure (unité de base usuelle de mesure de l'énergie électrique). Le wattheure est l'unité de mesure d'énergie correspondant à la quantité produite en 1 heure par une machine d'1 watt.	
KWh	Kilowattheure	
MWh	Mégawattheure	
GWh	Gigawattheure	
TWh	Térawattheure	
J	Unité de mesure d'énergie	
GJ	Gigajoule	Giga (G) 10 ⁹
EJ	Exajoule	1EJ = 10 ¹⁸ J
Mb/j	Million de baril par jour	

1 kilowattheure (kWh) = 1 000 Wh

1 Giga wattheure (GWh) = 1 000 MWh

1 TWh = 1 000 GWh

1 Mégawatheure (MWh) = 1 000 kWh

Résumé:

La croissance des populations crée une croissance de la demande énergétique et un recours accru aux sources d'énergie traditionnelles qui peuvent nuire à l'environnement et avec cela met en évidence les risques d'épuisement de ces sources d'énergie, montrant finalement que le modèle énergétique actuel est loin d'être idéal, il est donc nécessaire d'engager une transition vers un modèle plus fiable et durable pour les générations présentes et futures.

Ainsi, depuis début 2012, l'Etat a mis en place un programme stratégique de transition. A travers cet article, nous évaluons cette stratégie énergétique et ses enjeux. Pour ce faire, nous avons adopté une méthodologie basée sur une comparaison entre l'Algérie et les pays qui ont réussi à réaliser un système énergétique durable. Approche socio-économique de cette transition qui nécessite des moyens importants pour permettre la convergence vers un système énergétique durable. Nos recherches montrent que malgré les expériences et les efforts investis dans les énergies renouvelables, les résultats obtenus jusqu'à présent sont en deçà des objectifs assignés à ce programme, dont une faible diversification des sources d'énergie du pays.

Nos autorités encouragent à investir dans les sources d'énergie renouvelables dans le cadre d'une stratégie de développement énergétique durable, même si la coopération européenne dans ce cadre sera bientôt réalisée dans les perspectives de cette décennie. Enfin, nous clarifions le soutien du gouvernement aux projets d'énergies renouvelables, notamment solaires et éoliennes, et ses solutions pour une transition énergétique totale dans un futur proche.

Mots clés : énergies renouvelables, programme national d'énergies renouvelables, énergie durable, transition énergétique.

Abstract:

The growth of populations creates a growth in energy demand and more reliance on traditional energy sources which can harm the environmental surroundings and with that highlights the risks of the exhaustions of this energy sources, ultimately showing that the current energy model is far from ideal, it is therefore necessary to hire a transition towards a more reliable and sustainable model for the present and future generations.

Thus, since the early of 2012, the State has set up a strategic transition program. Through this article, we assess this energy strategy and its issues. To do this, we have adopted a methodology based on a comparison between Algeria and the countries that has succeeded in achieving a durable energy system.

Socio-economic approach to this transition that requires significant means to enable convergence towards a sustainable energy system. Our research shows that despite the experiences and effort invested in renewable energies, the results achieved so far fall short of the objectives assigned to this program, including a low diversification of the country's energy sources.

Our authority is encouraging to invest in renewable sources as part of a sustainable energy development strategy, although European cooperation in this context will be achieved soon in the outlook for this decade.

Finally, we clarify the government's support for renewable energy projects, particularly solar and wind energy, and its solutions for a full energy transition in the near future.

Keywords: Renewable energies, national renewable energy program, durable energy, energy transition.

ملخص :

يؤدي نمو السكان إلى نمو في الطلب على الطاقة وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة التقليدية التي يمكن أن تضر بالمحيط البيئي ومع ذلك يسلط الضوء على مخاطر استنفاد مصادر الطاقة هذه ، مما يُظهر في النهاية أن نموذج الطاقة الحالي بعيد عن المثالية ، لذلك من الضروري توظيف انتقال نحو نموذج أكثر موثوقية واستدامة للأجيال الحالية والمقبلة. وهكذا ، في أوائل عام 2012 ، قامت الدولة بوضع برنامج انتقالي استراتيجي. من خلال هذا المقال، نقوم بتقييم إستراتيجية الطاقة هذه وقضاياها. للقيام بذلك ، اعتمدنا منهجية تقوم على المقارنة بين الجزائر والدول التي نجحت في تحقيق نظام طاقة دائم النهج الاجتماعي والاقتصادي لهذا التحول الذي يتطلب وسائل كبيرة لتمكين التقارب نحو نظام الطاقة المستدامة. يُظهر بحثنا أنه على الرغم من الجهود المبذولة والجهود المبذولة في مجال الطاقات المتجددة ، فإن النتائج التي تم تحقيقها حتى الآن لا ترقى إلى مستوى الأهداف المحددة لهذا البرنامج ، بما في ذلك التنوع المنخفض لمصادر الطاقة في البلاد. تشجع سلطاتنا على الاستثمار في المصادر المتجددة كجزء من استراتيجية تنمية الطاقة المستدامة ، على الرغم من أن التعاون الأوروبي في هذا السياق سوف يتحقق قريباً في أفق هذا العقد.. أخيراً، نوضح دعم الحكومة لمشاريع الطاقة المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وحلولها للانتقال الكامل للطاقة في المستقبل القريب.

الكلمات المفتاحية: الطاقات المتجددة ، البرنامج الوطني للطاقة المتجددة ، الطاقة الدائمة ، التحول الطاقوي.

Introduction Générale

Introduction générale :

Toutes les activités humaines, notamment celles qui contribuent au développement économique et social, reposent sur l'énergie, car le développement d'une société se traduit par la satisfaction croissante d'un certain nombre de besoins : alimentation, éducation, logement, loisirs, santé, transport, etc. Toutes ces activités nécessitent des consommations nettes différentes, des consommations finales d'énergie sous différentes formes (carburant, électricité, etc.). Cependant, bien que l'énergie soit une composante essentielle au processus de développement, une grande partie de ses ressources proviennent des combustibles fossiles, tandis que ces derniers ont des réserves limitées et sont donc épuisables. Les problèmes environnementaux et sanitaires liés à son utilisation se multiplient, l'accès à des services énergétiques modernes est donc essentiel.

Ces défis sont aggravés par la croissance démographique, l'instabilité des prix, les tensions géopolitiques autour des approvisionnements énergétiques, les inégalités et la pauvreté qui affectent encore une partie importante de la population mondiale. Dans le même temps, une plus grande expansion de l'utilisation des combustibles fossiles (gaz, pétrole, charbon) était nécessaire pour faire face à la croissance de tous les secteurs principaux. Alors que les avantages et les atouts de l'énergie pour notre système économique sont vastes et variés, ce sont les dommages causés par nos sociétés énergivores qui méritent le plus d'attention.

En effet, selon le dernier rapport Réseau de politique d'énergie renouvelable pour le 21^{ème} siècle, la consommation finale mondiale d'énergie est dominée par les énergies d'origine fossile (pétrole, gaz naturel et charbon). De ce fait, la demande d'énergie est satisfaite principalement par l'utilisation de combustibles fossiles, qui sont les principales sources de gaz à effet de serre (GES). L'augmentation observée des concentrations de ces gaz à effet de serre est la principale cause du réchauffement climatique « Groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique » (GIEC). Ces changements climatiques se manifestent par des cyclones avec des forces sans précédent, des vagues de chaleur, des tempêtes de neige sans précédent, des inondations, etc. En fait, le changement climatique est le problème environnemental le plus important lié à la consommation d'énergie. Selon le GIEC, la concentration atmosphérique en dioxyde de carbone (CO₂) doit être stabilisée afin d'éviter les conséquences catastrophiques du changement climatique. En plus Changement climatique, la consommation mondiale d'énergie continue d'augmenter à un rythme alarmant. En fait, l'Agence internationale de l'énergie prévoit un taux de croissance de la demande d'énergie de 1,4 % par an jusqu'en 2035, et la demande d'énergie devrait croître plus rapidement [1].

Nous sommes donc confrontés à un dilemme : d'une part, nous devons réduire la consommation d'énergies fossiles, qui sont la principale source de gaz à effet de serre, et, d'autre part, nous devons faire face au développement rapide de l'économie mondiale, ce qui nécessite une croissance continue de la consommation d'énergie. Ainsi, le défi que tous les pays sont appelés à relever consiste à mettre en œuvre une transition vers un système énergétique plus sûr et moins émetteur de CO₂ sans entraver le développement économique et social. La question qui se pose à ce stade est la suivante : **comment satisfaire la demande**

croissante en énergie finale tout en respectant l'environnement ? Sous le slogan, du concept de développement durable qui est défini par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement, "Répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs". Du coup, une nouvelle version de la question précédente est apparue : **quel mix énergétique choisir pour s'inscrire dans la voie du développement durable ?**

La réponse à cette question semble évidente : la transition aux énergies renouvelables (ER) est la seule voie à suivre et la seule réponse à tous nos problèmes environnementaux et climatiques actuels. Si la solution est évidente et facile à trouver, cette transition vers l'ER reste difficile.

Et avec une crise particulière qui s'est produite dans le monde actuel dans lequel nous vivons maintenant, qui est la Covid-19 (la crise sanitaire mondiale) dont la planète a beaucoup bénéficié en raison de la fermeture partielle et totale à certaines périodes des différents secteurs industriels et des missions de quarantaine (couvre-feu) selon chaque pays. C'est un sujet en soi, et nous avons discuté de ce qui en a été facilité sous le titre des effets de la crise de Covid-19 dans le deuxième chapitre.

Depuis son indépendance, l'Algérie s'est donné pour objectif de développer le secteur énergétique compte tenu de son potentiel d'exploitation et de production de ses énergies fossiles. En 2015, l'Algérie était le dix-huitième producteur de pétrole, le dixième producteur de gaz naturel et le sixième exportateur de gaz. Naturellement. Dans le monde Le secteur des hydrocarbures occupe une place prépondérante dans la stabilité économique du pays, économie caractérisée par une trop grande dépendance aux recettes d'exportation de ces derniers, qui représentent plus de 96% recettes d'exportation, 30% du PIB, 60% des recettes du budget. Compte tenu de l'augmentation continue de la demande intérieure en énergie (pétrole et gaz), des risques d'épuisement de ces ressources et du réchauffement climatique, l'Algérie voit l'obligation et la nécessité de développer d'autres sources d'énergie.

C'est-à-dire la durabilité d'un système énergétique entièrement nouveau et la nécessité de passer aux énergies renouvelables, nous avons décidé de prêter attention à la situation en Algérie dans le développement des ressources renouvelables afin de préparer la transition énergétique forcée. À travers le contexte national et mondial. De ce fait, nous essayerons dans ce qui s'ensuit de répondre à la problématique suivante : **Pourquoi l'Algérie, un grand pays producteur des hydrocarbures doit tourner vers une transition énergétique et quelle sont les enjeux de cette transition ?**

Pour y répondre, nous avons jugé utile de subdiviser cette recherche en trois chapitres. Dans un premier temps, nous donnerons un aperçu de l'état de l'énergie (tous ses usages, sources et effets négatifs et positifs), jusqu'à la définition de la transition énergétique et des différents systèmes énergétiques dans le monde. Le deuxième chapitre met en évidence le contexte énergétique mondial et algérien actuel en termes de croissance de la demande, de la consommation, etc. Et le potentiel des énergies renouvelables en Algérie. Et bien sûr Impacts de la crise de Covid-19. Enfin, le troisième chapitre donnera un aperçu des enjeux et de la stratégie de l'Algérie pour valoriser et diversifier ces ressources énergétiques.

CHAPITRE I :

L'énergie et ses transitions
à l'échelle mondiale

I. Introduction :

Dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement, l'énergie est essentielle pour améliorer la qualité de vie et ouvrir des perspectives. C'est pourquoi notre pays et l'humanité dans son ensemble doivent résoudre le problème de la garantie d'un approvisionnement énergétique adéquat, fiable et prudent pour l'environnement. Les gens ont toujours été désireux d'utiliser toutes les ressources naturelles pour rendre la vie plus facile ou plus agréable. Afin de répondre à leurs besoins, les populations mobilisent de plus en plus d'énergie. Depuis la naissance de l'humanité, la cuisson des aliments et l'utilisation du combustible pour se chauffer font désormais partie des besoins énergétiques humains. Bien avant la découverte des énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz naturel) et des énergies renouvelables non conventionnelles, le bois était utilisé comme combustible.

Dans ce chapitre, nous sommes consacrés à l'étude de l'énergie. Elle se divise en deux parties : La première partie définit l'importance de l'énergie dans nos vies en décrivant diverses sources. Nous étudierons le phénomène du réchauffement climatique. La deuxième partie sera consacrée à la transition énergétique, qui est le résultat de contributions naturelles et renouvelables. Enfin, nous avons présenté la direction du développement énergétique durable et quelques expériences internationales dans ce domaine.

1. L'énergie :

1.1. Histoire et scénario de l'énergie :

Le terme « énergie » englobe de nombreuses réalités différentes. L'humanité a toujours essayé d'appivoiser l'énergie. En fait, l'histoire humaine a été en grande partie façonnée par le développement de sources d'énergie utilisables.

Le terme « énergie » est utilisé à la place de « l'énergie utilisable par l'homme », qui est également appelée « énergie libre ». Ainsi, lorsque nous parlons de consommation d'énergie, nous devons comprendre la consommation d'énergie utilisable par la personne humaine.

Cette précision est d'autant plus importante que le monde scientifique a montré que dans un système isolé (comme notre univers) l'énergie totale est toujours retenue (premier principe de la thermodynamique), ce qui exclut toute consommation ou perte d'énergie.

Au contraire, l'énergie qui peut être utilisée par l'homme, qui fait partie de l'énergie totale, peut effectivement être consommée [2].

1.2. Définition :

L'énergie est le moteur de tous les phénomènes naturels, la croissance des plantes, le vent, les courants des rivières, les vagues, la chute d'objets, etc.

En physique, elle est définie comme la capacité d'un système à produire du travail. Elle se présente sous multiples facettes (thermique, cinétique, électrique...), et l'une de ses propriétés majeures est de pouvoir être convertie d'une forme en une autre [3].

1.3. L'énergie à travers les générations :

La seule source dont disposait l'homme primitif était sa nourriture où il consomme environ 200 Kcal/jour, soit environ 66 Kg de pétrole par an ou 100 Kg de charbon.

Il y a environ 10 000 ans, après que les humains ont mis le feu, ils avaient plus de nourriture et brûlé du bois pour se chauffer et cuisiner. Il consomme environ 5000 kcal chaque jour.

En revanche, au Moyen Âge, les humains ont utilisé le charbon pour le chauffage, l'énergie hydroélectrique, l'énergie éolienne et animale pour le transport. Sa consommation d'énergie est deux fois plus élevée que 24 000 kcal par jour [4].

Avec le développement de la révolution industrielle, les êtres humains consomment en moyenne 70 000 kcal par jour. Environ 10% sont utilisés pour l'alimentation, 10% pour les transports, 50% pour les ménages et les industries tertiaires (chauffage, etc.) et 30% pour l'industrie et l'agriculture.

Dans les années 1970, la société technologique se représentait et l'énergie était disponible à l'échelle d'une individuelle. Par exemple, aux États-Unis, le taux de croissance de la consommation d'énergie par habitant a atteint 230 000 kcal / jour / par habitant.

La remarque qu'on peut faire est que ces consommations énergétiques ont évolué au cours des âges, surtout dans les secteurs autre que l'alimentation [3].



Figure I.1 : L'homme et l'idée du stockage [5].

1.4. Utilisations de l'énergie :

1.4.1. Secteur de l'industrie

La consommation d'énergie dans l'industrie comprend selon :

- L'utilisation d'énergie thermique à basse température (jusqu'à 100 ° C) et moyenne température (100 à 300 ° C) : chauffage des locaux, séchage des produits, vapeur pour l'industrie papetière, alimentaire et textile.
- Utilisation de chaleur à haute température (plus de 300 ° C) : fusion de métaux, production de verre et de ciment.
- Utilisation mécanique ou énergie fixe ou mobile : broyage minéral, traitement de pièces métalliques, transport de produits (au sein de l'usine)

Utilisation spécifique de l'électricité : électrolyse, refroidissement, etc.

L'énergie est essentielle au fonctionnement normal des activités humaine [3].

1.4.2. Secteur de transport

La consommation d'énergie dans ce domaine est le moteur de la mobilité. Sur les 1,7 milliard de tonnes de consommation mondiale de ce secteur, 98% sont du pétrole : transport routier, essence et diesel pour certains navires et locomotives, kérosène pour les avions et carburant pour la plupart des navires. En plus du pétrole, il existe des locomotives à vapeur, des locomotives électrifiées, des métros, des tramways, des trolleybus et certains véhicules utilisant du gaz naturel ou de l'alcool.

Le nombre de passagers transportés par fret routier et de personnes par kilomètre est beaucoup plus élevé que le nombre de passagers transportés par chemin de fer (ou fluvial). En transport urbain, la consommation d'énergie de chaque passager d'une voiture particulière est trois à quatre fois supérieure à celle d'un bus ou d'un métro pendant d'un même trajet. Par conséquent, pour un niveau de vie comparable, la proportion de différents modes de transport dans d'un part est un facteur explicatif important de la consommation énergétique d'un pays et de la pollution environnementale qui y est associée [3].

1.4.3. Secteur résidentiel, tertiaire et l'agriculture

À l'échelle mondiale, ce secteur est le premier consommateur d'énergie commerciale, et il a absorbé la quasi-totalité de l'énergie conventionnelle (seule ressource pour les plus pauvres) équivalant à un milliard de tonnes équivalent pétrole.

Le logement correspond à tout logement individuel ou collectif et L'industrie tertiaire comprend les activités de services : écoles, bureaux, commerces, hôtels, etc.

L'agriculture comprend la consommation d'énergie des machines agricoles et des bâtiments d'élevage (il est parfois difficile de distinguer la consommation d'énergie liée à l'agriculture et aux zones rurales). L'agriculture représente une part très faible de la consommation dans l'ensemble du secteur.

La répartition des consommations énergétiques dans les industries résidentielles et tertiaires peut être estimée à 80% des usages thermiques (chauffage, eau chaude, cuisine) et 20% des usages spécifiques de l'électricité (éclairage, électroménager, audiovisuel).

La demande de chaleur peut être satisfaite par la biomasse (sous des formes traditionnelles ou modernes, comme les chaudières à bois dans les réseaux de chaleur) ou par des énergies fossiles (fuel, gaz naturel, charbon) [3].

1.5. Sources de l'énergie :

Pour ce qui relève des considérations de développement durable, les sources d'énergie sont fréquemment classées en trois catégories :

Énergie fossile, combustion des réserves naturelles, ces réserves naturelles sont formées par des sédiments organiques (végétaux ou petits animaux), ce qui a pris des millions d'années. L'énergie nucléaire ou atomique, qui provient de l'énergie qui lie les particules de noyaux atomiques entre elles. Il est obtenu à partir de minerai radioactif : l'uranium. Énergie renouvelable produite par une énergie naturelle constamment renouvelée par la nature [3].

1.5.1. Energies fossiles :

L'énergie fossile est l'énergie la plus couramment utilisée, appelée énergie traditionnelle pour sa disponibilité et sa facilité d'utilisation, c'est le type d'énergie qui prend beaucoup de

temps à rénover et a un grand effet sur l'environnement en raison de l'allumage nécessaire pour libérer son énergie potentielle, il se compose principalement de pétrole, de gaz naturel et de carbone.

a. Pétrole :

C'est une huile minérale naturelle très foncée et plus dense que l'eau douce. Le pétrole résulte de la décomposition, sous l'action de bactéries, à température et pression élevées, de du plancton (sédiments organiques et minéraux) accumulés au fond des mers il y a environ 60 millions d'années.

Le liquide sombre et visqueux qui en résulte a été piégé par des roches imperméables. Il est essentiellement constitué de molécules formées exclusivement d'atomes de carbone et d'atomes d'hydrogène : les hydrocarbures [6].

Le premier puits de pétrole a été foré en 1859 aux États-Unis.

❖ Transport :

Le pétrole est transporté par pipelines ou par pétroliers après avoir été extrait des champs avec:

Les oléoducs ou « pipelines » sont des conduites de diamètres assez importants dans lesquels le pétrole circule vers les grands centres de consommation.

Les pétroliers ou les « tankers » sont les meilleurs moyens de transporter du pétrole par voie maritime. Le premier navire utilisé pour transporter le pétrole était un bâtiment allemand en 1886.

Le pétrole est transporté par camions-citernes vers les utilisateurs, qui disposent de moyens différents. Pour les petites quantités (carburant pour les stations-service, carburant pour le chauffage des particuliers et usage personnel),

Wagons-citernes et gros camions-citernes pour la livraison aux gros consommateurs tels que les aéroports, les usines et les centrales thermiques ...

Le commerce international se fait par voie maritime (62%) ou par pipeline (38%). Le transport compte comme un frein aux investissements qui amélioreraient les infrastructures car il coûte de 5 à 10% du prix total du brut [6].

❖ Stockage et réserve :

Le stockage permet d'assurer un approvisionnement régulier aux consommateurs malgré les variations saisonnières. Le pétrole n'est pas stocké sous terre comme le gaz naturel mais en surface, dans des réservoirs spécifiques.

Quant aux réserves pétrolières prouvées actuelles, elles sont relativement minimes étant donné que nous consommons plus que ce que nous découvrons. En fait, ils seraient de l'ordre de 50 milliards de tonnes, ce qui correspond à l'autonomie de 50 ans, au rythme de consommation actuel [7].

b. Charbon :

Le charbon est un terme général qui regroupe essentiellement la houille et le lignite. Il représente 80% des énergies fossiles disponibles. C'est le combustible fossile le plus abondant mais aussi le mieux distribué.

Le charbon de bois résulte de la décomposition des débris végétaux accumulés, Il y a des centaines de millions d'années, dans des endroits marécageux, les plantes mortes submergées se déposaient au fond de l'eau, qui était ainsi recouverte de feuilles, pollen, bois, spores, écorce, algues microscopiques ...

Ces gisements minéraux étaient à leur tour recouverts d'argile excluant l'air de l'équation. La fermentation pourrait alors commencer. C'est cette fermentation qui donnera plus tard le charbon [6].

Au cours de la fermentation, les dépôts minéraux passent par différents stades :

- La tourbe (60 % de carbone).
- Le lignite (entre 65 à 70 % de carbone).
- L'houille (entre 80 et 90 % de carbone).
- L'anhracite (il contient un peu plus de carbone que la houille).

Et la seule différence entre ces types de charbon est le pourcentage de carbone qu'ils contiennent.

❖ Transport :

On transporte aisément le charbon par pipe-lines ou bien par voie fluviale, maritime ou ferroviaire.

Les pipe-lines sont l'équivalent des oléoducs pour le pétrole. Ils sont plutôt utilisés pour des transports sur de courtes distances. Pour être transporté ainsi, le charbon doit subir des modifications. En effet, le charbon se présente sous forme de blocs solides. Il est donc broyé sous forme de fines particules puis dilué dans une solution liquide.

Pour les longues distances, le charbon est transporté par trains ou encore par bateaux sans être préalablement transformé [6].

❖ Stockage et réserve :

Les principaux pays riches en charbon sont situés dans des régions tempérées. C'est les États-Unis,

Belgique, France (Nord de la France), Pologne, Allemagne, Russie et Chine. Les réserves récupérables de charbon équivalent à 10 billions de tonnes, soit sept fois les réserves de gaz naturel et de pétrole. Ces réserves sont suffisantes pour répondre à la demande A duré environ 300 ans [6].

c. Gaz naturel :

Le gaz naturel est le combustible fossile le moins polluant. Il est composé d'hydrocarbures gazeux, principalement du méthane CH_4 , mais Il existe l'éthane C_2H_6 , le propane C_3H_8 et le butane C_4H_{10} . Elle est généralement accompagnée d'huile car elle se forme dans les mêmes conditions que lui.

L'utilisation du gaz naturel est en plein essor. C'est la première source d'énergie pour le chauffage à grande échelle (maisons, hôpitaux, écoles, serres, etc.). Dans l'industrie, il est utilisé comme matière première ou comme combustible [8].

❖ **Transport :**

Il existe deux façons de transporter le gaz naturel. Soit :

- Par des conduites souterraines ou immergées à travers le gazoduc sous forme gazeuse.
- Soit sous forme liquéfiée par méthanier.

Dans les gazoducs, le gaz naturel circule à haute pression à la vitesse de 30 km/h dans des canalisations pouvant atteindre 1,40 mètre de diamètre.

Si le lieu d'extraction et le lieu de consommation sont trop éloignés ou s'il n'y a pas de canalisation reliant le gaz naturel, le gaz naturel peut également être transporté par des navires de GNL. Avec le méthanier, il peut transporter la consommation de 200 000 habitants à la fois [6].

❖ **Stockage :**

Les réservoirs sont généralement remplis l'été pour faire face à l'augmentation de consommation l'hiver ou à une éventuelle impossibilité d'approvisionnement. Il existe plusieurs types pour le stocker [9]:

- Les réservoirs de gaz.
- Les réservoirs de GNL.
- En nappe aquifère.
- Ou en couche de sel.

1.5.2. Energies renouvelables :

Les énergies renouvelables (également appelées énergies vertes) sont des sources d'énergie qui non seulement proviennent de phénomènes naturels, mais se régénèrent également, en utilisant des processus naturels indépendants de l'homme. Le soleil et la chaleur interne de la Terre sont parmi les sources d'énergie naturelles les plus importantes. Le fait qu'une ressource soit renouvelable ou non dépend également de la vitesse à laquelle elle est consommée.

Les sources d'énergies renouvelables sont disponibles en quantité illimitée, leur exploitation est un moyen de répondre aux besoins en «énergie tout sans effectuer l'environnement. Les principales formes d'énergie renouvelables sont :

a. Énergie Solaire :

L'énergie solaire est le type d'énergie que le soleil diffuse dans l'atmosphère par son rayonnement. Il est obtenu grâce à des panneaux solaires et est utilisé par l'homme sous deux formes différentes: électrique et thermique.

L'énergie électrique est la plus couramment utilisée pour l'énergie solaire car elle transforme les rayons du soleil en électricité, tandis que l'énergie thermique est davantage utilisée pour produire de la chaleur (par exemple pour chauffer l'eau dans une maison). Les

panneaux solaires peuvent être installés partout où le soleil brille toute l'année, ils peuvent servir de source d'énergie de secours dans plus de régions.

Jusqu'à présent, les panneaux solaires ont été principalement utilisés comme systèmes autonomes pour la production d'électricité. Jusqu'à présent, la principale raison des panneaux solaires était de produire de l'électricité [10].

Ces systèmes sont actuellement développés à une échelle commerciale dans les pays industrialisés et en développement. Le marché du PV s'est développé, tant dans les pays industrialisés que dans les pays en développement, où des services électriques hors réseau ou hybrides sont mis à la disposition de milliers de villages isolés, qui ne sont pas connectés au réseau peuvent bénéficier d'un approvisionnement en électricité grâce à des systèmes PV autonomes.

Aujourd'hui, la demande annuelle de photovoltaïque (PV) sur le marché mondial dépasse 5 milliards dollars américains. Dans les pays en développement, les populations rurales. Les avantages inhérents à ces systèmes sont la modularité et l'indépendance par rapport aux carburants importés [11].

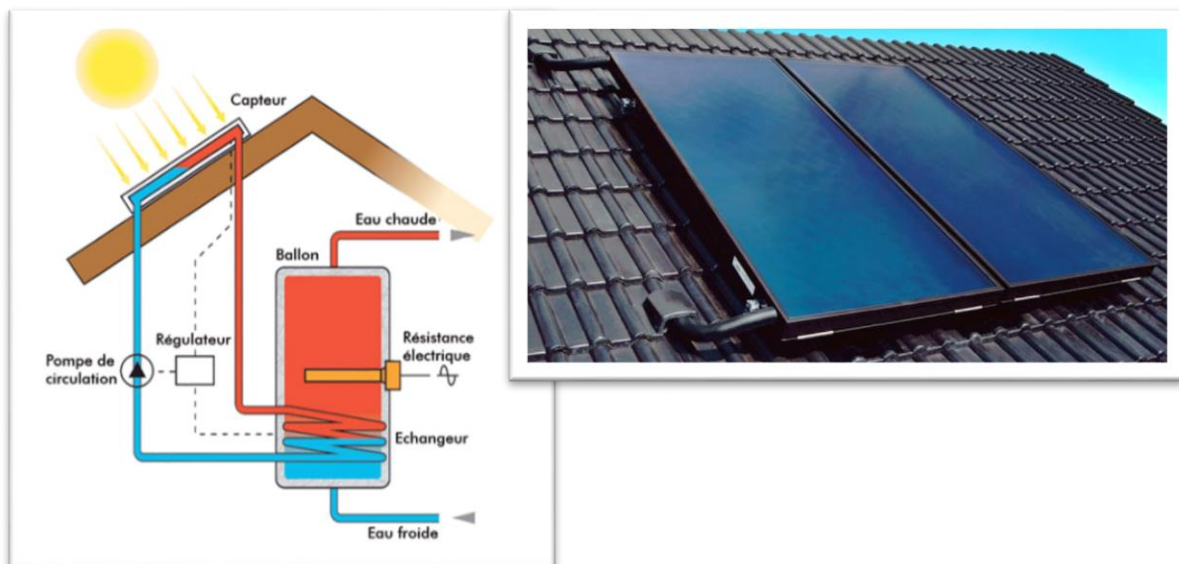


Figure I.2 : Panneau solaire thermique [12].

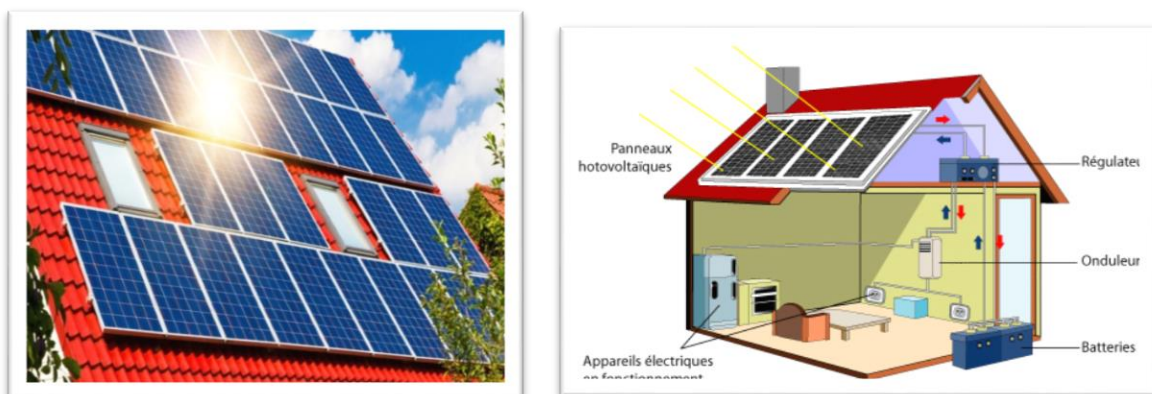


Figure I.3 : Panneau solaire photovoltaïque [13] [14].

b. Énergie éolienne :

L'énergie éolienne est produite par l'air en mouvement, par la force du vent. Cette énergie peut être obtenue à l'aide d'un appareil comme une éolienne, mais de nos jours, ce sont les éoliennes qui sont utilisées pour générer ce type d'énergie.

L'énergie éolienne était exploitée à l'aide d'éoliennes équipées de pales en forme de voile pour créer une résistance au vent, Ceux-ci sont installés dans des endroits où le vent souffle avec intensité (ex: près de la côte, au sommet des collines, etc.) et peuvent produire jusqu'à 4,5 MW en fonctionnement à puissance maximale, avec un vent de 50 à 60 km / h. Le mode de fonctionnement d'une éolienne est assez simple: le vent fait tourner les pales, entre 10 et 20 tours par minute, puis l'alternateur de l'éolienne transforme l'énergie mécanique produite en énergie électrique [10].



Figure I.4 : Palier éoliennes [15].

c. Énergie hydraulique :

Représente près de 6% de la quantité d'énergie produit dans le monde entier, l'hydroélectricité est générée par le mouvement de l'eau (généralement tombe, marées ou rivières à haut débit). Cette forme d'énergie peut être obtenue notamment par la construction d'infrastructures spéciales comme des barrages hydroélectriques ou des installations marémotrices, activées par les variations de la marée. Ils fonctionnent comme suit: le flux d'eau fait tourner une turbine qui génère un courant électrique via une connexion avec un alternateur, qui est ensuite transformée en énergie à l'intérieur d'une centrale hydroélectrique [10].

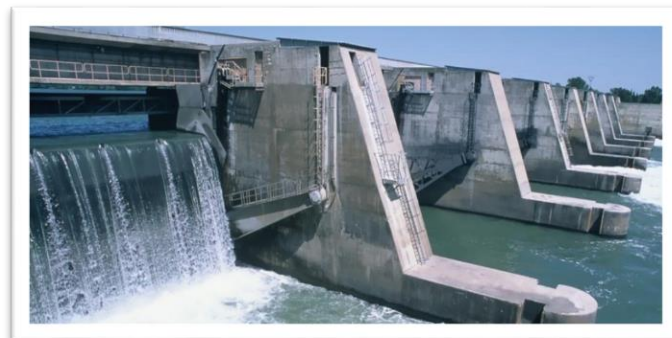


Figure I.5 : Production d'électricité à partir de barrages (hydroélectricité) [16].

❖ I.Types d'énergie hydraulique :

- Énergie des vagues : utilise la puissance de mouvement des vagues.
- Énergie marémotrice : issue du mouvement de l'eau créée par les marées (variation du niveau de la mer, courants de marée),
- Énergie hydrolienne : les hydroliennes utilisent les courants sous marins,
- Énergie thermique des mers : produits en exploitant la différence de température entre les eaux superficielles et les eaux profondes des océans.
- Énergie osmotique : la diffusion ionique provoquée par l'arrivée d'eau douce dans l'eau de la mer est source d'énergie.

d. Énergie géothermique :

Son principe principal consiste à extraire la chaleur du sol pour l'utiliser en chauffage pour la transformer en électricité. Grâce au noyau chaud de la terre, émet de la chaleur vers le sol grâce à sa radioactivité naturelle.

Le noyau peut atteindre jusqu'à 6000 ° Celsius. Ceci est véhiculé dans des conduites souterraines, où il est chauffé par la température ambiante pour ensuite être diffusé. De tels systèmes peuvent être installés partout où les sols permettent l'installation de conduits souterrains. Enfin, les systèmes géothermiques génèrent 3 à 4 fois plus d'électricité qu'ils n'en utilisent pour fonctionner [10].

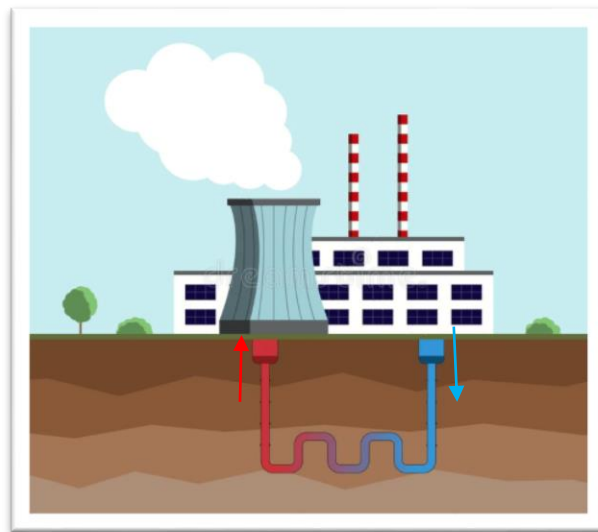


Figure I.6 : Concept d'énergie géothermique centrale écologique de génération [17].



Figure I.7 :Énergie géothermique pour la production alimentaire dans les pays en développement [18].

e. Énergie Biomasse :

Selon Wikipédia, la bioénergie fait référence aux formes d'énergie stockées par la biomasse (principalement par conversion photosynthétique de l'énergie solaire).

Ceux-ci comprennent, par exemple, les cultures énergétiques, les résidus agricoles et forestiers, les déchets organiques, qui peuvent être utilisés pour produire de la chaleur, du froid, de l'électricité ou des carburants. Tant qu'il n'est pas surexploité, il est considéré comme «renouvelable».

C'est la plus ancienne source d'énergie utilisée par les humains; il suffit de penser au bois que nous brûlons pour chauffer, cuisiner et aussi chauffer l'eau, etc. La bioénergie peut également être exploitée par l'éthanol produit à partir de maïs, de sorgho, d'orge, de canne à sucre ou de betteraves à sucre.

Il peut être ajouté à l'essence à rapport de 10% d'éthanol / 90% d'essence, comme carburant automobile. La biomasse peut être transformée en énergie par de nombreux procédés: en la brûlant, en la gazéifiant, en la transformant par la biochimie, etc [10].

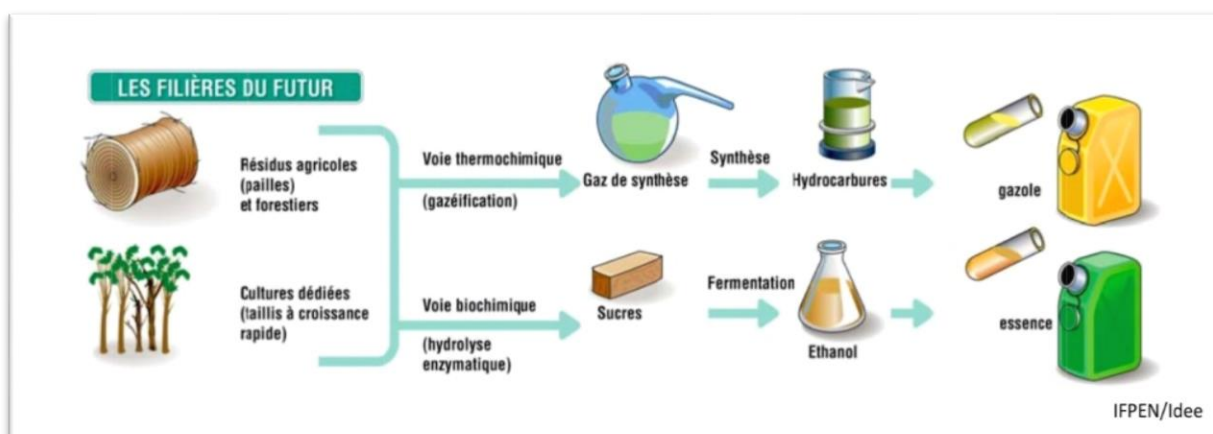


Figure I.8 :Processus d'intègre la bioénergie au l'énergie fossile (les bio carburant) [19].



Figure I.9 :Défirent sources d'éthanol (bioénergie) [20].

1.5.3. Energie nucléaire :


L'énergie nucléaire est l'énergie qui lie les constituants du noyau d'un atome. la chaleur est libérée par l'éclatement (fission nucléaire) de certains atomes lourds tels que l'uranium ou le plutonium en atomes plus petits. Dans les centrales nucléaires, cette chaleur est utilisée pour produire de l'électricité. Elle est considérée comme la source d'énergie la plus concentrée disponible aujourd'hui. L'énergie nucléaire ne provient pas de la source organique et elle ne produit pas de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, etc.). Cependant, il génère des déchets radioactifs [21].

L'énergie solaire provient d'une telle réaction de fusion au cœur du soleil. Des recherches sont en cours pour produire de l'électricité à partir de ce processus.

1.5.4. Avantages et inconvénients des énergies :

Chaque type d'énergie a ses propres caractéristiques, donc son utilisation et son impact sur la vie humaine seront différents.

Les tableaux ci-dessous montrent les avantages et les inconvénients de chaque source d'énergie, pour les énergies fossiles on a :

	Les avantages	Les inconvénients
Pétrole 	<ul style="list-style-type: none"> - Il permet de produire un grand nombre de produits dérivés (plastique, engrais, gaz méthane et propane, essence, etc.). - Il soit plus en plus cher à cause de sa raréfaction. - Bonne rendement pour les utilisations modernes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Très polluant, de sa phase d'extraction à sa consommation. - Des réserves très limité. - la source de conflits internationaux grâce à sa place importante entre les énergies actuelles. - Il perturbe l'équilibre écologique et sont très nocifs pour nos écosystèmes.



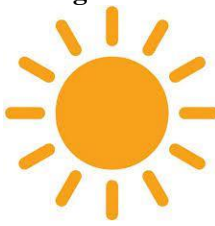

<p>Gaz</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Moins polluant par rapport aux autres énergies fossiles. - Un confort thermique assuré. - Une énergie rentable et économique - Facilement exploitable et ne nécessite aucune transformation. 	<ul style="list-style-type: none"> - une énergie fossile limitée et polluante. - les explosions sont fréquentes aussi bien au niveau industriel que domestique. - Un énergie pas disponible par tout.
<p>Charbon</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Le charbon est plutôt bien réparti sur la planète et est présent en très grande quantité. - Une centrale thermique à charbon peut être arrêtée n'importe quand. - Le charbon est l'énergie fossile la moins couteuse. 	<ul style="list-style-type: none"> - son extraction et sa consommation sont écologiquement polluantes. - comme c'est une énergie fossile, ses ressources ne sont pas inépuisables. - Les usines dégradent le paysage.

Tableau I.1 : Caractéristique d'énergies fossiles [22],[23],[24].

Et dans le cas des énergies renouvelables nous présentons:

	Les avantages	Les inconvénients
<p>Energie solaire</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - les panneaux solaires ne nécessitent pas beaucoup d'entretien. - Les panneaux solaires réduisent considérablement la facture domestique d'électricité. - Les panneaux solaires sont simples et rapides à monter et à installer. - Le système est silencieux et sans danger pour les humains. - Des formes d'aides gouvernementales peuvent aider à financer l'installation des panneaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les prix de fabrication et d'installation des panneaux sont assez élevés. - Il est impossible d'obtenir une autonomie énergétique complète par le biais de panneaux solaires seulement. - Le rendement énergétique est plutôt faible (300 W maximum pour un panneau solaire domestique).
<p>Energie éolienne</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - L'énergie éolienne ne nécessite aucun carburant, ne génère aucun gaz à effet de serre et ne produit pratiquement aucun déchet. - Les frais de fonctionnement sont limités, les coûts de production sont prévisibles et se stabilisent à long terme. - La ressource principale – le vent – est à 100% renouvelable et son exploitation ne comporte pratiquement aucun effet néfaste pour l'environnement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les vents peuvent parfois souffler à des intensités irrégulières. - Les éoliennes sont parfois bruyantes et modifient le paysage d'une région. - La production dépend de l'intensité des vents et non de la demande en énergie.




<p>Energie géothermie</p> 	<p>- L'énergie géothermique peut être utilisée dans de nombreux champs d'application : chauffage des bâtiments, cultures en serre et agriculture, industrie, etc.</p> <p>- L'alimentation en énergie provenant du sol ne dépend pas des conditions atmosphériques et est inépuisable. Elle est donc une source fiable et stable d'approvisionnement.</p> <p>-L'énergie géothermique génère très peu d'émissions de gaz à effet de serre.</p>	<p>- Les coûts des installations sont généralement plutôt élevés.</p> <p>- Les systèmes géothermiques nécessitent une source électrique pour fonctionner et un sol propice à leur installation.</p>
<p>Energie hydraulique</p> 	<p>-L'exploitation de barrages et de centrales hydroélectriques ne génère aucun déchet toxique.</p> <p>-Les infrastructures ont une très longue durée de vie et les coûts d'exploitation ne sont pas très élevés.</p> <p>-Possibilité d'emmagasiner de l'eau dans les barrages et de produire une énergie de grande qualité très rapidement lors des périodes de forte demande.</p>	<p>-Les coûts d'installation d'une centrale hydroélectrique sont très importants;</p> <p>-Il est impossible de garantir que les installations hydroélectriques résisteront aux conditions météorologiques extrêmes.</p> <p>-Les écosystèmes aquatiques originels et les débits saisonniers naturels des cours d'eau peuvent être bouleversés par les installations.</p> <p>-Inondation de grands espaces fertiles nécessitant souvent le déplacement des populations locales et provoquant des émanations de gaz à effet de serre.</p>
<p>Energie Biomasse</p> 	<p>-Les ressources naturelles nécessaires sont disponibles en quantités abondantes.</p> <p>-La bioénergie génère peu d'émissions polluantes.</p>	<p>-La bioénergie possède un faible rendement énergétique.</p> <p>-Utilisation de ressources naturelles précieuses comme source d'énergie plutôt que pour alimenter les humains.</p>

Tableau I.2 : Caractéristique d'énergie renouvelables [25],[26],[27].

1.6. Réchauffement climatique :

Le réchauffement climatique est le défi environnemental, social et économique le plus important auquel l'humanité doit faire face.

L'effet de serre est un phénomène naturel vital pour la survie de la terre. S'il n'y a pas un tel effet, la température moyenne sur terre peut être de 15 ° C à -18 ° C.

Cependant, depuis la pré-industrialisation, en raison des activités humaines (principalement la combustion de combustibles fossiles et les changements dans l'utilisation des terres et la couverture terrestre), la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a augmenté. Des mesures d'adaptation au changement climatique doivent être prises pour promouvoir la protection et l'utilisation durable de la biodiversité et réduire l'impact du changement climatique et des climats extrêmes sur la biodiversité [3].

Au cours des dernières décennies, divers symptômes du changement climatique ont été observés :

- Le retrait général des glaciers du monde
- Le niveau de la mer monte régulièrement
- Augmentation des vagues de chaleur et des épisodes de sécheresse
- Ouragan et fortes pluies
- Perte significative de la biodiversité mondiale.

1.7. Effet de serre :

1.7.1. Définition de l'effet de serre :

L'effet de serre est souvent comparé à une voiture aux vitres fermées par un après-midi ensoleillé. Les fenêtres laissent entrer le rayonnement solaire, mais le verre reste presque opaque au rayonnement émis par l'intérieur de la fenêtre de sorte que la chaleur est emprisonnée.

De même, les gaz à effet de serre dans l'atmosphère jouent le même rôle que le verre: ils laissent passer la lumière visible, mais restent assez opaques aux infrarouges. En trop grande quantité, la terre se réchauffe progressivement,

C'est donc une question de degré, car sans la présence de gaz à effet de serre dans l'atmosphère la température moyenne de la terre serait de -19 °C. Au contraire, la surface de Vénus, dont l'atmosphère est riche en CO₂, atteint 460 °C, ce qui brûlerait tout ce qui existe sur Terre [28].

1.7.2. Sources de gaz à effet de serre :

<p>Le dioxyde de carbone « CO₂ »</p>	<p>Le CO₂ provient principalement des émissions liées à la combustion de combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz). Il provient également de certains procédés industriels, de la déforestation et de l'agriculture intensive. Les secteurs les plus émetteurs sont l'industrie, la production d'électricité et les transports. La consommation des ménages (cuisine, chauffage, électricité) contribue également de manière significative aux émissions de CO₂. C'est ainsi que nos sociétés brûlent aujourd'hui le charbon qui s'est accumulé dans le carbone il y a plus de 300 millions d'années. Selon les projections, les pays en développement, dont la population doublera et atteindra le niveau de consommation des pays industrialisés, devraient multiplier leurs émissions de CO₂ par 6 d'ici 2050. D'ici 2050, leurs émissions seront sept fois plus élevées que celles des pays industrialisés. Les pays africains seront parmi les plus grands pollueurs du monde.</p>
<p>Le méthane « CH₄ »</p>	<p>Le méthane est l'un des principaux gaz à effet de serre, avec une force de réchauffement planétaire 23 fois plus forte que le dioxyde de carbone, tandis que sa part dans l'atmosphère a augmenté de plus de 150 depuis le début de l'ère industrielle. Alors 60% sont émis par l'élevage intensif, le fumier animal, les plantes, la fermentation des résidus organiques, les incendies de forêt, l'utilisation du bois de chauffage pour le chauffage et la cuisine, l'inondation des vallées lors de la plantation. Dans les remous (avec la décomposition de la biomasse immergée) et lors du transport et de l'exploitation du gaz et du pétrole. Le méthane contribue à 18,5% au forçage radiatif direct induit par les GES.</p>
<p>Le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux « N₂O »</p>	<p>Les sources d'émissions sont à la fois naturelles (océans, sols) et anthropiques: agriculture intensive (engrais, excréments), combustion de biomasse, procédés industriels chimiques et surtout aérosols. $\frac{1}{3}$ des émissions sont dues aux activités humaines. Le protoxyde d'azote contribue à hauteur de 6,2 % au forçage radiatif direct induit par les gaz à effet de serre.</p>
<p>L'ozone « O₃ »</p>	<p>Ce gaz résulte de réactions chimiques de divers polluants primaires comme les oxydes d'azote (NO_x), le CO et les Composés Organiques Volatils Non-Méthaniques (COVNM) sous l'effet du rayonnement solaire. La production d'ozone est fortement liée au trafic automobile dans des conditions de températures supérieures à 25 °C. L'ozone troposphérique représenterait 17 à 20% de l'effet de serre additionnel.</p>
<p>Les Hydro-FluoroCarbones « HFC »</p>	<p>Les HFC sont des gaz qui ne contiennent pas d'atomes de chlore ou de brome, connus pour endommager gravement la couche d'ozone et remplacer ainsi les CFC, largement utilisés dans le refroidissement, la climatisation et comme propulseurs dans les bâtiments publics. Aérosols. Le Protocole de Montréal, accord international signé en 1987, a permis progressivement d'éliminer les CFC et de les remplacer par des HFC. Bien que cela soit bénéfique pour la restauration de la couche d'ozone, les HFC contribueront de plus en plus au réchauffement climatique.</p>

Tableau I.3 : Composants des gazes de effet de serre [28].

2. Scénarios de la transition énergétique :

Le terme «transition énergétique» est de plus en plus utilisé dans le monde. En raison de son utilisation répandue, ses différentes définitions et interprétations ont suscité des controverses, c'est pourquoi le terme de recherche «transition énergétique» est intéressant.

2.1. Origine du terme transition énergétique :

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, des développements économiques et industriels ont eu lieu dans le monde entier sans tenir compte de l'environnement. Comme le soulignait Fabrice Filippo (2014), la question environnementale est devenue un nouvel enjeu de société dans les années 1970 grâce à l'étude menée par des chercheurs du « Massachusetts Institute of Technology (MIT) au Club de Rome en 1972 ». Denis H. Meadows et son équipe ont suivi le travail entamé par Jay Forrester pour mettre en garde contre l'avenir précaire des ressources naturelles. Issu du "développement durable" en langue anglaise, le "développement durable" est né dans un contexte international, et plus précisément dans le rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED) en 1987 [29].

Malgré un environnement et un développement apparemment incompatibles, ce rapport tente de montrer qu'ils sont, en fait, inséparables. En d'autres termes, le premier est le lieu de vie tandis que le second sert à améliorer une grande partie de la vie autour d'eux. Avec cet accord, le monde entrera dans une nouvelle ère dans laquelle une forte croissance économique coïncidera avec la durabilité sociale et environnementale. Ainsi, le développement durable, c'est : un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs besoins. Le résultat était (La capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et futurs. « Rapport Brundtland» 1987). Et conduira par la suite à l'organisation du Sommet de la Terre sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en 1992, qui a contribué aux principaux textes sur l'environnement en termes de développement durable comme la « Déclaration de Rio » ou la Charte « Terre », à un ensemble de principes de gestion des ressources planétaires, qui est un programme d'action pour le XXIe siècle [29].

Le thème de l'énergie a été inclus dans divers aspects du développement durable depuis sa création, car son concept a émergé dans le contexte de l'explosion démographique et de la crise énergétique. La croissance de la population mondiale qui semblait menacer les ressources limitées de la terre a coïncidé avec l'augmentation des prix du pétrole par l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) en octobre 1973. Cela a conduit à remettre en question le mode de production et la consommation de masse. et sur la nourriture et l'énergie dans le monde. La question de l'énergie en relation avec l'environnement et le développement d'un point de vue économique a également été abordée, ainsi que les différends sur l'utilisation des ressources naturelles telles que le fossile, le nucléaire et le bois, l'avenir des énergies renouvelables et l'efficacité énergétique [30].

L'énergie est considérée comme un groupe de produits et de services qui soutiennent le bien-être des individus, le développement durable des pays et la vie de tout écosystème. De plus, l'idée du transfert d'énergie a été suggérée comme solution à la consommation d'énergie.

Les années à venir doivent être considérées comme une période de transition, après une période de mauvaise utilisation de l'énergie. Aucun moyen acceptable n'a été trouvé pour

assurer un avenir énergétique durable et sans risque. Nous pensons que la communauté internationale n'a pas encore abordé ces questions dans une perspective mondiale, avec toute l'urgence nécessaire. Rapport Brundtland [30].

De ce qui précède, il est clair pour nous que le concept de transformation énergétique est l'une des priorités de la politique énergétique, comme l'amélioration de l'efficacité énergétique et le développement des sources d'énergies renouvelables. Ce dernier est essentiel, car il aide à la transition vers un avenir énergétique plus sûr et plus stable. L'idée de délocalisation a également été confirmée dans le rapport Brundtland. L'efficacité énergétique et la sobriété ont été définies comme les meilleurs moyens d'assurer un avenir durable. Par conséquent, il est nécessaire de procéder à un changement fondamental dans l'aspect social et économique des différentes institutions. Dans le même temps, nous devons faire progresser l'exploitation des sources d'énergies renouvelables et viser également à entrer dans une ère où l'énergie devient plus sûre et plus durable. Ainsi, la transition énergétique garantira une meilleure condition pour l'environnement et l'économie dans le futur [29].

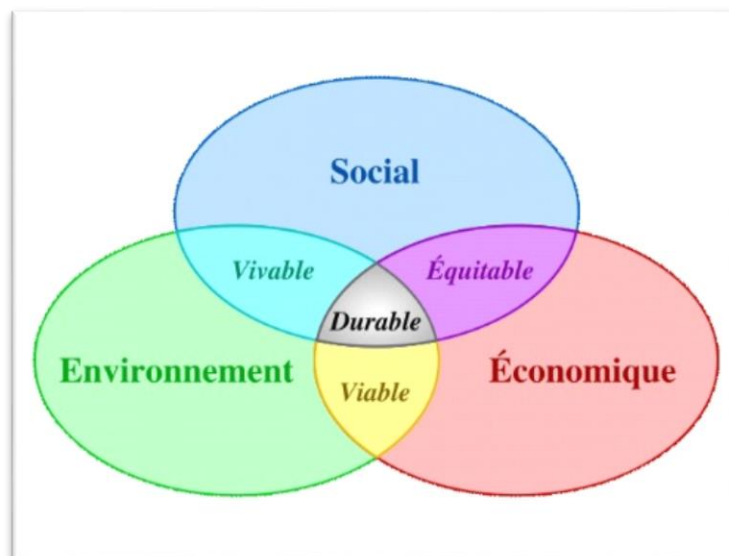


Figure I.10 : L'origine du terme transition énergétique [31].

2.2. Inéluctabilité de la transition énergétique :

La transition énergétique est un sujet de préoccupation internationale, car elle aborde des problèmes mondiaux tels que le réchauffement climatique, les dommages à la biodiversité, la rareté des énergies fossiles et l'inégalité des sources d'approvisionnement. Puisque son objectif principal est de veiller à l'environnement dans lequel nous vivons, la conversion énergétique concerne tout le monde. Tout le monde peut contribuer à une société plus durable.

Les activités et entités qui consomment ou produisent le plus d'énergie restent des objectifs prioritaires. Et doit être surveillé et guidé dans la bonne direction pour un mode de vie plus durable.

2.3. Définition de la transition énergétique :

Le mot transition est défini comme le passage d'un état initial à un autre état d'une façon progressive.

La transition Énergétique est un passage progressif et programmé du modèle énergétique actuel, correspond à un système énergétique traditionnel à base carbonique, à un bouquet énergétique conforme aux critères du développement durable.

Alors, c'est un concept, généralement utilisé pour exprimer l'abandon progressif de certaines énergies (fossile et parfois nucléaire) et le développement d'autres énergies (renouvelables). Face à des défis tels que l'évolution des prix, l'approvisionnement énergétique, l'épuisement des ressources naturelles et le respect de l'environnement, il est plus économique [32].

La transition énergétique repose sur le progrès technologique et la volonté politique au sens large (gouvernement, population, ONG, acteurs économiques, etc.). Le plan repose principalement sur le remplacement progressif des énergies fossile et nucléaire par un mix énergétique propice aux énergies renouvelables, ainsi que sur une politique de conservation de l'énergie et de réduction du gaspillage énergétique basée sur la réduction de la consommation d'énergie, notamment en améliorant l'efficacité énergétique et changements de comportement dans la consommation [33].

Parce que la raison principale était de préserver l'environnement, la transition énergétique tend globalement vers un système énergétique plus « durable » au sens de « développement durable » défini dans le rapport Brundtland de 1987 de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED). Des Nations Unies qui se concentrent sur le principe qui énonce ce qui suit ("une méthode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ") [32].

La transition énergétique est pour un plus économiser consommation d'énergie de source fossile (de base carbonique), sans diminuer l'efficacité thermique dans l'industrie, trouver des moyens différents de générer l'énergie nécessaire à partir des ressources locales pour réduire les déchets et créer des emplois dans de nouveaux métiers d'avenir. Le Conseil économique, social et environnemental (CESE) définit la transition énergétique comme une réponse aux enjeux climatiques, écologiques, économiques et sociaux [34].

La transition énergétique est pour :

- Économiser de l'énergie épuisable et consommer de l'énergie de manière rationnelle (moins de combustibles fossiles, plus de confort thermique et d'efficacité industrielle).
- Plusieurs sources de production de l'énergie nécessaire tout en préservant l'environnement (plus de ressources locales, énergies renouvelables, moins de déchets).
- Création de projets pour faire avancer la société (projets coopératifs de production d'énergie, services innovants).
- Créer des emplois au service de l'environnement basés sur l'avancée technologique.

2.4. Les axes principaux d'un développement durable :

Il est essentiel de concilier trois éléments de base, afin de parvenir à un développement durable, ces éléments sont interdépendants et tous essentiels au bien-être des individus et des sociétés: la croissance économique, l'inclusion sociale et la protection de l'environnement.

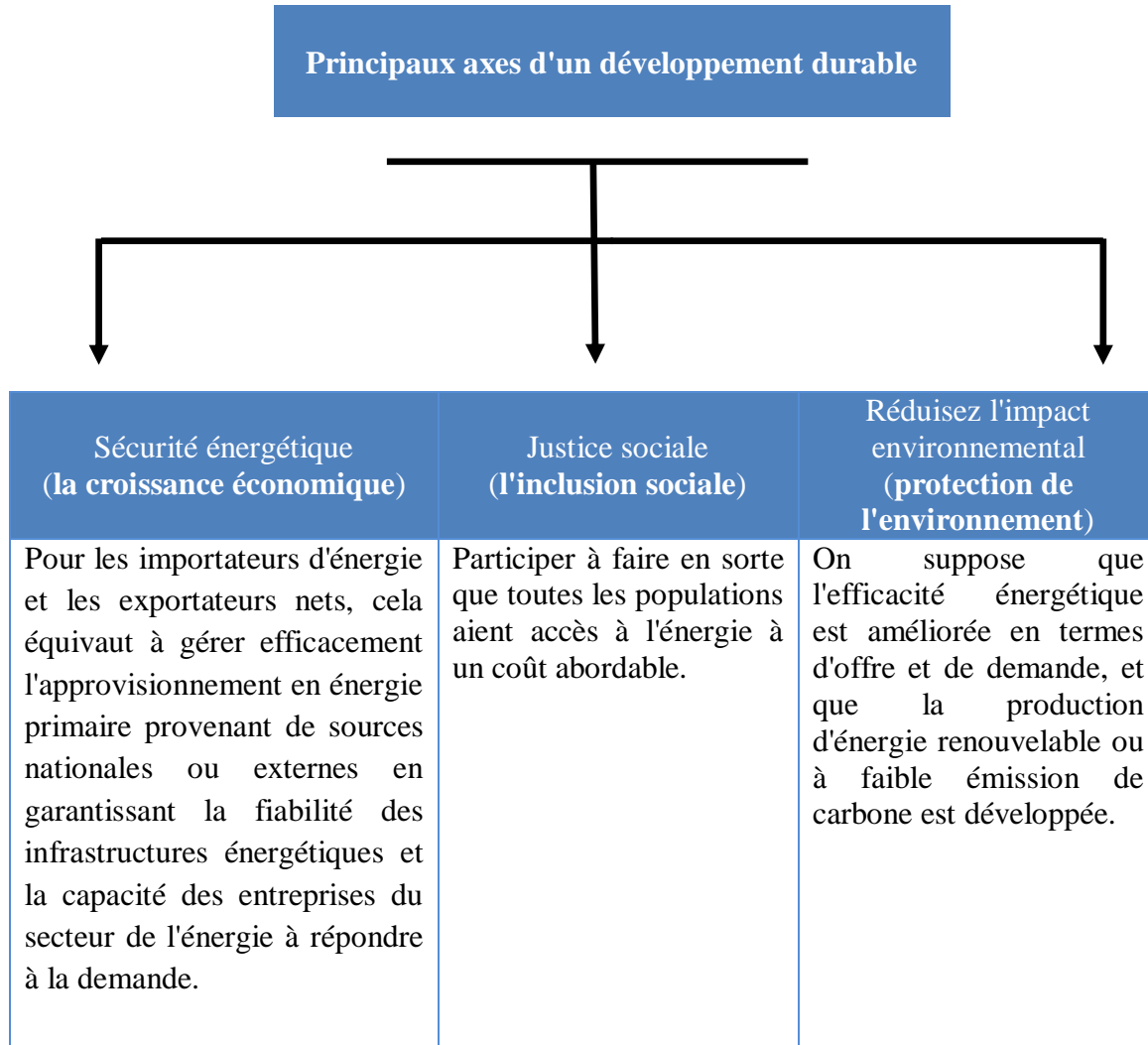


Tableau I.4 : Piliers du développement durable [3].

2.5. Enjeux mondiales

2.5.1. Enjeux environnementaux :

En réduisant l'impact du système énergétique sur l'environnement, la conversion énergétique doit protéger l'écosystème et limiter le réchauffement climatique dû aux émissions de gaz à effet de serre. Et l'énergie verte n'a pratiquement pas de pollution, utilise moins de ressources ou n'épuise pas les ressources.

Les activités humaines génèrent des émissions de gaz à effet de serre causées par l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et entraînent un changement climatique. Le groupe intergouvernemental sur l'Évolution du climat (GIEC) dans son cinquième rapport [35] précise que :

✚ L'accélération de la fusion des glaciers de montagne a été importante depuis le milieu

du XX^{ème} siècle. Sa fonte était en moyenne au cours des deux dernières décennies de 0,76 mm/an pour grimper au niveau de la mer (c'est-à-dire que plus de 750 millions de tonnes, qui fusionnent plus de 750 millions de tonnes chaque jour). Dans le même temps la fonte des glaces des calottes polaires et glaciers du Groenland et de l'Antarctique ont contribué à hauteur de 0.7 mm par an à la hausse du niveau des océans (soit plus de 700 millions de tonnes par jour).

- ✚ L'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère avec 20% depuis 1958 et de 40% depuis 1750, début de l'ère industrielle. Au rythme d'émissions de gaz à effet de serre actuel, l'augmentation des températures serait de l'ordre de 4.6 °C à la fin du siècle par rapport à la période préindustrielle.

- ✚ Au cours des trois dernières décennies, chaque décennie est plus chaude que la précédente depuis 1850, La première décennie du 21^{ème} siècle (2001-2010) a donc été la plus chaude depuis 1850. La température moyenne à la surface du globe (terres et océans) a atteint un seuil symbolique en 2015, dépassant pour la première fois la température moyenne estimée sur la période 1850-1900 avec une valeur de 1 °C.

Les projections climatiques qui y sont analysées font état d'un réchauffement moyen compris entre 1,1 et 6,4° C en 2100, d'autant plus élevé que les émissions de GES liées aux activités humaines seront importantes. Ce diagnostic est pleinement partagé par l'AIE un réchauffement en moyenne mondiale de 3° à 4° en un siècle ou plus entraînerait un changement climatique majeur.

D'autres variables climatiques seraient affectées précipitations, vents, cyclones tropicaux, vagues de chaleur, couverture neigeuse, banquise, glaciers, niveau de la mer... Ces changements entraîneraient des risques d'inondations dans certaines régions, de sécheresses dans d'autres (en particulier le pourtour méditerranéen), une modification trop rapide des écosystèmes, l'accélération de la perte de biodiversité, l'acidification des océans... Si le réchauffement était trop important, d'autres impacts s'ensuivraient sur la santé, sur la production agricole et quasiment sur l'ensemble des secteurs d'activité [34].

2.5.2. Enjeux Énergétiques et économiques :

La demande d'énergie n'a cessé de croître pour répondre aux besoins de la croissance démographique mondiale et de l'amélioration du niveau de vie. C'est pourquoi les ressources énergétiques fossiles sont rares, leurs prix augmentent et la croissance des énergies renouvelables est trop lente, faisant de la maîtrise de la demande énergétique (MDE) un enjeu majeur dans les prochaines années et la réduction de dépendance à l'énergie est une des clés de l'économie durable.

La modification du système vise également à atteindre une meilleure indépendance énergétique. Par conséquent, réduire la consommation totale d'énergie ou la production de déchets signifie une réduction des coûts associés [36].

Afin de répondre aux besoins d'une population mondiale, la demande d'énergie ne cesse de croître pour un niveau de vie meilleur et amélioré. Dans les années 70 s, la population mondiale était de 3,7 milliards de personnes avec une consommation d'énergie primaire de 5 Gtep, ce qui équivaut à 1,35 Tep par habitant et par an.

Cependant, en 2014, la population mondiale a atteint 7,16 milliards d'habitants, avec une consommation d'énergie primaire accrue de 13,02 Gtep, soit 1,81 Tep par habitant et par

an. Les statistiques montrent qu'en 2030, il devrait être d'environ deux pas par habitant en un an.

Les énergies fossiles restent aujourd'hui le principal fournisseur d'énergie puisqu'elles représentent 81% l'énergie primaire consommée sur la planète, part qui a légèrement évolué ces dernières années. Il y a encore la possibilité de réduire cette part dans un proche avenir dans le cadre des « nouvelles politiques » fournies par l'AIE, même si cela reste incertain [37].

La conservation de l'énergie est l'une des principales composantes de la transition énergétique, car il renforce l'équilibre économique et augmente la valeur de la monnaie sur le marché, ce qui réduira les coûts énergétiques et apportera pouvoir d'achat et innovation et création d'activités économiques pour réduire les émissions polluantes.

2.5.3. Enjeux sociétaux :

La croissance démographique est l'une des nombreuses raisons du chômage des jeunes, qui affecte l'économie, ce qui nuit à l'approvisionnement énergétique à long terme de plusieurs pays. Ce dernier facteur rend difficile la réalisation de la stabilité sociopolitique du pays qui est une variable clé déterminant la croissance économique.

À l'heure actuelle, la nécessité de rechercher de nouveaux potentiels et opportunités de création d'emplois dans différents secteurs économiques et la diversification des sources d'approvisionnement est devenue encore plus urgente et plus évidente. Les enjeux sociaux de la transition énergétique sont multiples. C'est pour ça La transition Énergétique a fondamentalement changé toute l'économie et remodelé le marché du travail.

Certains emplois existants sont redéfinis alors les compétences des travailleurs doivent être améliorées. Dans un autre aspect D'autres emplois sont en train d'être détruits, notamment dans l'industrie des combustibles fossiles et dans certaines industries qui émettent des gaz à effet de serre (GES) élevés. Il y a des problèmes avec le soutien des travailleurs, leurs besoins de formation et la qualité des nouveaux emplois. L'enjeu est de maximiser la création d'emplois de la transition énergétique tout en atténuant son impact négatif. Cela est impératif pour garantir une « transition juste », selon l'expression reprise dans l'Accord de Paris [38].

2.6. Loi relative de la transition énergétique :

C'est la loi française n°2015-992 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), est une loi proposée par le gouvernement française en 2014 via la ministre de l'Environnement Ségolène Royal, et présentée comme une loi « d'action et de mobilisation » [39].

Le projet de loi avait auparavant été soumis au Conseil économique, social et environnemental, au Conseil national de la transition écologique, au Conseil d'État et au Conseil national de l'industrie, fixant des objectifs, suivant le cadre et mettant en place les outils nécessaires à chacun pour mener à bien la construction L'État (Les forces actives des citoyens, des entreprises, des territoires et des pouvoirs publics ont mis en place un nouveau modèle énergétique plus diversifié, plus équilibré, plus sûr et plus participatif. Alors la transition énergétique a pour objectif de préparer l'après-pétrole et d'établir un modèle énergétique fort et durable sous l'urgence de l'approvisionnement énergétique, de l'évolution des prix, de l'épuisement des ressources et de la protection de l'environnement. Et fournir un cadre pour les actions communes des citoyens, des entreprises, des territoires et des pays [40]. La loi fixe des objectifs à moyen et long termes :

- Réduire par 40 % les émissions de gaz à effet de serre entre 1990 et 2030,
- Diminuer de moitié la consommation d'énergie finale d'ici fin 2050 par rapport à la référence 2012 en visant un objectif intermédiaire de 20% d'ici à 2030.
- Réduire la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30 % en 2030 par rapport à la référence 2012,
- Porter la part des énergies renouvelables à 23 % la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % la consommation finale brute d'énergie en 2030.
- Porter la part du nucléaire dans la production d'électricité à 50 % à l'horizon 2025.
- Atteindre un niveau de performance énergétique conforme aux normes « bâtiment basse consommation » pour l'ensemble du parc de logements à 2050 ;
- Lutter contre la précarité énergétique.
- Affirmer un droit pour tous à l'accès à l'énergie par rapport aux ressources du ménage à un coût décent.
- Réduire de 50 % la quantité de déchets mis en décharge à l'horizon 2025 et découpler progressivement la croissance économique et la consommation matières premières.

2.7. Efficacité énergétique :

Jusqu'à présent, la consommation d'énergie de la génération actuelle a doublé par rapport à la génération précédente, et cette tendance reflète notre mode de vie et notre développement économique. La prise de conscience actuelle de la direction nécessaire que nous avons choisie place l'énergie au centre de la réflexion sur l'avenir de la société. L'efficacité énergétique est un état de fonctionnement d'un système dans lequel la consommation d'énergie est minimisée pour une performance maximale du service [41].

L'efficacité énergétique est définie comme une consommation d'énergie plus faible pour un même service. Si l'on s'en tient au texte communautaire et à ses variantes, l'objectif est d'améliorer la consommation d'énergie (procédés industriels, appareils qui consomment de l'énergie). En général, cela devrait également inclure la conception écologique du produit et l'économie d'énergie (recyclage et réutilisation) des matériaux utilisés. Le Conseil mondial de l'énergie a souligné que l'efficacité énergétique "est un levier fondamental pour aller vers une économie sobre en carbone". Dans son rapport de novembre 2012 [41].

L'AIE a estimé que « l'efficacité énergétique est une grave violation de la politique publique dans tous les pays. Malgré le fait que les États-Unis, l'Europe, le Japon et la Chine ont tous réduit leur consommation d'énergie en 2011, les investissements nécessaires sont très éloignés. Est énorme, en particulier dans la construction et la rénovation des bâtiments, et économiquement parlant, la hausse attendue des prix de l'énergie aura un impact sur les coûts énergétiques et les balances commerciales quelle que soit leur origine. Dans ce cas, la maîtrise de la consommation d'énergie et donc de l'efficacité énergétique est d'une importance cruciale pour maintenir le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises. Bien qu'elle ne soit pas encore connue, Cette efficacité énergétique est particulièrement importante, car elle représente un énorme potentiel industriel et innovant. L'emploi, l'efficacité énergétique est une source d'emplois ancrée dans le pays afin de satisfaire à la fois les besoins internes et d'exporter le potentiel de savoir-faire.

D'un point de vue environnemental, les effets de l'énergie sont critiques. Le changement climatique apporte beaucoup de connaissances et montre la responsabilité des

activités humaines et de la consommation de combustibles fossiles dans les émissions de gaz à effet de serre (GES) et le changement climatique. Ces données ne sont pas adaptées pour contrôler la consommation d'énergie, en particulier la consommation de matières fossiles [41].

2.8. Accords internationaux :

L'IFP Énergies nouvelles a déclaré que « La transition énergétique est un chantier de grande ampleur aux confins d'enjeux sociétaux, environnementaux et économiques. Une telle évolution n'est envisageable que sur la base d'une volonté politique forte au niveau mondial » En effet, la question de l'approvisionnement énergétique et du changement climatique est mondiale. À cette échelle, les négociations internationales face aux enjeux climatiques et directement liées à la recherche d'un nouveau modèle énergétique pour la terre ne sont pas des tâches faciles.

Des négociations internationales sur le climat engagées depuis 1992. En sommet de la Terre de Rio de Janeiro, premier traité international (adoption de règles qualitatives) visant à éviter les impacts anthropiques dangereux pour le climat et les sociétés humaines, Depuis, réunion des Parties à la Convention Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique tous les ans et en fin tous d'année dans le cadre de la COP [42].

La Conférence de Rio a souligné comment différents facteurs sociaux, économiques et environnementaux sont interdépendants et se développent ensemble. Elle a souligné les éléments clés du changement et a révélé que le succès d'un département exige une action continue dans d'autres départements au fil du temps. L'objectif principal de ce sommet est de formuler un vaste programme et un nouveau plan d'action internationale sur les questions d'environnement et de développement, qui aideront à orienter la coopération internationale et les politiques de développement au XXIe siècle [42].

Le sommet de la Terre à Rio de Janeiro voit naître la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Il vise à contrôler les gaz à effet de serre et stipule que les pays industrialisés doivent assumer une plus grande responsabilité vis-à-vis de leurs gaz à effet de serre. Par conséquent, les gouvernements sont encouragés à mettre en œuvre des mesures de réduction des émissions et d'adaptation aux changements climatiques, avec un soutien financier et technologique des pays riches aux pays pauvres et émergents. La convention a été ratifiée par 194 pays et la Communauté européenne. Cependant, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques n'agit que conformément aux principes qui guident la prise de décision et les plans d'action, et ces principes et plans d'action existent toujours [43].

Adopté pendant la COP3 le « protocole de Kyoto » est un traité international visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il est entré en vigueur en 1997 et est une extension de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) adoptée lors du Sommet de la Terre de 1992 à Rio de Janeiro, au Brésil. L'objectif initial du protocole de Kyoto était de réduire les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (par rapport aux pays concernés) d'au moins 5% par rapport à 1990 au cours de la période d'engagement 2008-2012 [44]. Certains ont même ainsi été autorisés à accroître leurs émissions par rapport au niveau de 1990. Ces objectifs contraignants vont de 8% à + 10% des émissions et ne s'appliquent qu'aux pays développés-pays en développement ayant de simples obligations d'inventaire des émissions de la pollution [43].

La COP signifie "Conférence des Parties". En deux semaines, elle a réuni 195 pays qui ont ratifié la Convention. Ils ont négocié et adopté des décisions, Assurer leur suivi. Depuis l'adoption de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques en 1992, la Conférence des Parties se tient presque chaque année et s'est toujours tenue de novembre à décembre. La Conférence de Paris est la 21e Conférence des Parties. Généralement, le pays hôte de la Conférence des Parties change chaque année. Il s'est tenu à Varsovie, en Pologne, en 2013 et à Lima, au Pérou en 2014. En 2016 après Paris, La COP22 s'est tenue au Maroc. La Conférence des Parties a permis d'établir un cadre international pour l'action climatique, tel que le « Protocole de Kyoto », dont le but est de financer des projets d'adaptation et de transition énergétique dans les pays en développement. À la Conférence des Parties, la décision est prise par consensus. Par conséquent, les représentants nationaux (d'abord les négociateurs techniques et les diplomates, puis les ministres) doivent négocier jusqu'à ce qu'un accord soit trouvé avec 195 pays [45].

2.9. Parcours d'expériences mondiales pour la transition énergétique:

Le principal objectif de la politique énergétique et climatique convenue par tous les pays de ce siècle et dans le monde est de mettre en place un système d'approvisionnement énergétique durable. Ce qui signifie avant tout une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre tout en garantissant la sécurité d'approvisionnement énergétique dans le temps. Cela devrait faire partie des stratégies de transition énergétique qui nécessitent un équilibre entre les objectifs environnementaux, les attentes sociales et les exigences économiques.

Ce titre donne un aperçu d'un certain nombre de pays industrialisés et en développement qui ont adopté des mesures pour la transition énergétique.

2.9.1. En Europe

L'Union européenne (UE), pionnière en matière de politique énergétique et climatique, peut réagir efficacement et inspirer le monde entier. En 2008, les 27 États membres de l'époque ont adopté le «Plan énergie et climat», qui est un cadre juridique basé sur la «Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques» et le «Protocole de Kyoto». Le plan d'action contient des lignes directrices, des règles et des décisions pour fixer des objectifs énergétiques et climatiques sous différents angles. Alors que la Commission européenne fait progresser le développement d'un cadre de politique climatique et énergétique pour 2030, des choix politiques ont émergé dans les discussions entre les États membres de l'UE. La politique énergétique de l'Europe et peut maintenir un objectif contraignant pour la production d'énergie renouvelable [46].

a. Danemark :

Le Danemark est actuellement le pays le plus développé d'Europe et même du monde. Il réalise progressivement la transition de son système énergétique national des énergies renouvelables vers la pleine autonomie, proposée par la démocratie à l'horizon 2050. Elle conduit la planification énergétique à travers le développement, la mise en œuvre et l'évaluation de critères clés pour un plan énergétique cohérent avec l'évaluation, qui vise à éliminer l'énergie fossile et nucléaire grâce à l'utilisation extensive des énergies renouvelables et au développement systématique de structures à haut rendement. L'énergie renouvelable

atteignant un niveau très élevé, en termes de consommation d'énergie renouvelable et de production d'énergie éolienne par habitant, de réduction des gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique, de recyclage des déchets et de réseau intelligent, seul le Danemark est le leader mondial (54,7) système énergétique intelligent (ensemble de système de grille) développé par les chercheurs, le nouveau développement du refroidissement, du gaz et de l'électricité, les chercheurs ont progressivement développé cette nouvelle technologie pour assurer progressivement la diffusion et la pénétration généralisées des énergies renouvelables dans la structure de production d'électricité, distribuer et stocker l'énergie au Danemark et atteindre ses objectifs officiels: réduire la production d'énergie éolienne de 50% d'ici 2020, réduire les émissions de dioxyde de carbone de 40%, éliminer complètement les combustibles fossiles dans la production d'énergie thermique d'ici 2035 et atteindre 100% d'énergie renouvelable d'ici 2050 Énergie [36].

b. Allemagne :

En 2011, après la catastrophe nucléaire de Fukushima, les autorités allemandes ont lancé l'Energiewende ou transition énergétique sur la base de la recherche d'un approvisionnement énergétique respectueux de l'environnement qui renforcerait la sécurité et la compétitivité du pays. Société avec un soutien quasi-unanime de la population. L'enthousiasme franchit bientôt le Rhin jusqu'à ce que ce tournant énergétique soit présenté à de nombreux Français comme modèle. L'abandon des énergies nucléaires et fossiles, leur remplacement par des énergies renouvelables, si possible sur place, le développement de l'électro mobilité et l'accès à une économie non-émettrice de carbone [47].

C'étaient des objectifs vertueux qui semblaient possibles dans un laps de temps relativement court et au détriment d'une dépense financière raisonnable. Le point de transition énergétique correspond à l'objectif de réduire de 50 la consommation d'énergie primaire et d'augmenter les t'énergies renouvelables jusqu'à 60 ans de consommation finale d'ici à 2050 [36, 47].

c. Espagne :

L'Espagne a été structurellement sous la pression de la hausse des prix des combustibles fossiles et s'est engagée dans des plans ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Depuis la mi-2000, il est l'un des premiers pays européens à se lancer dans le développement à grande échelle des énergies renouvelables. À commencé au milieu des années 2000 et a été formellement confirmé dans la « Doctrine de la durabilité énergétique » en 2007. Mais sans concept ni base, le texte de la loi ne fait que souligner l'intention stratégique du pays en matière de transition énergétique. Le projet espagnol de transition énergétique échoue en raison de perturbations dans le secteur de l'électricité, qui ont conduit à un déficit tarifaire record. Qui reposait sur la réduction de la dépendance aux importations de combustibles fossiles et le développement d'une position de leader mondial dans les énergies renouvelables. Le soutien aux énergies renouvelables (augmentation de 497 % en 8 ans) et le manque initial de financement des consommateurs privés se sont traduits par une dette accumulée de +26 milliards d'euros entre 2005 et 2013 [47].

e. France :

En novembre 2012, le débat national sur la transition énergétique (DNTE) a été lancé, après une longue série de débats et de lois nationales (débat Souviron 1995, débat Besson 2003, qui a abouti à la loi POPE en 2005). Et un débat sur l'énergie nucléaire en 2006, Grenelle I en 2009, Grenelle II en 2010). La loi de transition énergétique pour une croissance verte (LTECV) publiée au Journal officiel et les plans d'actions qui l'accompagnent visent à permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le changement climatique et à la protection de l'environnement, à renforcer son indépendance énergétique et à donner accès à l'énergie à des coûts compétitifs pour les entreprises et les citoyens [29, 46].

Objectifs de la politique énergétique de la France :

- Diviser les émissions de gaz à effet de serre par quatre en 2050 par rapport à 1990 (et réduire de 40% en 2030)
- Réduire la consommation d'énergie finale de 50% en 2050 par rapport à 2012 (et 20% réduction en 2030).
- Diversification de la production d'électricité pour porter la part de l'énergie nucléaire à 50% d'ici à 2025.
- Augmentation de la consommation finale d'énergie en 2030 de 14% à 32% d'énergies renouvelable.

2.9.2. États – Unis :

Le « Climat Change ACT » de 2008 et le « Plan de transition bas carbone 2009 » du ÉTATS-UNIS se sont complétés et ont formulé la politique de décarbonation la plus ambitieuse d'Europe, objectif qui s'est ensuite traduit par un ensemble de mesures visant à réformer le secteur de l'électricité. Le prochain processus législatif sur le charbon sera achevé après le lancement du paquet législatif sur l'énergie en novembre 2012, factures d'électricité, le Royaume-Uni se positionne comme un leader mondial du changement climatique et ses ambitieux objectifs de réduction des gaz à effet de serre de 1990 à 2050 avec 80 %, et essayez

de vous fier au mécanisme du marché et au prix le plus bas du carbone pour reconsidérer le décarbonisation à long terme de l'économie afin de combler le déficit d'investissement dans le secteur de l'énergie. On estime que l'écart entre 2020 et 2030 sera 130 milliards d'euros, principalement dus à la sortie du charbon, au développement des cycles combinés du gaz naturel, et à la prochaine reprise de l'énergie nucléaire, la possibilité d'utiliser le gaz de schiste dans dix ans [47].

2.9.3. Au pays du Maghreb :

Il faut souligner que les pays du Maghreb ont développé des plans ambitieux pour développer les énergies renouvelables et maîtriser la consommation énergétique des différents secteurs de consommation à différentes dates.

a. Maroc :

Les défis énergétiques sont énormes. Le Maroc doit répondre à une demande énergétique croissante, réduire sa dépendance aux énergies fossiles et limiter son empreinte carbone. Depuis 2009, le Maroc mène campagne pour formuler une politique de transition énergétique et réformer en profondeur son système énergétique. Le but est d'assurer la sécurité énergétique du pays [36]. Réduire la consommation d'énergie, diversifier les sources d'approvisionnement et augmenter la part des énergies renouvelables dans la capacité de production totale du pays (future eau, éolien, solaire, biomasse et autres ressources propres).

Afin de rendre sa vie plus vivante, le pays a de nombreux avantages: le soleil brille 300 jours par an; la vitesse moyenne du vent est de 9 m / s, en particulier dans les zones côtières et les ressources en eau importantes [3].

Le Maroc a lancé un certain nombre de projets pour lui permettre de concrétiser sa vision avec des objectifs quantitatifs précis [36, 48]:

- Augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique du pays à 42% d'ici 2020; dont 14% solaire, 14 éolien et 14 hydroélectrique et 52% d'ici 2030 dont 20% solaire, 20 éolien et 12% hydraulique.
- Réduire la dépendance énergétique, qui dépassait 98% en 2009, à moins de 82% en 2030.
- Réduire la consommation énergétique nationale de 25% d'ici 2030. Réduire la consommation d'énergie de 20 % pour la construction et 35 % pour les transports et réduire l'intensité énergétique de 2,5 ans pour l'industrie et de 0,2 an pour l'agriculture et la pêche maritime.
- En bref, l'intégration des énergies renouvelables permettra d'éviter l'émission de 3,7 millions de tonnes de CO₂ par an.

b. Tunisie :

La Tunisie a adhéré à sa politique de gestion de l'énergie pendant près de deux décennies, a mis en place un système et un cadre réglementaire spéciaux et lancé un plan national axé sur l'utilisation rationnelle de l'énergie et la promotion des énergies renouvelables. Compte tenu de la dépendance du pays vis-à-vis de l'énergie extérieure, le renforcement de ces politiques est devenu de plus en plus important et urgent, ce qui peut constituer un autre obstacle à son développement économique. L'Agence pour la maîtrise de

l'énergie a été créée, qui est devenue l'actuelle Agence nationale de maîtrise de l'énergie (ANME) en 2005. La mission de cette agence est de mettre en œuvre la politique de gestion énergétique de la Tunisie [49].

En juin 2013, la Tunisie a lancé un débat national sur sa politique énergétique pour la première fois de son histoire. Cette discussion a permis à toutes les parties prenantes (secteurs public et privé, société civile, experts, régions, etc.) de réfléchir aux choix stratégiques qui seront adoptés dans les deux prochaines décennies. Les résultats du débat indiquent que la Tunisie doit participer pleinement à la transition énergétique basée sur la révision des modes de production et de conversion. Et l'utilisation de l'énergie pour améliorer la fiabilité de l'approvisionnement énergétique, maintenir la compétitivité économique et protéger l'environnement. Économie, voire comportement, mais plus en profondeur dans la conception du système énergétique lui-même [50].

Les objectifs de la stratégie de gestion de l'énergie de la Tunisie sont les suivants:

- Par rapport au scénario tendanciel, la demande d'énergie primaire sera réduite de 17% en 2020 et de 34% d'ici 2030.
- D'ici 2020, la part des énergies renouvelables hors biomasse dans la consommation finale atteindra 7%. Elle atteindra 12% en 2030.
- Réduire les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) de 48% d'ici 2030.

2.10. Coopération internationale en secteur de la transition énergétique :

La collaboration est l'acte de participer et de travailler ensemble pour mener à bien un projet commun.

2.10.1. Au niveau international:

La coopération vise à promouvoir les échanges entre pays afin de travailler ensemble sur des problèmes et défis communs et la transition vers l'approvisionnement énergétique. en particulier dans les domaines de la sécurité d'approvisionnement, de l'efficacité énergétique, des énergies renouvelables, du climat et de la durabilité globale [51].

L'internationalisation est considérée comme un moyen qui peut:

- Promouvoir la transition énergétique mondiale et améliorer ses connaissances techniques;
- Assurer la mise en œuvre d'un suivi technique et de projets communs.
- Se concentrer les uns sur les autres et partager les expériences et expériences liées aux politiques énergétiques.
- Par une participation active aux plans régionaux d'amélioration de l'efficacité énergétique.
- Des améliorations de l'efficacité énergétique dans d'autres pays dans le monde.

Cela signifie nécessairement le développement d'alliances avec des institutions similaires.

2.10.2. Au niveau régional:

APRUE est active dans le réseau de l'agence de maîtrise de l'énergie MEDENER des pays méditerranéens depuis deux décennies, et en est membre fondateur.

Le thème de la conférence internationale MEDENER internationale sur la transition énergétique dans la région méditerranéenne qui s'est tenue en mai 2016 était: "Accélérer la transition énergétique dans la région méditerranéenne: la voie vers un nouveau portefeuille d'énergie durable".

Et participation au projet « meetMED » (2018-2020) «La réduction comme moyen de transition énergétique en Méditerranée». Le projet vise à promouvoir la conversion énergétique et environnementale et à renforcer la coopération régionale dans les pays du sud et de l'est de la Méditerranée.

En conclusion, Dans un contexte de Transition Énergétique, la coopération internationale est l'un des le plus sûr moyens pour relever le défi commun de transformation vers un système énergétique durable [51].

3. Future nucléaire :

La première centrale nucléaire à produire de l'électricité a été développée dès les années 1950. On pensait même à l'époque que l'on produirait de l'électricité à un coût si bas qu'aucun compteur électrique n'aurait à être installé. Il y a un dicton : "too cheap to meter" ou "trop bon marché pour mesurer". Malheureusement, les premières utilisations militaires ont été sous la forme de bombes atomiques, qui ont été utilisées pour la première fois contre des civils au Japon en 1945 à Hiroshima et Nagasaki [52].

C'est une énergie assez étrange qui ne peut être utilisée qu'après la découverte de la radioactivité et de la propriété que certains noyaux atomiques doivent casser. Dans certaines conditions, ils dégagent une énergie considérable, comme c'est le cas des atomes d'uranium en fission 235. Bombardés de neutrons, qui à leur tour émettent d'autres neutrons, ce processus de réaction en chaîne peut aboutir à une arme redoutable (bombe atomique) ou à un réacteur nucléaire si la réaction n'est pas contrôlée.

Cette énergie peut être contrôlée dans les centrales électriques construites autour de réacteurs nucléaires. La fission des noyaux d'uranium libère de l'énergie sous forme de chaleur, qui est utilisée pour générer de la vapeur et des turbines électriques et des alternateurs. La fission des noyaux d'uranium crée de nombreux autres éléments eux-mêmes radioactifs [24].

La part de l'électricité d'origine nucléaire dans le monde est d'environ 12%, à une grande exception près en France, dont l'électricité est à 75% nucléaire. Il faut dire que l'utilisation de l'énergie nucléaire fait l'objet de nombreuses controverses et controverses compte tenu du danger que représente la radioactivité rejetée lors d'un accident majeur dans une centrale électrique, comme ce fut le cas à Tchernobyl en 1986 et plus récemment. À Fukushima, la vie peut être dramatique et durable. Le problème du stockage ou du stockage à long terme des déchets radioactifs n'est pas non plus vraiment résolu.

Les centrales nucléaires n'émettent pas de CO₂, mais elles ne sont pas exemptes d'impacts environnementaux tels que le réchauffement des rivières dont l'eau est utilisée pour refroidir les centrales électriques. On pense que si le risque d'accidents et de production de

déchets radioactifs n'a pas été négligé, ces questions sont abordées par la science et les ingénieurs et la décision est basée sur la dynamique économique et industrielle [52].

En effet, dès le départ, il faut peser les risques liés à la libération de l'énergie nucléaire et se poser des questions sur la maîtrise de cette technologie. C'est la prise de conscience de ces risques, l'observation dramatique de leur survenance et l'impossibilité de les maîtriser qui conduisent logiquement au « retrait progressif de l'énergie nucléaire » [21]. Pour trois raisons principales :

- le risque d'accident majeur,
- la production de déchets radioactifs,
- le risque accru de risque de prolifération nucléaire.

Par conséquent, le problème est maintenant qu'il faut s'appuyer sur des sources d'énergie plus propres, se compléter et réaliser une électrification forte. Pour répondre à la demande énergétique croissante exponentiellement, alors il est évident que chacune de ces nouvelles sources d'énergie (solaire, éolienne et hydrogène) doit être pleinement utilisée et une synergie doit être trouvée entre elles [53].

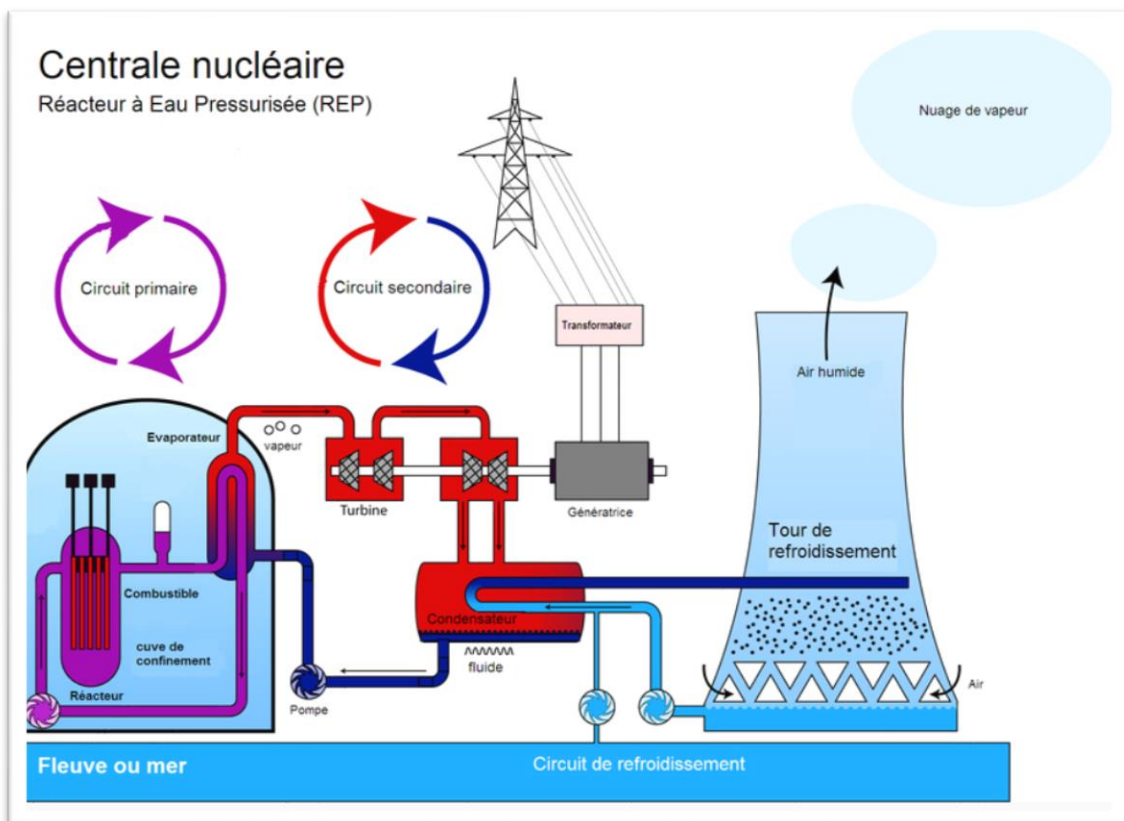


Figure I.11 : Installation centrale nucléaire [54].

II. Conclusion :

L'énergie fait partie intégrante du processus de développement économique et social d'une nation. Nous avons vu dans ce chapitre que l'énergie de ces ressources est utilisée plus souvent pour discuter de leur consommation, de leur développement et de leur épuisement. L'importance de ces ressources pour l'industrie ou les transports, la dépendance énergétique et les coûts énergétiques sont des questions importantes dans de nombreux pays.

L'objectif de ce chapitre était de mettre en évidence, le lien qui existe entre les enjeux d'une transition énergétique à l'échelle planétaire et la matérialisation de cette dernière dans les territoires du monde, et comment l'utilisation actuelle de l'énergie est liée à l'effet environnemental.

L'enjeu était de prouver que la voie à suivre pour la mise en œuvre d'actions en faveur d'un nouveau modèle de production et de consommation d'énergie découlait d'un besoin commun à l'échelle mondiale, mais il était difficile de concrétiser ces actions à cette échelle.

CHAPITRE II :

Contexte énergétique
mondial et national

III. Introduction

Le monde de l'énergie devient de plus en plus complexe et dangereux, et dans les décennies à venir, le secteur de l'énergie sera confronté à des défis économiques, géopolitiques, technologiques et environnementaux de plus en plus complexes. Alors que la population mondiale continue de croître, les besoins énergétiques de milliards de nouveaux résidents vont augmenter. Dans le même temps, une baisse de l'offre de pétrole et de gaz naturel est attendue dans un avenir relativement proche. L'utilisation des ressources énergétiques conventionnelles sera certainement exposée au stress. De nouvelles restrictions, car il y aura des restrictions de plus en plus strictes sur les émissions totales de gaz à effet de serre et des restrictions qui créeront un plus grand intérêt pour les sources et technologies d'énergie alternatives.

Dans ce chapitre, nous effectuons un important travail de compilation et d'analyse des données énergétiques afin de donner une image globale et assez générale de l'état actuel des systèmes énergétiques dans le monde, et particulièrement en Algérie, en termes de ressources, de production et de consommation, et les impacts environnementaux, Et bien sûr, nous n'oublions pas de faire référence à la crise sanitaire mondiale (Covid-19) qui a eu un impact énorme sur la santé et l'économie mondiale.

1. Demande énergétique mondiale :

La demande d'énergie a considérablement augmenté au cours des deux dernières décennies en raison de la croissance démographique et du développement économique. Les pays en développement sont considérés comme la principale raison de la croissance de la demande d'énergie, la demande d'énergie dans les pays en développement devrait augmenter à un taux annuel moyen de 1 pour cent chaque année depuis 2019 [7], la quasi-totalité de l'augmentation de la demande énergétique mondiale provenant des combustibles fossiles (sources traditionnelles comme le pétrole, le gaz naturel et le charbon).

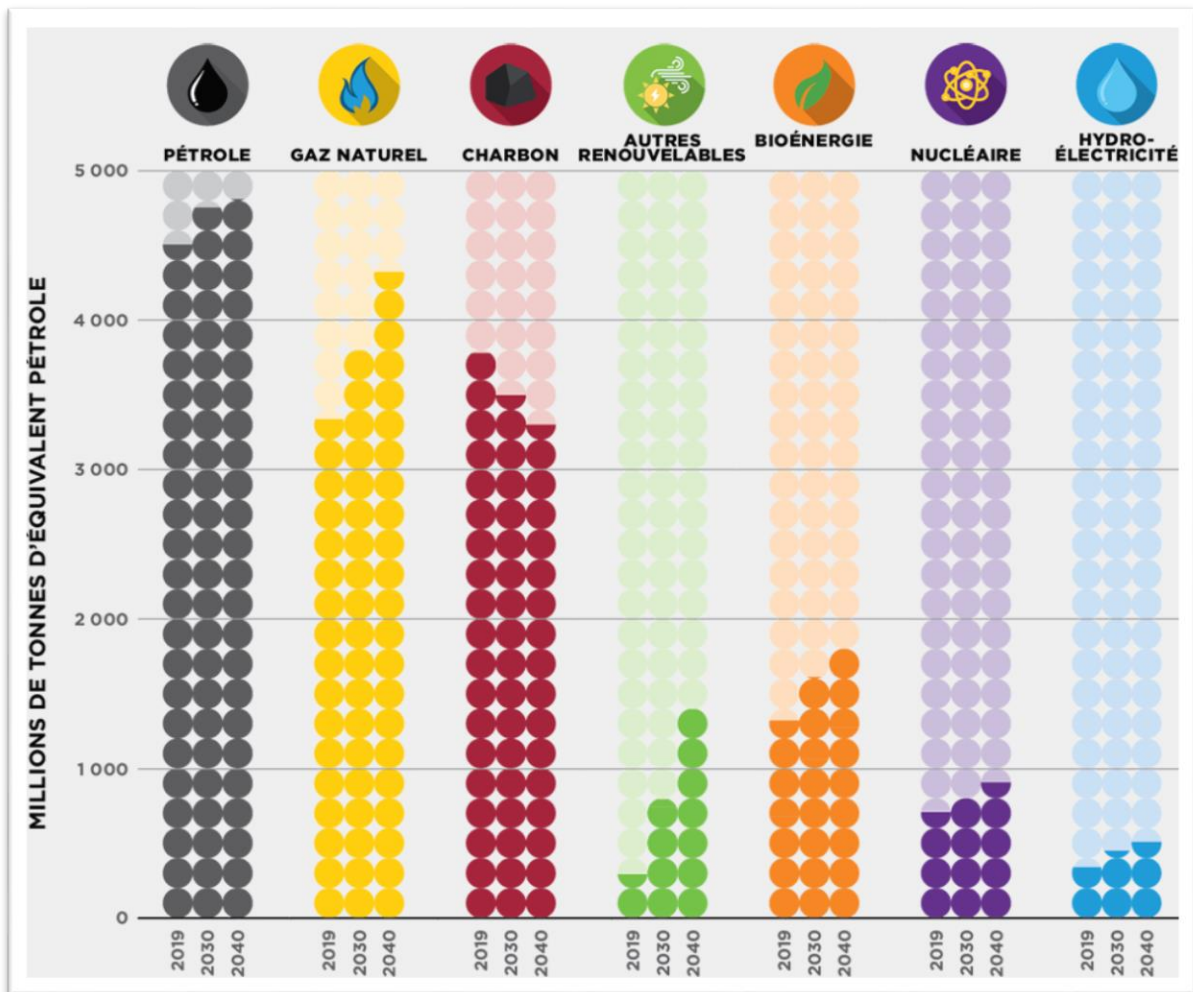


Figure II.1 : Prévisions de la demande mondiale en énergie de 2019 à 2040 [55].

Le cas de 2020 nous a pris par surprise, c'était très différent de ce à quoi nous nous attendions. La pandémie de COVID-19 en constante évolution a eu un impact énorme sur la demande mondiale d'énergie, le monde a connu une réduction de son activité économique en raison de fermetures d'usines dans le monde.

La pandémie mondiale et le ralentissement économique tumultueux ont provoqué un effondrement sans précédent de la demande mondiale de pétrole de 8,7 Mb/j en 2020.

Un effondrement sans précédent de la demande mondiale de pétrole a été déclenché par la pandémie mondiale et le ralentissement économique tumultueux de 8,7 Mb/j en 2020.

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Selon l'AIE, la croissance rebondira brusquement en 2021 et devrait augmenter de 13,1 Mb/j jusqu'à 2026 [56].

2. Etats énergétiques mondiales :

Le système énergétique mondial a connu une année tumultueuse au cours de laquelle la crise du Covid-19 a provoqué cette perturbation plus que tout autre événement de l'histoire récente, laissant des cicatrices qui dureront des années à venir [57].

La pandémie Covid-19 représente non seulement une crise sanitaire mondiale, mais peut également marquer le début d'une nouvelle ère d'activité économique, dont nous ne comprenons pas pleinement les conséquences potentielles à l'heure actuelle [58].

Cette tourmente a frappé les usines de fabrication d'énergie renouvelable, les chaînes d'approvisionnement et les entreprises, et a gravement entravé la transition vers un monde énergétique durable. La baisse de la demande mondiale d'origine économique pourrait saper la tendance positive des progrès en matière d'énergie verte et à faible émission de carbone. S'il est encore trop tôt pour juger de l'ampleur de l'impact négatif de l'épidémie sur le système mondial d'énergie renouvelable et durable, une contraction significative à court terme du développement des énergies renouvelables est inévitable. Par conséquent, les politiques énergétiques et climatiques peuvent devoir être ajustées en fonction de nouvelles conditions.

Cependant, la pandémie a forcé des changements rapides de comportement: d'un nouveau modèle de travail à domicile à une réduction des voyages d'affaires et de loisirs en avion. Dans le même temps, afin d'accélérer la dynamique vers un avenir sobre en carbone, de plus en plus de gouvernements prêtent attention au potentiel de reprise durable.

Du fait de ces changements, les perspectives de la demande de pétrole se sont détériorées. Si le gouvernement adopte des politiques fortes pour accélérer le passage à l'énergie propre, la demande de pétrole sera plus précoce que le pic attendu.

Ces forces ont causé des difficultés aux pays producteurs de pétrole et aux entreprises qui ne sont pas disposées à maintenir les ressources souterraines ou à créer de nouvelles capacités qui pourraient être inutilisées. Cependant, si cela conduit à un déficit d'investissement, cela peut également avoir un impact géopolitique et augmenter le risque de pénurie d'approvisionnement par la suite [59].

3. Réserves énergétique mondiales :

Le bilan énergétique comprend toutes les opérations énergétiques de la production à l'importation et de la transformation à la livraison, fournissant de l'énergie sous une forme qui peut être utilisée par tous les consommateurs (collectivités, entreprises et ménages). Aujourd'hui, les combustibles fossiles, le pétrole, le gaz naturel et le charbon fournissent environ 80% de la consommation énergétique mondiale. La dépendance mondiale aux hydrocarbures pose la question de la sécurité d'approvisionnement. Les réserves prouvées de combustibles fossiles sont abondantes. Un simple calcul du rapport R / P (Réserves prouvées / consommation observée) donne un nombre qui caractérise la durée de stockage [60].

Le tableau 5 résume la situation en ce qui concerne le pétrole, le gaz naturel et les minéraux solides (Charbon, bitumineux et lignite).

Produit	Réserves mondiales prouvées	R/P (ans)
Pétrole (milliards tep)	244,58	49,9
Gaz naturel (trillions m ³)	198,75	49,82
Minéraux solides (Million tonnes)	1069636	132,07

Tableau II.1 : Réserves d'énergies primaires fossiles [61].

Les réserves prouvées mondiales en pétrole représentent 49.9 fois la production mondiale annuelle de 2019, celles en gaz 49.82 fois et celles en charbon 132.07 fois la production de 2019 [61].

3.1. Production d'énergie primaire dans le monde :

Selon l'Agence Internationale d'Energie, la production mondiale d'énergie primaire était en 2019 584,9 Exajoules (255,43 Exajoules en 1973). Les énergies fossiles représentent 81.1% de cette production (Elle est composée de 33,1% de pétrole, 27% de charbon et 24,2% de gaz naturel).

La production mondiale d'énergie commercialisée était de 584,9 Exajoules en 2019, selon British Petroleum, en hausse de 12,1% depuis 2009. Elle se décompose en 33,1% de pétrole et 27,0% pour le charbon, 24,2% provient du gaz naturel, qui sort du nucléaire avec 4,3% nucléaire et enfin 11,4% vont aux énergies renouvelables (hydroélectricité 6,4%, éolien 2,2%, biomasse et géothermie 1,0%, solaire 1,1%, agrocarburants 0, 7%).

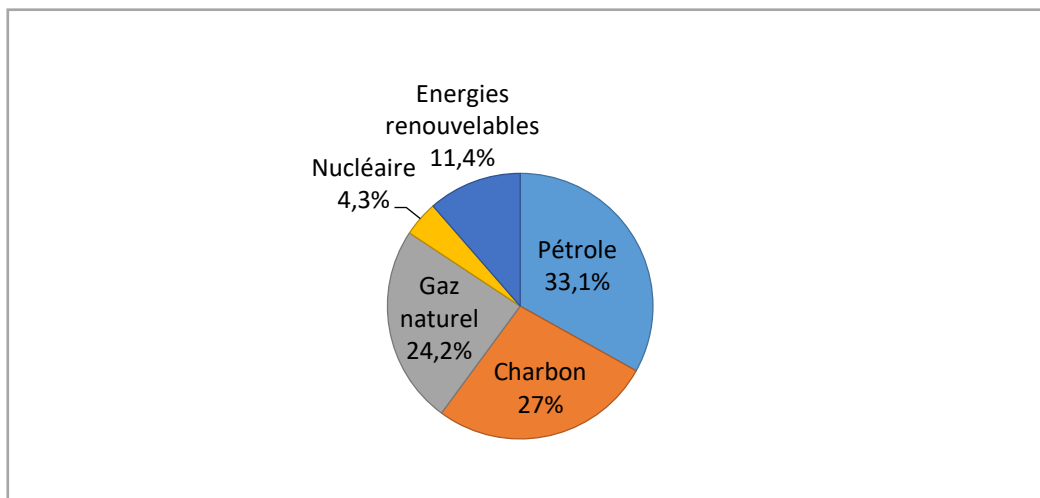


Figure II.2 : Production mondiale d'énergie primaire en 2019 [61].

Lorsque la production d'électricité devient naturellement elle-même dé-carbonée. Ce n'est qu'alors que l'électricité pourra contribuer à la transition énergétique «bas carbone» au niveau mondial. Malgré la baisse de 2,8% de la production des centrales au charbon l'an dernier, le charbon reste de loin la principale source d'électricité dans le monde. Ce carburant représentait un peu plus que le tiers de la production mondiale d'électricité en 2019 [62].

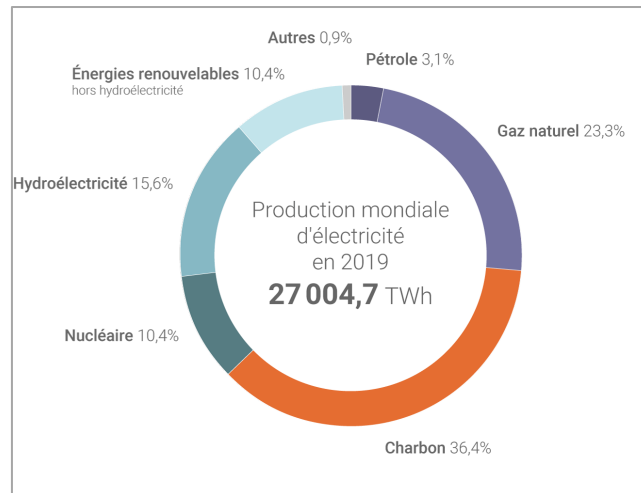


Figure II.3 : Production mondiale d'électricité par source [62].

4. Consommation énergétique mondiale :

La consommation finale comprend toutes les utilisations finales d'énergie, a atteint 74,23 Giga joule par habitant en 2017, en 2018, la consommation mondiale d'énergie primaire a augmenté de 2,8%. Une augmentation doublée par rapport à 2019 (1,3%), et inférieure à la moyenne de celle des 10 dernières années (1,6%) [62]. L'évolution de la finale la consommation par produit et par secteur d'activité est détaillée ci-dessous [7].

4.1. Consommation des énergies primaire par forme d'énergie :

Une source d'énergie primaire est une forme d'énergie disponible dans la nature sans aucune transformation. Il nécessite parfois d'être transformé en source d'énergie secondaire pour être facilement utilisable et transportable. Dans l'industrie de l'énergie, une distinction est faite entre la production d'énergie primaire, son stockage et son transport sous forme de vecteurs énergétiques et la consommation d'énergie finale [63].

Pendant la période de 1992 à 2018, la demande d'énergie primaire a augmenté de plus de 50%, et près de 85% de la part énergétique provient des hydrocarbures, comme l'indique la figure 15 ci-dessous.

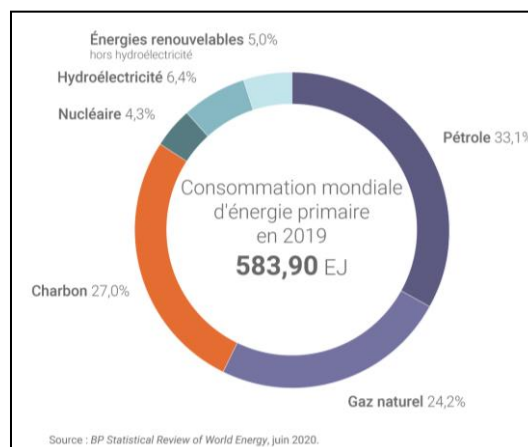


Figure II.4 : La consommation d'énergie primaire en 2019 par Exajoules [61].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

En regardant l'énergie la plus consommée. Les combustibles fossiles sont toujours en tête: le pétrole (33,1%), suivi du charbon (27%); quant au gaz naturel, sa part est de 24,2% de la consommation primaire. Production à partir de sources renouvelables, dominée par l'hydroélectricité autour (6,4%), supérieure à celle du nucléaire (4,3% en 2019). La consommation mondiale d'énergie primaire est d'environ 583,89 Exajoules en 2019.

4.1.1. Par produit énergétique :

Parfois, l'énergie ne peut pas être utilisée directement et sa consommation nécessite une autre transformation pour atteindre la consommation d'énergie finale ou pour consommer facilement de l'énergie par le consommateur.

La figure 16 montre l'évolution de la consommation finale d'énergie mondiale par type d'énergie de 1994 à 2019.

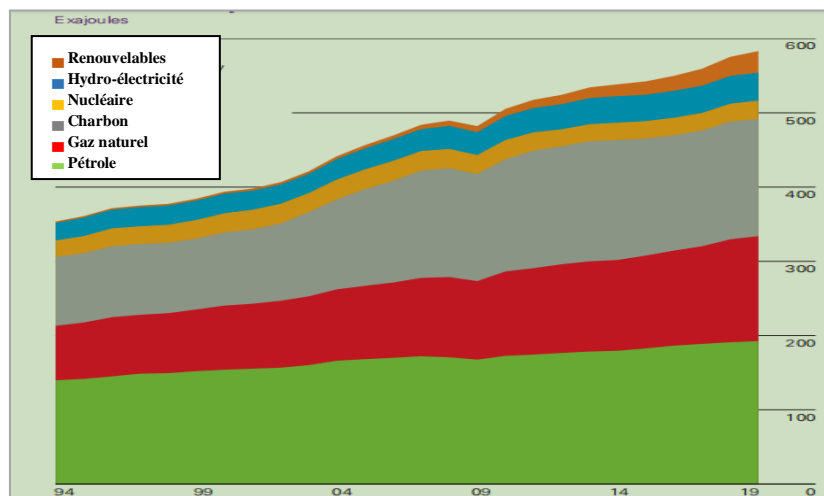


Figure II.5 : Evolution de la consommation énergétique finale par type d'énergie, 1994-2019 par Exajoules [61].

Depuis le premier choc pétrolier, l'évolution de la consommation d'énergie a connu une augmentation linéaire, au cours de la période 2000-2015, la consommation d'énergie primaire et la consommation d'énergie finale ont augmenté à des taux respectifs de 4,1% / an et 5,4% / an (environ une augmentation de 200 Mtep par an) [36]. Depuis les années 70, la consommation d'énergie finale a presque doublé (281,44 Exajoules en 1979 à 583,89 Exajoules en 2019).

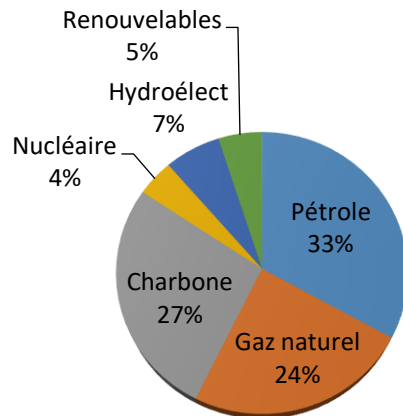


Figure II.6 : Répartition de la consommation d'énergie finale pour 2019 [61].

4.1.2. Par secteur d'activité :

Nous connaissons trois principaux secteurs de consommation d'énergie, l'industrie (fabrication, transformation de matières premières, etc.), les transports et le secteur résidentiel et tertiaire (consommation d'énergie dans les bâtiments: chauffage et, dans une moindre mesure, climatisation, cuisine, eau chaude sanitaire, électroménager, bureautique, etc.).

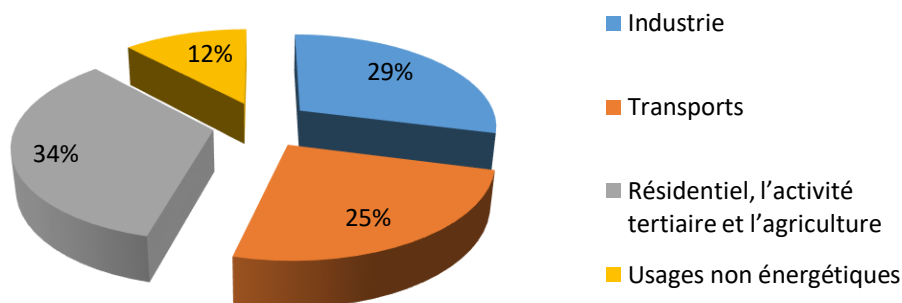


Figure II.7 : Consommation finale d'énergie mondiale par secteur en 2019 [64].

Nous remarquons qu'en 2019 la consommation d'énergie la plus importante est celle du complexe résidentiel, de l'activité tertiaire et de l'agriculture avec 34% de la consommation totale, après que la consommation énergétique de l'industrie avec une valeur de 29%, la consommation des transports est également de 25% et enfin, 12% sont réservés à des usages non énergétiques.

5. Emissions des CO₂ :

Les baisses substantielles de la demande d'énergie au premier trimestre 2020 ont entraîné une énorme baisse des émissions mondiales de CO₂.

En 2019, la consommation mondiale d'énergie primaire a augmenté de 1,3% (contre 2,8% en 2018), mais le pétrole reste la source d'énergie la plus consommée et la plus

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

recherchée dans le monde avec une valeur de consommation d'un tiers de l'énergie primaire mondiale en 2019, et après cela vient le charbon.

Les émissions mondiales de CO₂ sont liées à l'augmentation de la consommation d'énergie (de 0,5% en 2019) (contre 1,1% par an en moyenne sur la dernière décennie). Comme le montre la figure 19.

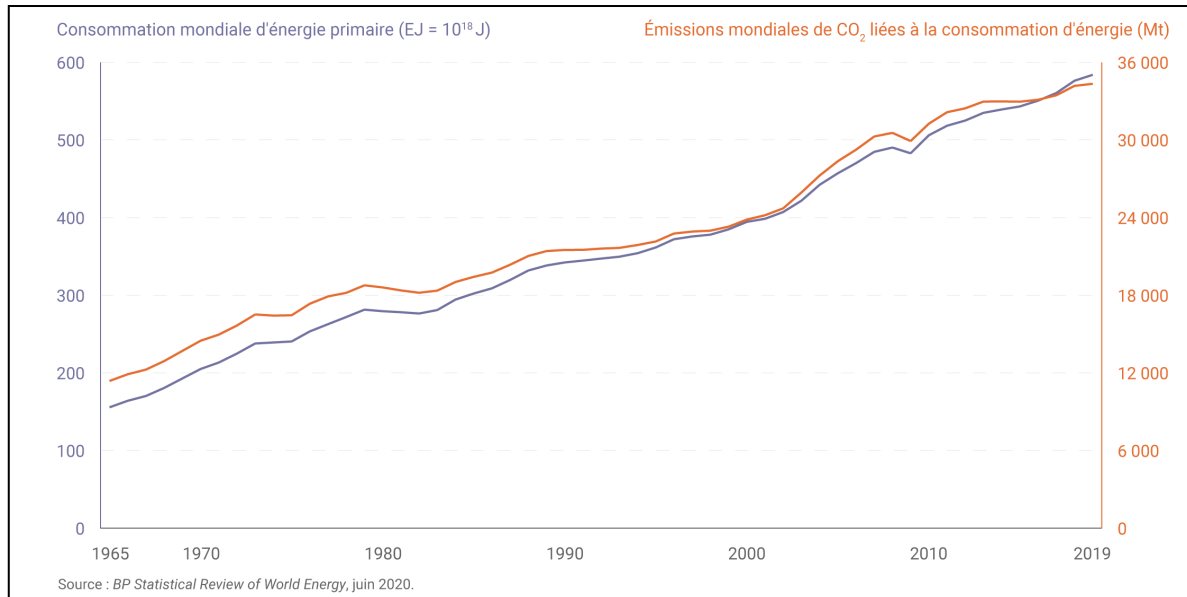


Figure II.8 : Evolution de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂ [62].

6. Impacts de la crise de Covid-19:

6.1. Le monde en état d'urgence :

La pandémie de coronavirus a provoqué un choc sans précédent dans le monde. La crise s'est déroulée progressivement depuis décembre 2019, du 28 avril au 2020, l'Organisation mondiale de la santé a signalé 3 millions de cas confirmés et plus de 200 000 décès dus à la maladie, touchant près de 200 pays et territoires. Au-delà de l'impact immédiat sur la santé, la crise actuelle a des implications majeures pour les économies mondiales, la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. Les gouvernements du monde entier ont imposé des restrictions à la plupart des activités sociales et économiques. Celles-ci comprennent des verrouillages partiels ou complets, des couvre-feux de jour, la fermeture d'établissements d'enseignement et d'entreprises non essentielles, et l'interdiction des rassemblements publics. Environ 4,2 milliards de personnes, soit 54% de la population mondiale, représentant près de 60% du PIB mondial, ont fait l'objet de verrouillages complets ou partiels à compter du 28 avril [65].

En réponse aux circonstances exceptionnelles liées à la pandémie de coronavirus, la revue annuelle de l'énergie mondiale de l'AIE a élargi sa couverture pour inclure une analyse en temps réel des développements en 2020. En plus de passer en revue l'énergie et les émissions de CO₂ de 2019. Nous avons suivi la consommation d'énergie par pays et par carburant Au cours des trois premiers mois de 2020.

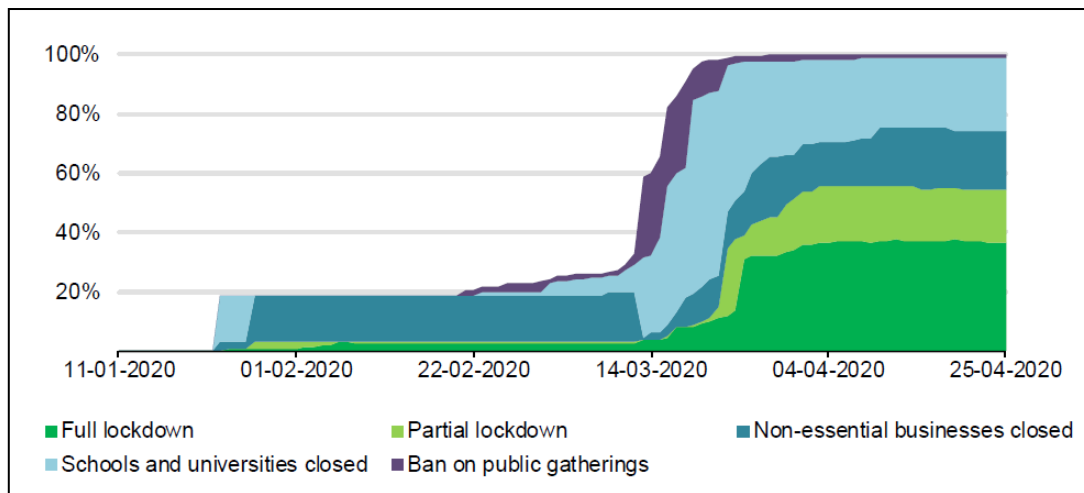


Figure II.9 : Part de la population mondiale soumise à des mesures de confinement [65].

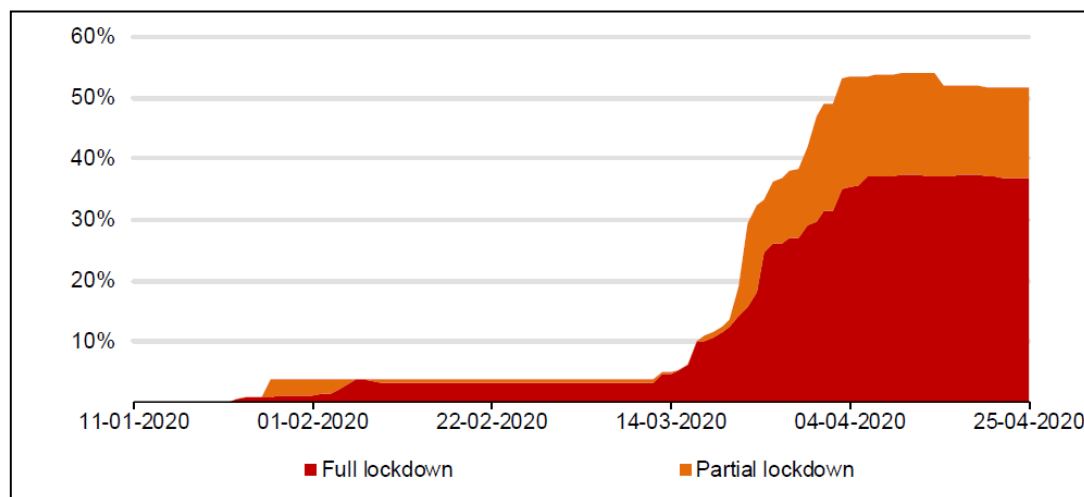


Figure II.10 : Part de la demande mondiale d'énergie primaire concernée par les mesures de confinement obligatoires [65].

Ces restrictions représentent une combinaison difficile d'offre et de choc de demande, les restaurants, les centres commerciaux et, dans certains pays, les usines sont fermés pour empêcher la propagation du virus. Dans une faible mesure, cette baisse est compensée par une plus grande activité du commerce électronique ainsi que par certains autres secteurs de l'économie, notamment une augmentation des ventes de matériel médical dans l'ensemble.

Dans l'ensemble, les estimations suggèrent que pendant la phase de verrouillage, les économies peuvent s'attendre à une baisse de 20 à 40% de la production économique, en fonction de la part des secteurs les plus touchés et de la rigueur des mesures. Au niveau mondial, cela se traduit par une baisse de 2% du PIB annuel attendu pour chaque mois de mesures d'endiguement, confirmant l'ordre de grandeur de 2 à 3% avancé par le président de la Banque centrale européenne début avril. En conséquence, même si les périodes de verrouillage sont limitées, 2020 sera l'année de la récession la plus profonde de l'après-guerre, dépassant nettement la crise financière de 2008 [65].

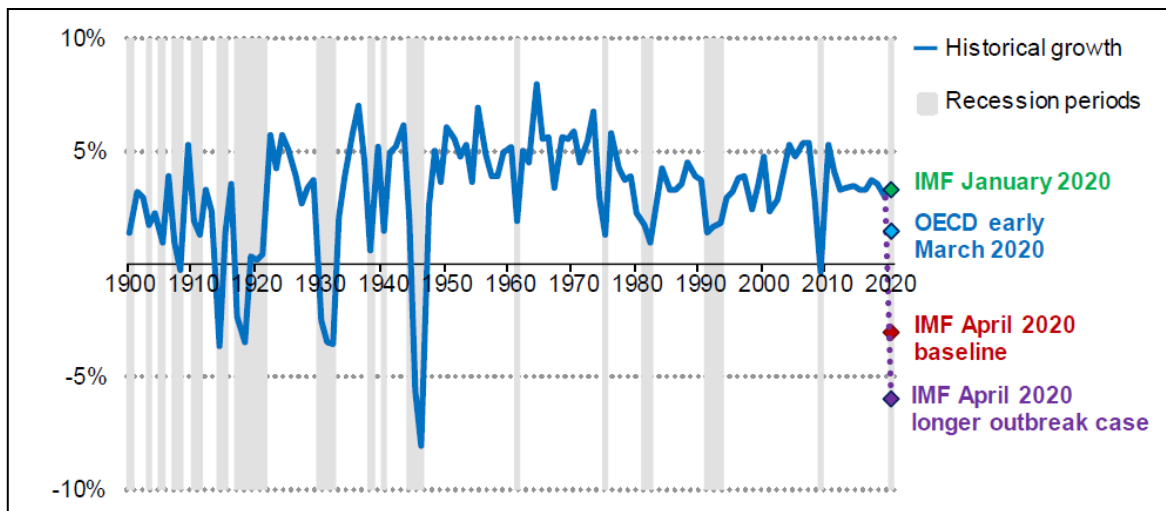


Figure II.11 : Variation annuelle mondiale du produit intérieur brut (PIB) réel, 1900-2020 [65].

Comme ce rapport le décrit en détail, l'impact de cette baisse de l'activité économique sur la consommation d'énergie est très asymétrique et dépend du modèle de consommation d'énergie spécifique. Les relations traditionnelles entre les revenus et la demande d'énergie se sont rompues en raison de la nature du choc. Certaines utilisations énergétiques, comme le chauffage résidentiel au gaz ou l'utilisation d'électricité pour les fermes de serveurs et les équipements numériques, ne sont pas affectées ou même plus prononcées. D'autres, notamment le carburéacteur pour l'aviation, se sont effondrés beaucoup plus brutalement que la baisse du PIB [65].

6.2. Énergie mondiale et émissions de CO₂ en 2020 :

6.2.1. Demande d'énergie :

Les dernières données montrent que la réduction drastique de l'activité économique mondiale et de la mobilité au cours du premier trimestre de 2020 a fait baisser la demande mondiale d'énergie de 3,8% par rapport au premier trimestre de 2019. Les évaluations initiales de l'AIE indiquent que la demande d'énergie en année pleine pourrait baisser d'environ 6%, soit l'équivalent de la demande énergétique combinée de la France, de l'Allemagne, de l'Italie et du Royaume-Uni en 2019. La baisse prévue de 6% serait plus de sept fois l'impact de la crise financière de 2008 sur la demande mondiale d'énergie. Inverser la croissance de la demande mondiale d'énergie au cours des cinq dernières années. La baisse absolue de la demande mondiale d'énergie en 2020 est sans précédent, et les baisses relatives de cet ordre sont sans précédent depuis 70 ans [65].

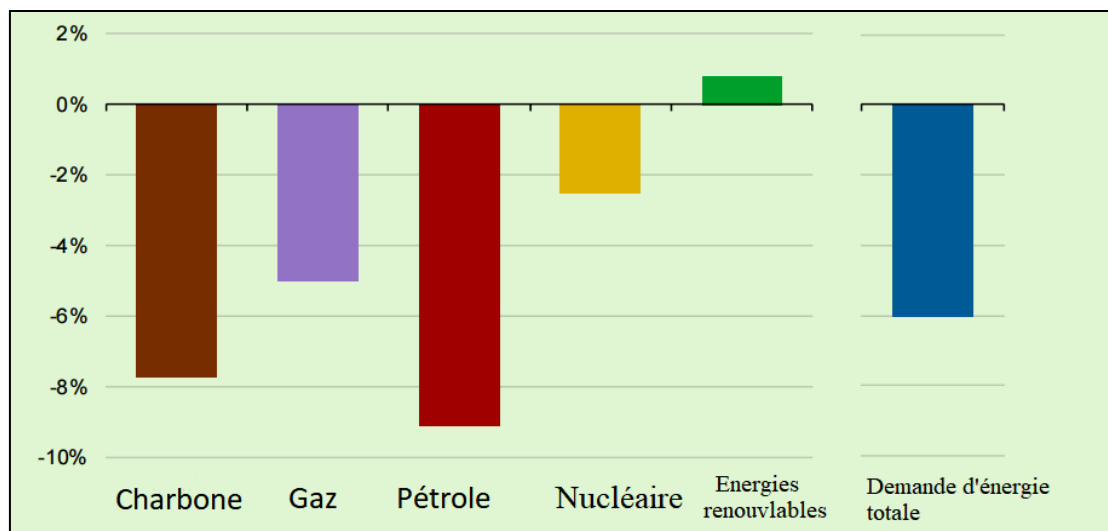


Figure II.12 : Évolution projetée de la demande d'énergie primaire par combustible en 2020 par rapport à 2019 [57].

6.3. Émissions de CO₂ :

Les baisses spectaculaires de la demande d'énergie au premier trimestre 2020 ont entraîné une baisse importante des émissions mondiales de CO₂, dépassant toutes les baisses précédentes. Les émissions mondiales de CO₂ étaient plus de 5% inférieures au T1 2020 qu'au T1 2019, principalement en raison d'une baisse de 8% des émissions du charbon, de 4,5% du pétrole et de 2,3% du gaz naturel [57].

Selon l'AIE, les émissions mondiales de CO₂ ont diminué de 5,8% en 2020, soit près de 2 Gt de CO₂ la baisse la plus importante jamais enregistrée et presque cinq fois supérieure à la baisse de 2009 qui a suivi la crise financière mondiale. Les émissions de CO₂ ont diminué davantage que la demande d'énergie en 2020 en raison de la pandémie qui a frappé la demande de pétrole et de charbon plus durement que les autres sources d'énergie, tandis que les énergies renouvelables ont augmenté. Malgré la baisse en 2020, les émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie sont restées à 31,5 Gt, ce qui a contribué à ce que le CO₂ atteigne sa concentration annuelle moyenne dans l'atmosphère la plus élevée jamais enregistrée,

soit 412,5 parties par million en 2020, soit environ 50% de plus qu'au début de la révolution industrielle [66].

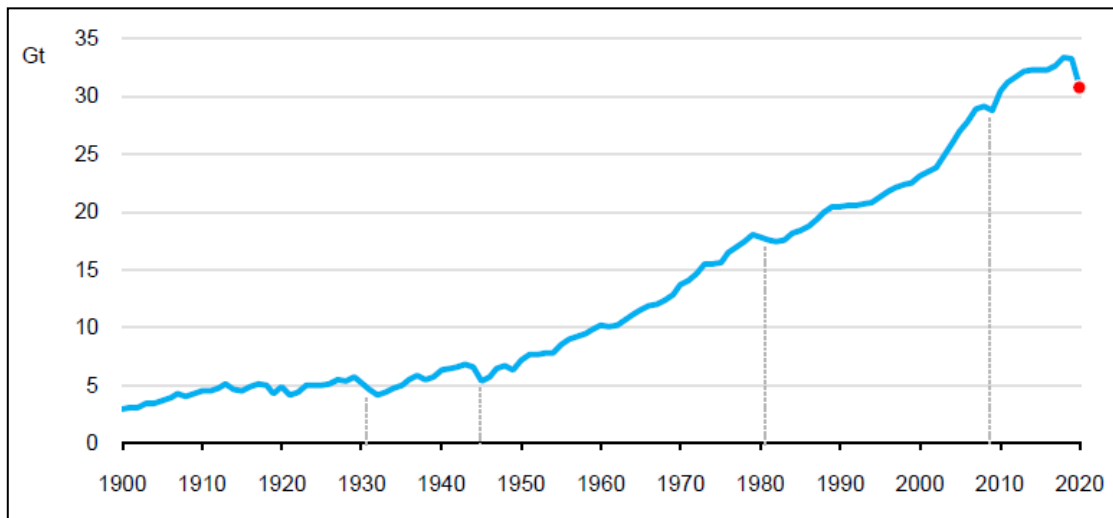


Figure II.13 : Émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie et variation annuelle, 1900-2020 [65].

7. Impacts économiques de Covid-19 en 2021 :

Alors que la crise sanitaire mondiale se poursuit dans les premiers mois de 2020, il y a eu la deuxième et même la troisième vague du virus (Covid-19) dans de nombreuses régions, l'accélération du déploiement des vaccins et les principaux plans de relance dans de nombreuses économies avancées ont fourni une lueur d'espoir. Le FMI prévoit que l'économie mondiale croîtra de 6% en 2021, plus que compenser la baisse de 3,5% en 2020. Cette analyse trace donc non seulement une trajectoire possible pour la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ en 2021, mais met également en évidence les nombreux facteurs qui pourraient mener à des résultats différents, la Revue mondiale de l'énergie annuel évalue la direction prise par la demande d'énergie et les émissions de dioxyde de carbone en 2021 [66].

7.1. Demande d'énergie :

La demande mondiale d'énergie devrait augmenter de 4,6% en 2021, dépassant les niveaux d'avant Covid-19. La demande mondiale d'énergie en 2020 a chuté de 4%, la plus forte baisse depuis la Seconde Guerre mondiale et la plus forte ne baisse jamais enregistrée. Les dernières données statistiques sur la demande d'énergie au premier trimestre de 2021 mettent en évidence les impacts continus de la pandémie sur la consommation mondiale d'énergie. Sur la base des données du premier trimestre, les projections pour 2021 indiquent qu'avec la levée des restrictions Covid et la reprise des économies, la demande d'énergie devrait rebondir de 4,6%, poussant la consommation mondiale d'énergie en 2021 de 0,5% au-dessus des niveaux d'avant Covid-19. Les perspectives pour 2021 sont cependant sujettes à de fortes incertitudes. Cela dépend des déploiements de vaccins, de la mesure dans laquelle les verrouillages induits par Covid-19 ont marqué les économies, et de la taille et de l'efficacité des plans de relance. Les perspectives économiques actuelles supposent que le PIB mondial dépassera les niveaux de 2019, augmentant la demande de biens, de services et d'énergie. Cependant, l'activité de transport et, en particulier, les voyages internationaux

restent sévèrement réprimés. Si la demande de transport revient à ses niveaux d'avant la fourniture en 2021, la demande mondiale d'énergie augmentera encore plus, jusqu'à près de 2% au-dessus des niveaux de 2019, une augmentation largement conforme au rebond de l'activité économique mondiale [66].

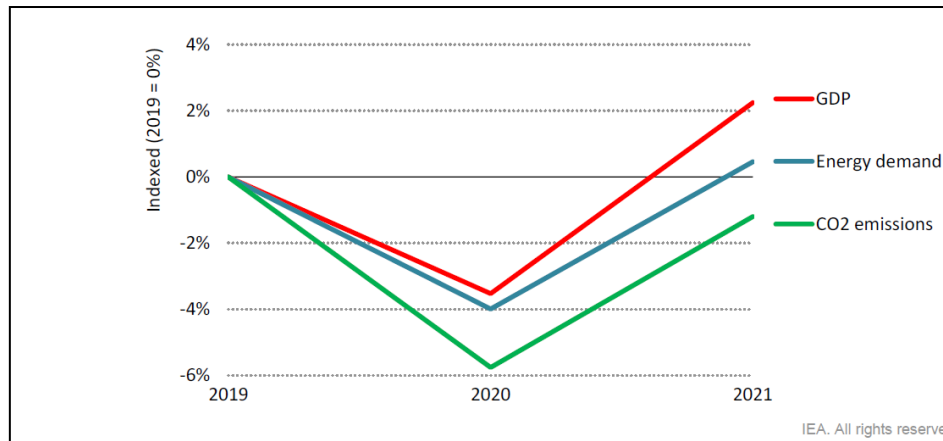


Figure II.14 : Évolution du PIB mondial, de la demande totale d'énergie primaire et des émissions de CO₂ liées à l'énergie, par rapport à 2019 [66].

7.2. Émissions de CO₂ :

En 2021, les émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie devraient rebondir et augmenter de 4,8 %, la demande de charbon, de pétrole et de gaz rebondissant avec l'économie. Cette augmentation de plus de 1500 Mt de CO₂ serait la plus importante depuis la reprise économique à forte intensité de carbone qui a suivi la crise financière mondiale il y a plus d'une décennie, elle laisse les émissions mondiales en 2021 à environ 400 Mt de CO₂, soit 1,2 %, en dessous du pic de 2019 [66] « Les émissions mondiales de CO₂ rebondissent de près de 5% en 2021, se rapprochant du pic 2018-2019 ».

Émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie, 1990-2021, Et évolution des émissions de CO₂ par carburant, 1990-2021:

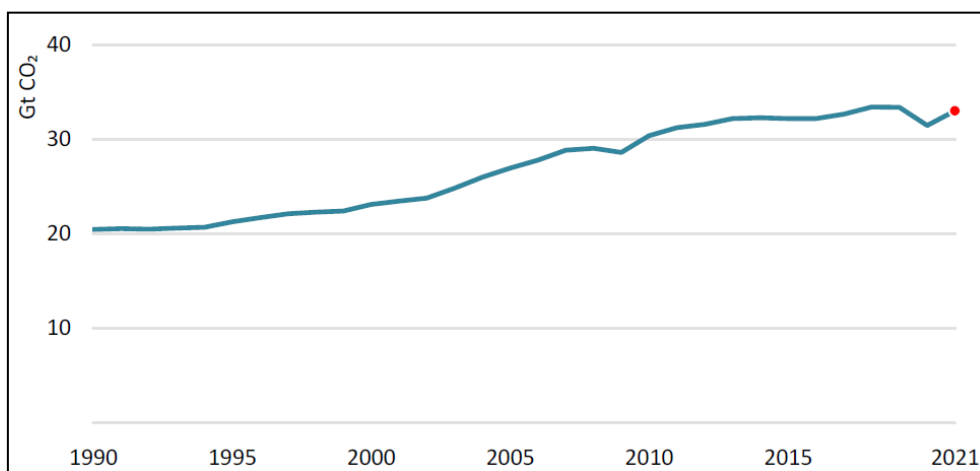


Figure II.15: Émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie, 1990-2021 [66].

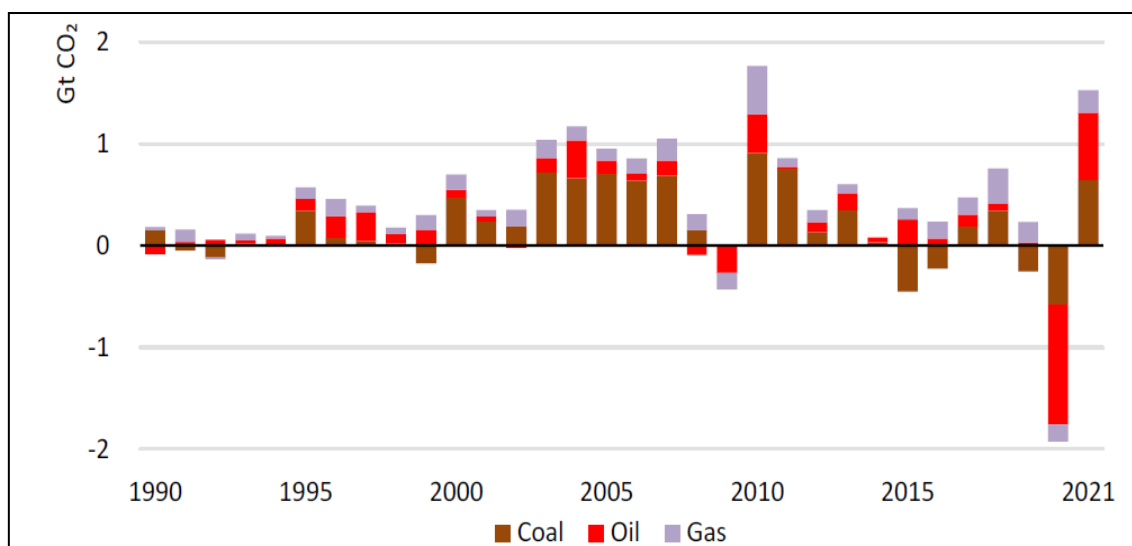


Figure II.16 : Evolution des émissions de CO₂ par carburant, 1990-2021 [66].

8. Principales conclusions :

- La pandémie de Covid-19 continue d'avoir un impact sur la demande mondiale d'énergie. Les troisièmes vagues de la pandémie prolongent les restrictions de mouvement et continuent de freiner la demande mondiale d'énergie. Mais les plans de relance et les lancements de vaccins apportent une lueur d'espoir. La production économique mondiale devrait rebondir de 6 % en 2021, ce qui portera le PIB mondial à plus de 2 % au-dessus des niveaux de 2019 [66].
- Les émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie se dirigent vers leur deuxième plus forte augmentation annuelle jamais enregistrée. La demande pour tous les combustibles fossiles devrait augmenter considérablement en 2021. La demande de charbon à elle seule devrait augmenter de 60% de plus que toutes les énergies renouvelables combinées, ce qui sous-tend une augmentation des émissions de près de 5%, soit 1500 Mt. Cette augmentation attendue annulerait 80% de la baisse en 2020, les émissions se terminant à seulement 1,2% (ou 400 Mt) en dessous des niveaux d'émissions de 2019 [66].
- Les énergies renouvelables restent le succès story de l'ère Covid-19 ou la demande d'énergies renouvelables a augmenté de 3% en 2020 et devrait augmenter dans tous les secteurs clés électricité, chauffage, industrie et transports en 2021. Le secteur de l'énergie ouvre la voie, avec une demande d'énergies renouvelables en voie de croissance de plus de 8 %, pour atteindre 8 300 TWh, la plus forte croissance annuelle jamais enregistrée en termes absolus [66].

9. Energies Fossiles :

9.1. Situation énergétique :

L'Algérie se caractérise par des ressources naturelles importantes et diversifiées. Les réserves de gaz de l'Algérie sont parmi les premières au monde, alors qu'il y a d'énormes ressources pétrolières et autres (zinc, phosphate, fer, or, uranium, etc..).

9.2. Réserves énergétique :

Selon les mots de Mr. ARKAB Mohamed (Ministre de l'Energie et des Mines) a lors de son passage à l'émission invité de la rédaction de la Chaine III (En 2020) de la radio nationale.

Il a déclaré :

« Les réserves prouvées de l'Algérie en matière de pétrole sont de millions de tonnes, soit 10 milliards de barils et à ce rythme actuel, nous avons encore 27 ans de production. En plus de ses réserves de brut, M. Arkab a cité « les réserves de gaz naturel qui sont de 2.368 milliards de mètres cubes, auxquels s'ajoutent 260 millions de tonnes de condensat, soit l'équivalent de 4,1 milliards de tonnes de pétrole (Tep) ».

Ces réserves permettent à l'Algérie de développer l'industrie pétrochimique, de créer de la richesse et de soutenir la reprise économique [67].

Produit	Réserves prouvées
Pétrole (millions de tonnes)	1.340
Gaz naturel (milliards de mètres cubes)	2.368
Condensat (millions de tonnes)	260

Tableau II.2: Réserves d'énergies primaires fossiles en 2019 [67].

10. Production Nationale D'énergie :

En 2019, l'Algérie était classée le 16^{ème} producteur de pétrole, le 10^{ème} producteur de gaz naturel et le 7^{ème} exportateur de gaz naturel au monde.

Les hydrocarbures représentent 60% des recettes budgétaires et 98% des recettes d'exportation, et plus de 99% de la production et de la consommation d'énergie est dérivée des hydrocarbures [68].

10.1. Production d'énergie primaire:

La production d'énergie primaire commerciale a diminué de 4,8 par rapport à 2018 pour atteindre 157,4 millions de tep, en raison des produits présentés ci-dessous pour tous les produits à l'exception de l'électricité [69].

Produit	Unités	2018	2019	Evolution	
				Quantité	(%)
Gaz nature	K Tep	92 106	85 380		
	10 ⁶ m ³	97 467	90 349	-6 726	-7,3
Pétrole brut	K Tep	53 592	53 579		
	K Tonnes	48 588	48 394	-213	-0,4
Condensat	K Tep	9 990	9 226		
	K Tonnes	8 825	8 151	-763	-7,6
GPL aux champs	K Tep	9 343	9 186		
	K Tonnes	7 918	7 785	-157	-1,7
Electricité primaire	K Tep	188	835		
	GWh	783	835	5	2,4
Combustibles solides: Bois	K Tep	22	10		
	10 ⁶ m ³	113	53	-12	-53,5
TOTAL	K Tep	165 241	157 374	-7 867	-4,8

Tableau II.3 : Production commerciale d'énergie primaire [69].

Par exemple, la production primaire d'énergie électrique est passée de 783 à 835 GWh en 2019, ce qui s'explique par une augmentation (30%) de la production du secteur hydraulique après des pluies favorables en 2019, au cours desquelles la production totale a augmenté (a de 152 GWh contre 117 GWh en 2018) [69].

La structure de la production commerciale d'énergie primaire est toujours dominée à 54% par le gaz naturel, comme le montre le graphique suivant :

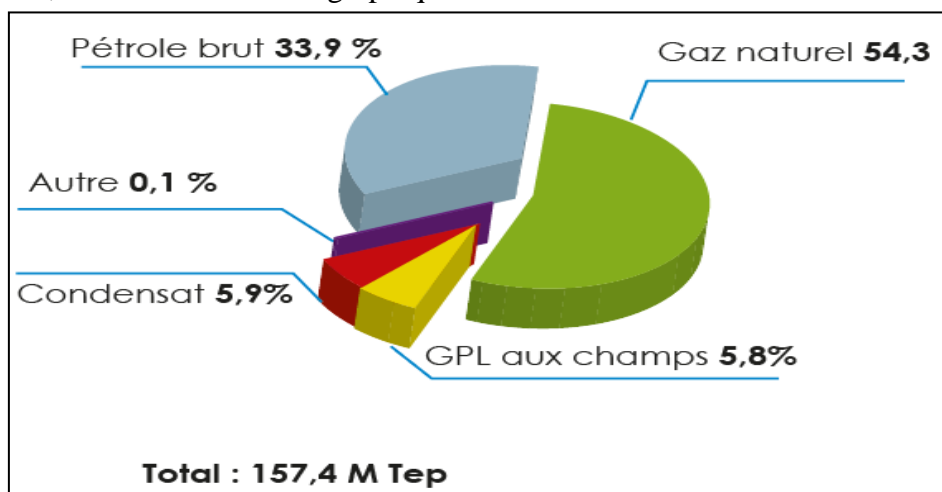


Figure II.17 : Structure de la production d'énergie primaire [69].

10.2. Production d'énergie dérivée

La production d'énergie dérivée atteint 66,1 millions de Tep et est donc plus élevée (2,2%) qu'en 2018, ce qui s'explique par la production de gaz naturel liquéfié (GNL) (21,9%) et d'électricité thermique (2,1%) soit dû [70].

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Produit	Unités	2018	2019	Evolution	
				Quantité	(%)
Produits pétroliers*	K Tep	30 865	29 114	-1 751	-5,7
	K Tonnes	29 337	27 689		
Electricité thermique**	K Tep	18 171	80 691	384	2,1
	GWh	75 880	80 691		
GNL	K Tep	13 021	15 877	2 856	21,9
	10 ⁶ m ³	13 779	16 801		
GPL (Raffineries et Unités GNL)	K Tep	1 244	1 335	91	7,3
	K Tonnes	1 054	1 131		
Autres (GHF, Charbon de bois)	K Tep	1 380	1 207	-174	-12,6
GHF	10 ⁶ m ³	1 461	1 277		
Bois	10 ⁶ m ³	-	3		
TOTAL	K Tep	64 681	66 088	1 406	2,2

Tableau II.4 : Production d'énergie dérivée [69].

Au contraire, la production de dérivés pétroliers a enregistré une baisse (5,7%) de 27,7 millions de tonnes par rapport à la même période l'an dernier, reflétant la baisse (7,3%) de la cargaison de pétrole brut transformé vers les raffineries avant le traitement du pétrole arrêté à l'étranger [70].

La structure de la production d'énergie présumée est toujours dominée par les produits pétroliers avec 44%, comme indiqué ci-dessous:

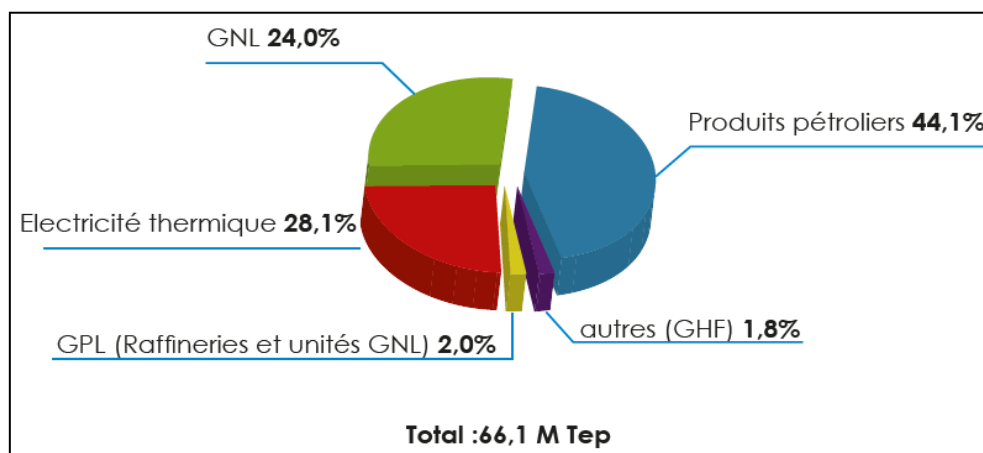


Figure II.18 : Structure de la production d'énergie dérivée [69].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Enfin, nous concluons, avec des colonnes graphiques qui résument l'évolution de la production énergétique en Algérie sur la période (2014-2019) :

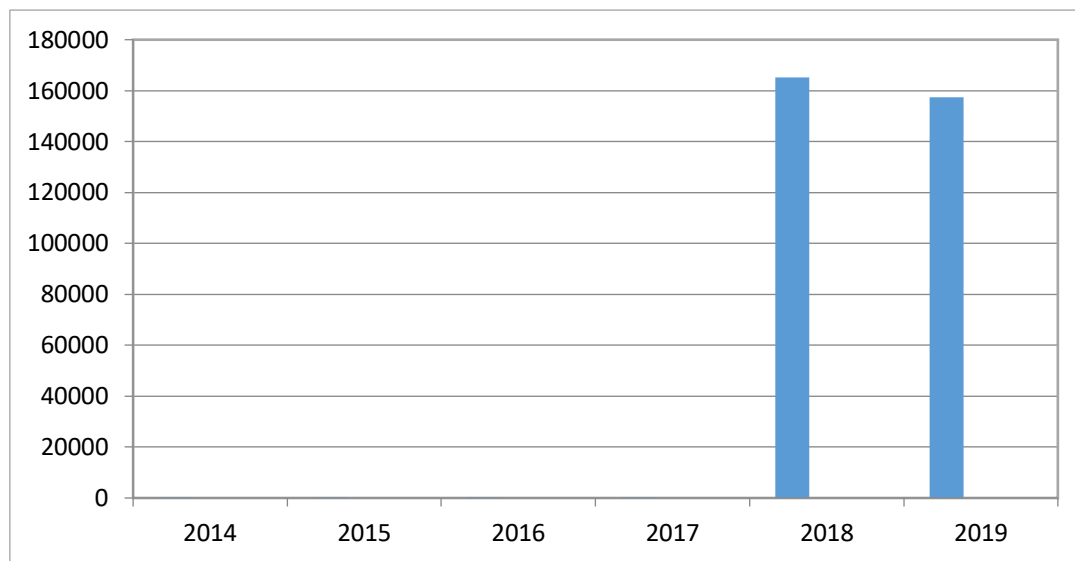


Figure II.19 : Evolution de la production énergétique 2014-2019 en K TEP [70].

11. Transformation D'énergie :

Les volumes d'énergie primaire convertis en 2019 ont légèrement augmenté par rapport à l'année précédente (1,2%) et ont atteint 67,2 millions de tep.

11.1. Production d'électricité :

Augmentation de la production de gaz naturel pour les besoins des centrales électriques (Sonelgaz...) de 2,2% à 18,3 millions de tep, Avec amélioration la consommation moyenne des centrales électriques (SPE, IPP et SKTM) augmentant de 0,2 point en 2019. Par rapport à 2019 améliorés de 2,48 Th / kWh en 2018 à 2,33 Th / kWh [70].

11.2. Liquéfaction:

Forte augmentation (22%) du volume de gaz naturel traité dans les usines de liquéfaction à 17,2 milliards de m³ en 2019, causée par une demande croissante d'extraction de Clients de Sonatrach [70].

11.3. Raffinage :

Diminution (7,3%) des quantités de pétrole brut et de condensat traités au niveau de la raffinerie à 31,9 millions de tonne, ce qui peut être attribué au pétrole brut (5,1%) et au condensat (20,2), qui dans la raffinerie de Skikda (RA2K) ont été traités [70].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Le tableau ci-après donne le détail, par produit, des quantités d'énergie transformées :

Produit	Unités	2018	2019	Evolution	
				Quantité	(%)
Gaz nature. Dont :	K Tep	31 260	34 575	3 315	10,6
	10 ⁶ m ³	33 079	36 587		
➤ Unités GNL	K Tep	13 317	16 243	2 926	22,0
	10 ⁶ m ³	14 092	17 188		
➤ Centrales électriques	K Tep	17 943	18 331	389	2,2
	10 ⁶ m ³	18 987	19 398		
Pétrole brut (*)	K Tep	29 225	27 746	-1 479	-5,1
	K Tonnes	26 484	25 141		
Condensat	K Tep	5 178	4 132	-1 046	20,2
	K Tonnes	4 574	3 650		
Produits pétroliers (**)	K Tep	511	537	26	5,1
	K Tonnes	490	515		
Autres	K Tep	282	233		-17,2
Coke sidérurgique	K Tec	394	316	-49	
Charbon		8	18		
TOTAL	K Tep	66 456	67 222	767	1,2

Tableau II.5 : Transformation d'énergie (inputs) [69].

Note :

(*) : y c procession Pétrole brut a l'étranger (2,1 million de tonnes).

(**) : Quantités utilisées comme combustible dans les raffineries et dans les centrales électriques.

12. Echanges d'énergie :

12.1. Energie primaire :

Le volume total des exportations d'énergie primaire a atteint 61,7 millions de TEP en 2019 et a enregistré une baisse significative (14,9%) par rapport à 2018, qui était due au gaz naturel (30,7%) et au gaz liquéfié (5,4%). En revanche, les exportations de pétrole brut et de condensats ont augmenté de (2,3%) et (2,0%) par rapport à la même période de l'année précédente [69].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

La structure des exportations d'énergie primaire continue d'être dominée par le gaz naturel, suivi du pétrole brut.

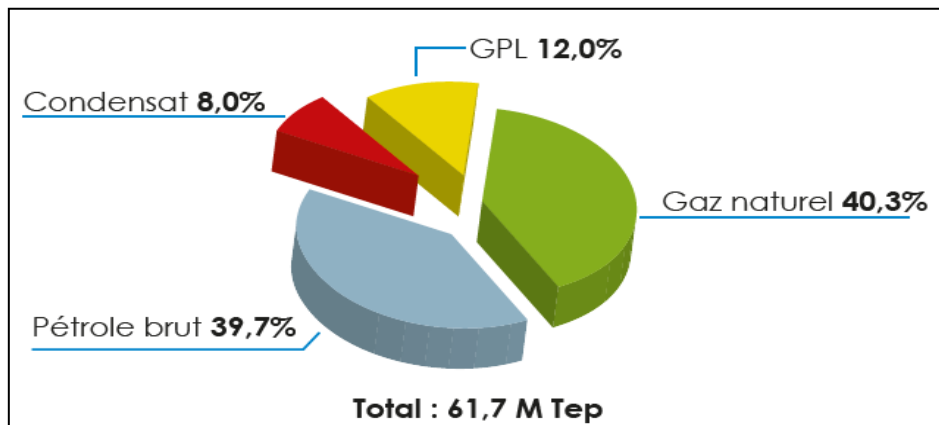


Figure II.20 : Structure des exportations d'énergie primaire [69].

En termes d'importations primaires, un volume de 182 K Tep a été importé en 2019, 21,3% de moins qu'en 2018, et concerne principalement la réduction du pétrole brut utilisé pour la fabrication du bitume.

12.2. Energie dérivée

Les exportations d'énergie dérivée ont augmenté (7,1%) à 30,4 millions de tep, principalement en raison des exportations de GNL (22,3%), qui ont largement couvert la baisse des exportations de produits pétroliers (5,4%). La structure des exportations d'énergie présumées est dominée par le GNL (51%) et les dérivés du pétrole (48%) [70].

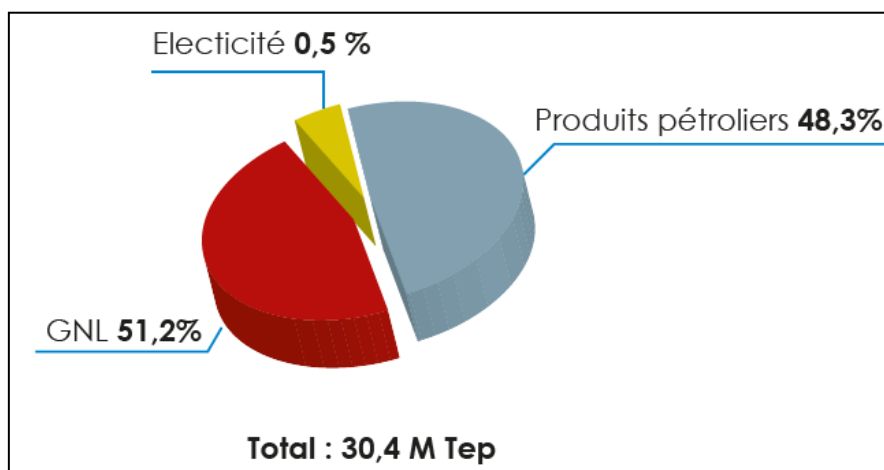


Figure II.21 : Structure des exportations d'énergie dérivée [69].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Globalement, le volume des exportations mondiales en 2019 a atteint 92,0 millions de Tep contre 100,8 millions de Tep en 2018, ce qui correspond à une baisse de 8,7%. La structure des exportations totales d'énergie est donnée ci-dessous:

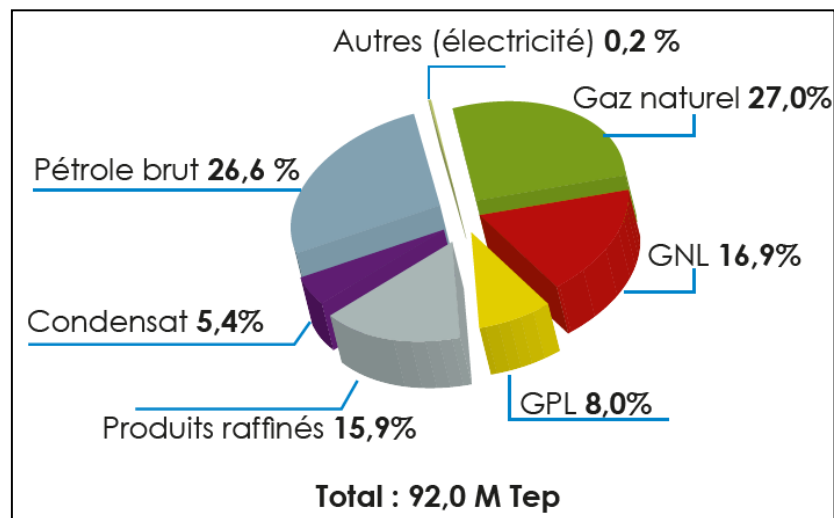


Figure II.22 : Structure des exportations d'énergie totales [69].

Cette baisse a affecté les exportations de gaz naturel, de gaz de pétrole liquéfié et de dérivés du pétrole, tandis que les exportations de GNL [69], de condensat et de pétrole brut ont augmenté, comme indiqué ci-dessous :

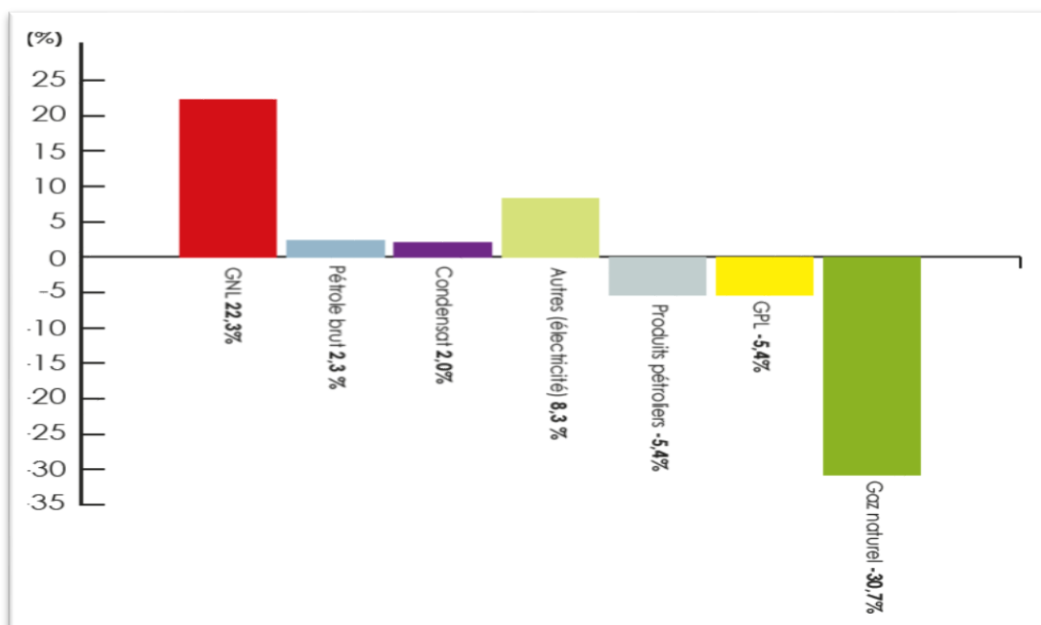


Figure II.23 : Effet du déclin des exportations mondiales sur les sources d'énergie nationales [69].

12.3. Importations :

Les importations de produits dérivés ont plus que doublé (120%) en 2019 à 2,9 millions de tep, tirées par celles des produits pétroliers (184%). La très forte reprise des importations, notamment pour l'essence (364%) et de gasoil (269%), a commencé après la fermeture du traitement du pétrole brut algérien à l'étranger depuis août 2019 [69].

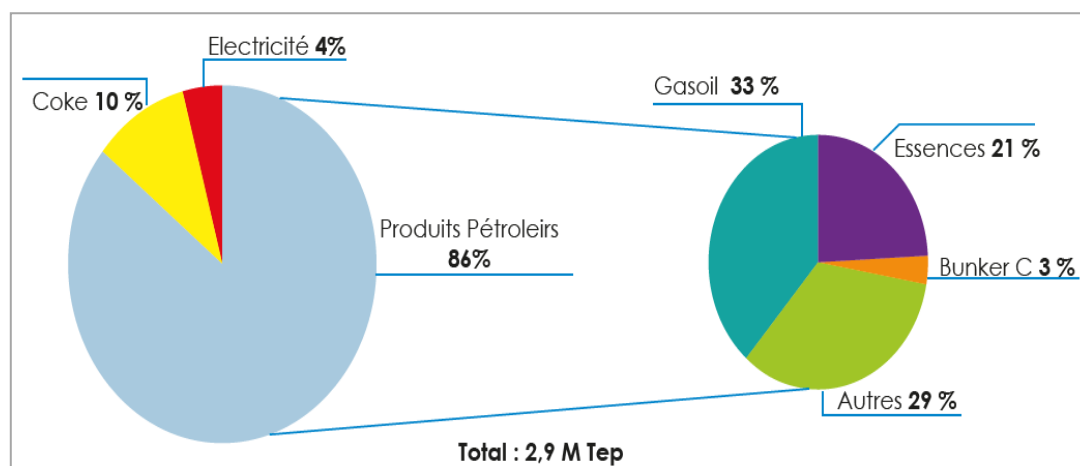


Figure II.24 : Structure des importations d'énergie dérivée [69].

12.4. Bilan des échanges :

Le solde des échanges d'énergie fait apparaître un solde d'exportation net de 89,0 millions de tep, inférieur à celui de 2018 (10,4%) après la baisse des exportations d'énergie primaire (8,7%) et l'augmentation des importations (98%).

Unité : K Tep	2018	2019	Evolution	
			Quantité	(%)
Exportations d'énergie	100 813	92 042	-8 771	-8,7
Primaire	72 437	61 661	-10 776	-14,9
Dérivée	28 375	30 381	2 005	7,1
Importations d'énergie	1 543	3 060	1 517	98,3
Primaire	233	182	-51	-22,0
Exportations Nettes	99 269	88 982	-10 288	-10,4

Tableau II.6 : Bilan des échanges d'énergie [69].

En 2019, le volume mondial d'exportation d'énergie primaire a atteint 61,7 M tep, enregistrant une baisse significative de (14,9%) par rapport à 2018, tirée par le gaz naturel

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

(30,7%) et le GPL (5,4%). le bilan du ministère, Concernant les exportations de pétrole brut et de condensats, nous marquons une hausse de (2,3%) et (2,0%) respectivement par rapport à la même période l'an dernier [69].

Selon le document, le bilan des échanges d'énergie montre "un solde d'exportation net de 89,0 Mtep, en baisse de 10,4% par rapport à 2018, suite à la baisse des exportations d'énergie. Primaire (8,7%) et augmentation des importations (98%) [71].

Ci-dessous Présenter Évolution des exportations en volume :

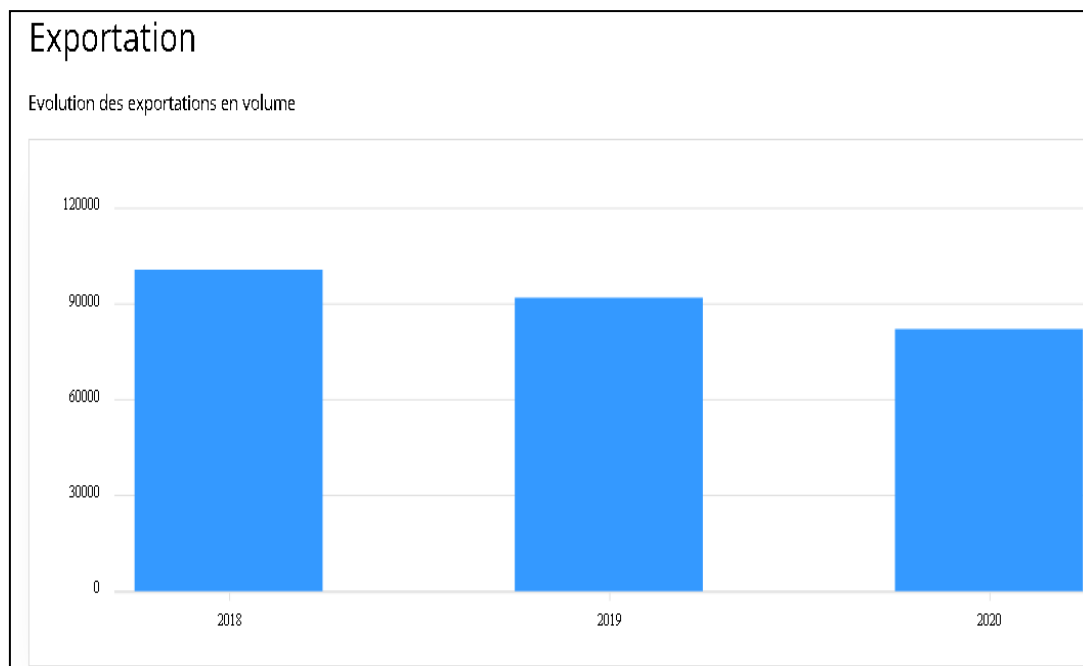


Figure II.25 : Evolution des exportations en volume en Tep entre 2018-2020 [70].

quant aux exportations d'énergies dérivées, elles atteignent 30,4 Mtep, avec une hausse de 7,1% «principalement tirée par celles du GNL (22,3%) qui ont largement couvert la baisse des exportations de produits pétroliers (5,4%) [71].

13. Consommation d'énergie

Un tiers du pétrole produit en Algérie et près de la moitié de son gaz naturel commercialisable, en plus des quantités réinjectées sous terre, sont principalement consommés localement par les ménages et le secteur des transports, réduisant la part exportable de la production lorsqu'elle décline ou au mieux stagne.

13.1. Consommation nationale totale :

La consommation nationale d'énergie (pertes comprises) a atteint 66,9 millions de Tep en 2019, soit une augmentation de 3,0% par rapport à 2018 en raison de la consommation finale (4,6%). Au contraire, la consommation non énergétique a enregistré une baisse significative (10,3%). Après la baisse de la production de gaz naturel du secteur pétrochimique [69, 70].

Unité : K Tep	2018	2019	Evolution	
			Quantité	(%)
Consommation finale	48 146	50 359	2 213	4,6
Consommations non-énergétiques	4 999	4 487	-512	-10,3
Consommations des industries énergétiques	7 278	7 395	117	1,6
Pertes	4 540	4 661	121	2,7
Consommation nationale	64 964	66 902	1 939	3,0

Tableau II.7 : Consommation nationale par agrégat [69].

La structure de la consommation nationale dans son ensemble est illustrée dans le graphique suivant:

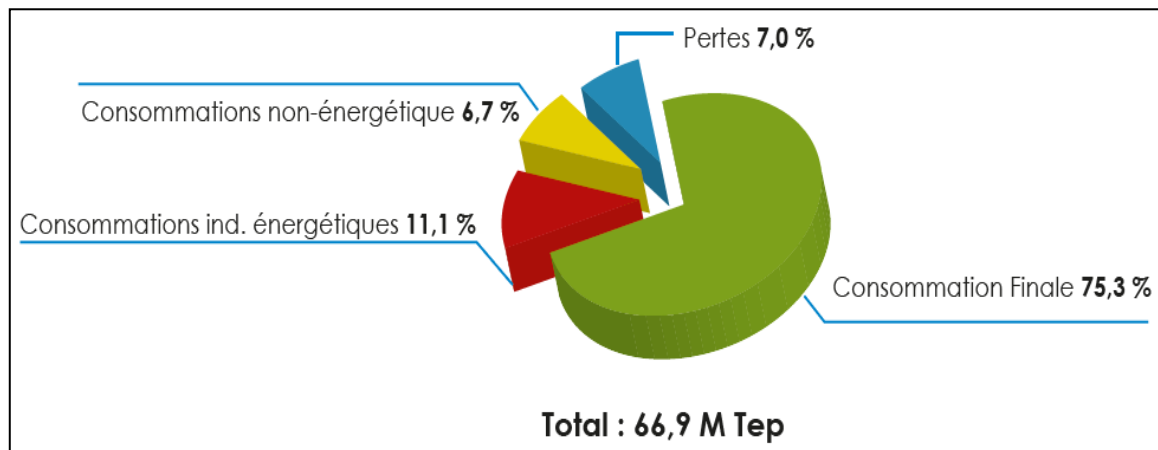


Figure II.27: Structure de la consommation nationale d'énergie [69].

Le graphique montre une augmentation de la part de la consommation finale au détriment d'autres catégories, en particulier les secteurs non énergétiques.

13.2. Evolution par forme d'énergie :

La consommation nationale a augmenté de 3,0% par rapport au niveau de 2018, tirée par celle du gaz naturel et des produits pétroliers (3,9% chacun), comme détaillé. Le gaz naturel (39%), l'électricité (28%) et les produits liquides (27%), prédominent la structure de la consommation nationale, comme illustré ci-après :

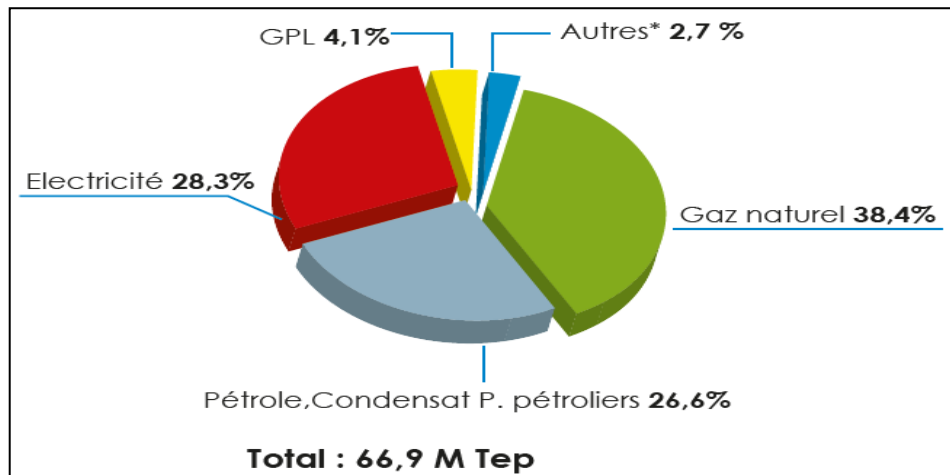


Figure II.27 : Consommation nationale par forme d'énergie [69].

13.3. Consommation nationale finale :

La consommation finale s'est élevée à 50,4 millions de tep en 2019 contre 48,1 millions de tep en 2018, ce qui correspond à une augmentation de 2,2 millions de tep (+4,6%), qui est principalement due au gaz naturel et provient moins du pétrole, du gaz liquéfié GPL et de l'électricité [69].

13.3.1. Par produit :

En ce qui concerne la répartition de la consommation finale par produit et comme le montre le graphique suivant, l'importance de la part du gaz naturel (34%) est frappante, suivie des dérivés pétroliers (32%) et de l'électricité 28%.

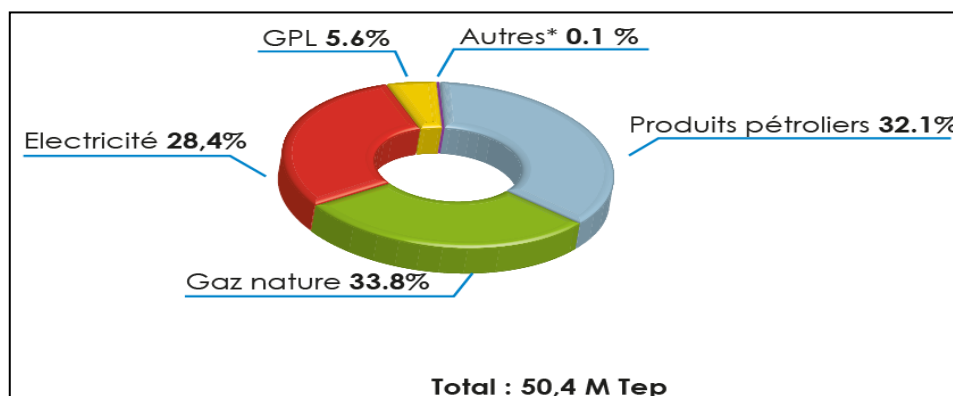


Figure II.28 : Structure de la consommation finale d'énergie par produit [69].

13.3.2. Par secteur :

Par secteur activité, l'évolution de la consommation finale en 2019 montre ce qui suit: La structure de la consommation finale reste dominée par le secteur «ménage et autres» (46,7%), suivi du transport (30,6%) et enfin de «l'industrie et la construction » Avec une part de 22,7%, comme le montre le graphique suivant:

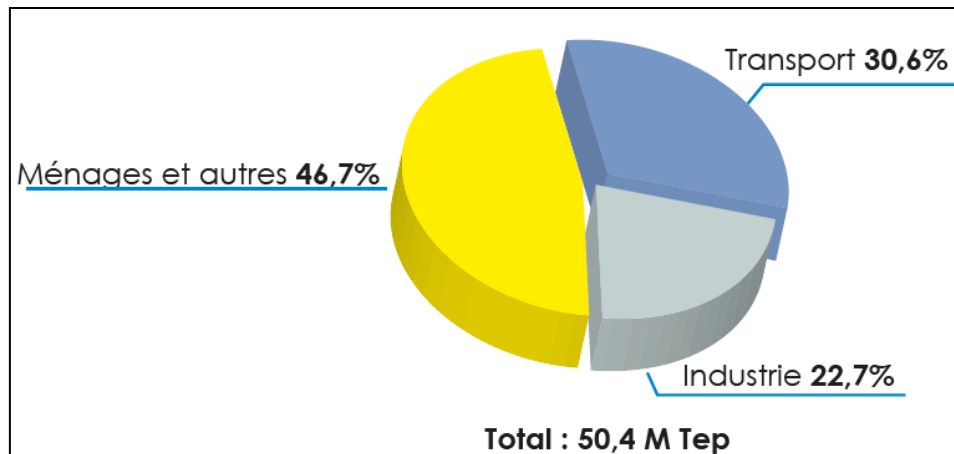


Figure II.29 : Structure de la consommation finale par secteur [69].

14. Energies renouvelables :

15. Potentiel des énergies renouvelables en Algérie :

La situation géographique de l'Algérie offre plusieurs avantages pour l'utilisation de systèmes d'énergie renouvelable en raison des conditions climatiques appropriées, notamment dans les régions du Sahara. L'Algérie, un très grand pays avec deux grandes zones géographiques différenciées, le nord de la Méditerranée et le sud du Sahara, pourrait devenir un bon concurrent dans cette course aux énergies renouvelables [72].

Cette section examine le potentiel des énergies renouvelables en Algérie et donne un aperçu des sources d'énergie renouvelables telles que l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'hydroélectricité, la géothermie et la biomasse. Avec des énergies sobres en carbone, nous pouvons réduire nos émissions de gaz à effet de serre et notre dépendance aux énergies fossiles [60].

15.1. Énergie solaire:

En raison de la grande superficie et de la diversité des conditions météorologiques, l'Algérie a un fort potentiel en énergie solaire, notamment au Sahara (régions du sud), qui se prête aux applications de l'énergie solaire comme le photovoltaïque (raccordement au réseau, électrification des villes, pompes à eau) ou énergie solaire concentrée (CSP) [72].

La durée de l'exposition solaire sur la quasi-totalité du territoire national dépasse 2000 heures par an et peut atteindre 3 900 heures (Sierra et Sahara). L'énergie est reçue annuellement sur une surface horizontale de 1 m². Soit près de 3 kWh / M2 ; au nord et dépasse 5,6 kWh / m dans le Grand Sud (TAMENRASSET) [73].

Si l'on compare l'énergie solaire au gaz naturel, le potentiel solaire algérien (correspond à) à un volume de 37000 milliards de mètres cubes, soit plus de 8 fois les réserves de gaz naturel du pays, à la différence que le potentiel solaire est renouvelable en revanche au gaz naturel. Au total, l'Algérie dispose d'un potentiel d'énergie solaire d'environ 169 900 TWh / an soit 3 900 fois sa consommation électrique actuelle pour la CSP et 13,9 TWh / an pour le PV [60].

Les détails de ce potentiel sont donnés dans le tableau 12 et la figure 41			
Domaines	Zones côtières	Hautes plaines	Sahara
Surface (%)	4	10	86
Surface (km ²)	95,27	238 ,174	2.048,297
Durée d'ensoleillement quotidienne moyenne (h)	7,26	8,22	9,59
Durée moyenne d'ensoleillement (h/an)	2650	3000	3500
a reçu une énergie moyenne (kWh/m ² /an)	1700	1900	2650
Densité d'énergie solaire quotidienne (kWh/m ²)	4,66	5,21	7,26

Tableau II.8 : Potentiel solaire en Algérie [72].

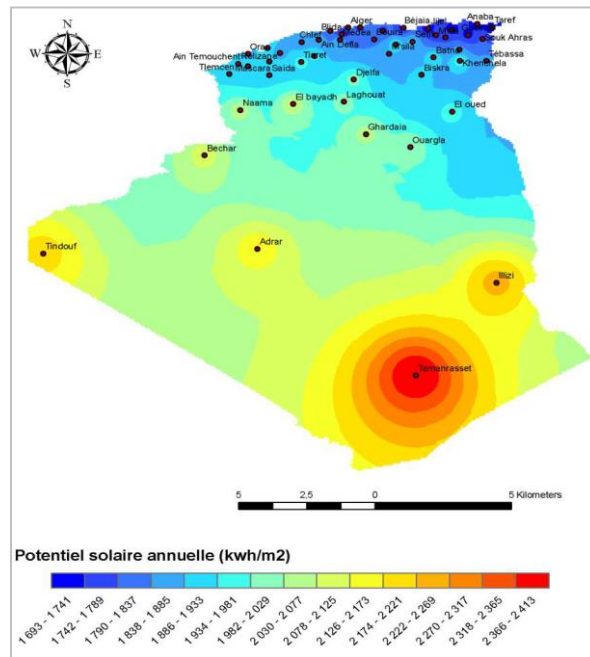


Figure II.30 : Carte d'irradiations solaires [36].

15.2. Énergie éolienne :

La ressource éolienne en Algérie se caractérise par de grandes différences d'un endroit à l'autre (voir la figure 42).

La quantité d'énergie produite par une éolienne dépend principalement de la vitesse du vent, mais aussi de la surface couverte par les pales et le vent. La densité du potentiel éolien est relativement modérée, les vitesses du vent varient entre 2 et 6 m/s. Ce potentiel énergétique est idéal pour pomper l'eau dans les hautes terres. Les meilleurs emplacements sont dans la région d'Adrar au sud, à Hassi R'mel, la région qui s'étend de Meghres à Biskra à l'est et d'El Kheiter à Tiaret à l'ouest [72].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Certains endroits le long de la côte ont des vitesses de vent moyennes de plus de 5 m / s, qui augmentent à plus de 8,5 m / s à 80 m [60], ce qui les rend aptes à l'utilisation de l'énergie éolienne comme les éoliennes ou les systèmes hybrides [72].

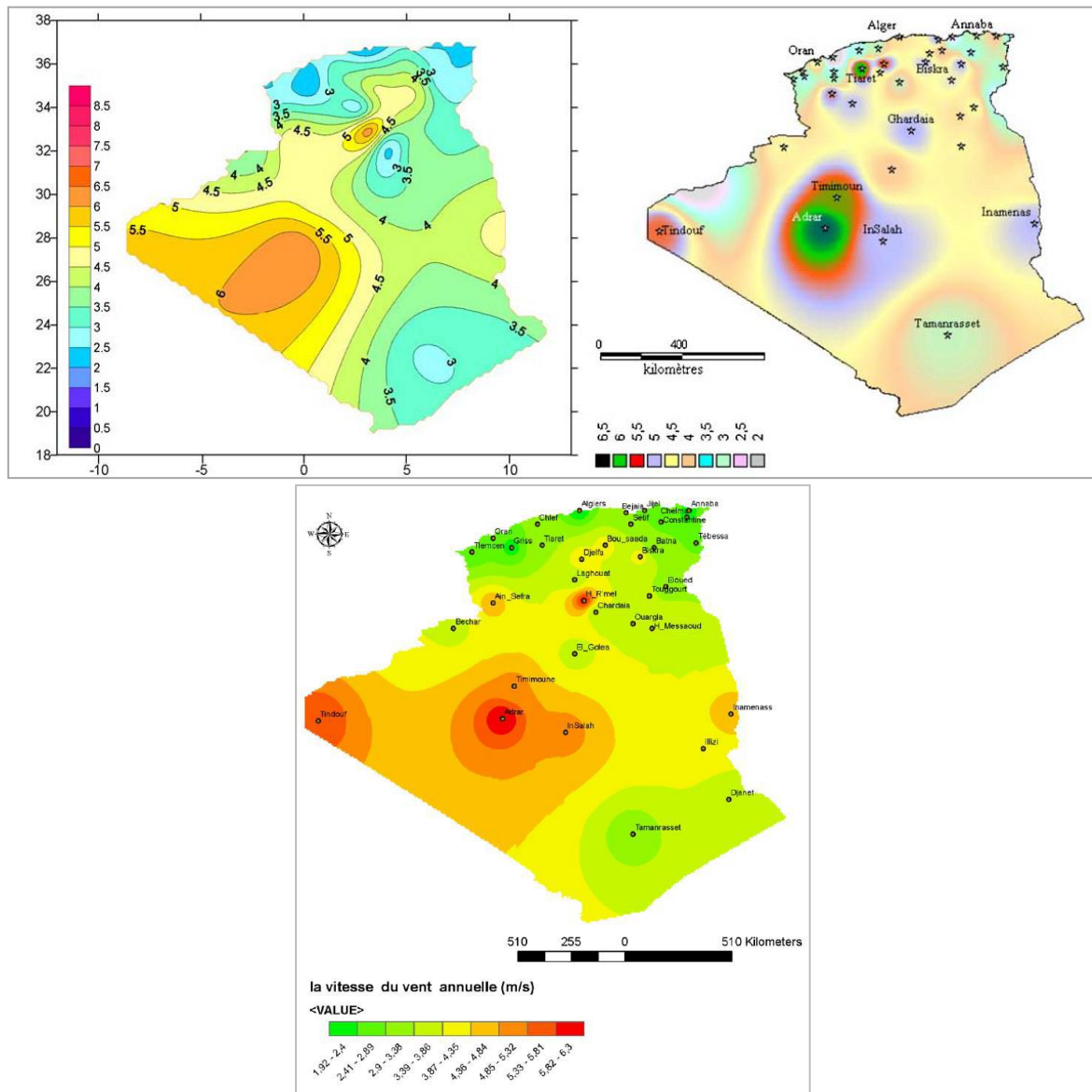


Figure II.31: Cartes de la vitesse du vent [36, 73].

15.3. Potentiel de l'hydraulique :

La quantité totale qui a débarqué en Algérie était considérable, estimée à 65 milliards m³, mais les avantages pour le pays ont finalement été très faibles: réduction des jours de précipitations, concentration dans les espaces confinés, évaporation intense et évacuations rapides vers la mer.

Les ressources de surface diminuent du nord au sud. À l'heure actuelle, on estime que les ressources disponibles et renouvelables sont d'environ 25 milliards m³, dont environ 2/3 sont des ressources en surface. 103 barrages ont été identifiés. Il y a actuellement plus de 50 barrages en fonctionnement [74].

La puissance totale installée est estimée à 270 MW, comme le montre le tableau 13.

Central hydro-électrique	Capacité installée (MW)
Darguina	71.5
Ighil Emda (Kherrata, Bejaia)	24
Mansouria	100
Erraguene	16
Souk El Djemaa	8.085
Tizi Meden	4.458
Ighzernchebel	2.712
Ghrib	7.000
Gouriet	6.425
Bouhanifia	5.700
Oued Fodda	15.600
Beni Behde	3.500
Tessala	4.228
Total	269.208

Tableau II.9 : Puissance hydroélectrique installée en Algérie par Mégawatt [74].

15.4. Potentiel de l'énergie géothermique :

La collecte de données géologiques, géochimiques et géophysiques a permis de produire une carte géothermique préliminaire. Plus de deux cents (200) sources chaudes ont été inventoriées dans le nord du pays. Environ un tiers (33%) d'entre eux ont des températures supérieures à 45 ° C [60].

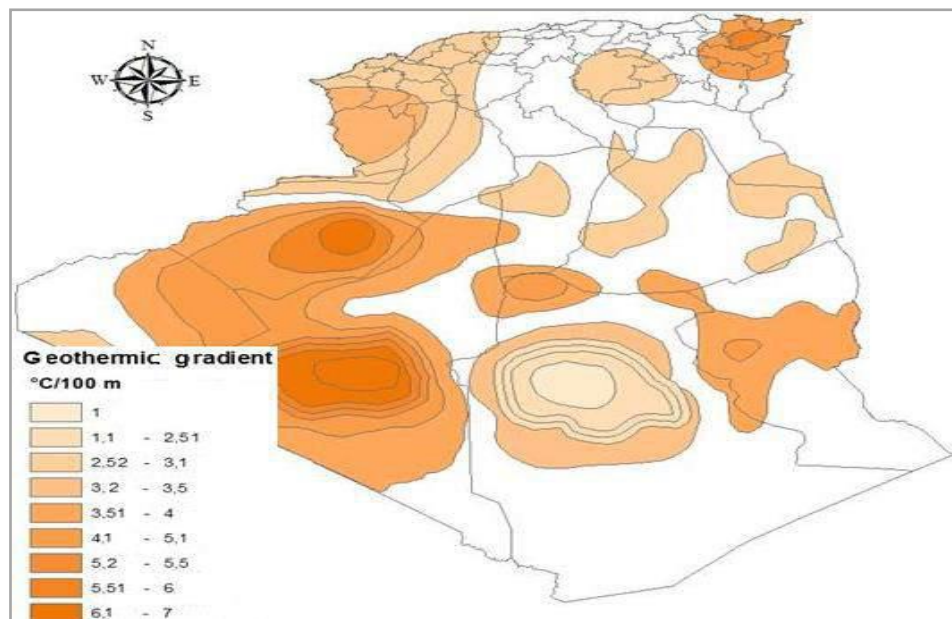


Figure II.32 : Carte des ressources géothermiques [73].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Biskra possède des sources de températures élevées pouvant atteindre 118 ° C. Les études de gradient thermique ont identifié trois zones de gradient supérieur à 5 ° C / 100 m [72] :

- Relizane et Mascara
- Zone AïneBoucif et Sidi Aïssa
- Zone Guelma et Djebel El Onk

Le potentiel total de la géothermie par rapport à l'électricité est estimé à 700 MW.

15.5. Potentiel de la Biomasse :

Le potentiel de biomasse est relativement limité. La superficie forestière couvre environ 250 millions d'hectares et représente 10% de la superficie totale du pays, dans laquelle le Sahara couvre près de 90% du territoire. Les forêts couvrent une superficie d'environ 4,2 millions d'hectares. Cela correspond à 1,8% de cette superficie, alors que les zones alfatières n'occupent que 2,5 millions d'hectares environ, soit un peu plus de 1% l'étendue du territoire. Les superficies dites improductives couvrent plus de 188 millions d'hectares, qui représentent 79% du potentiel de superficie actuel, il est estimé à environ 37 Mtep [73].

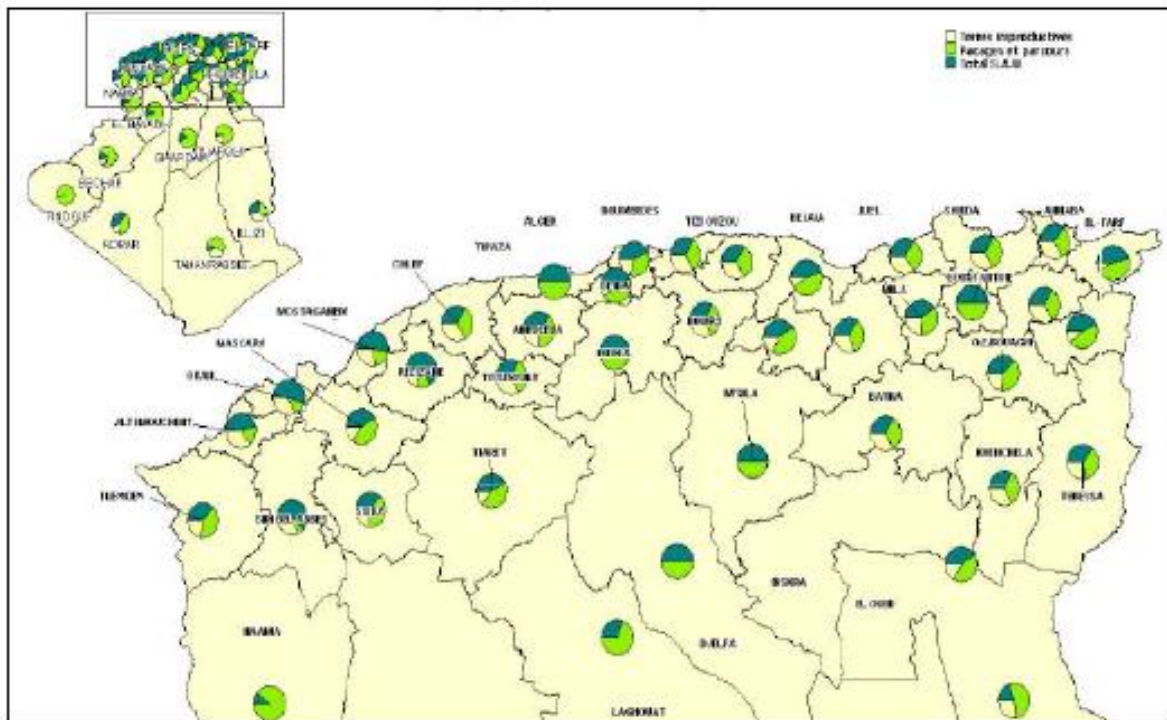


Figure II.33 : Répartition des terres utilisées par l'agriculture [60].

Le potentiel réalisable est de l'ordre de 3,7 millions de tep. Le taux de recyclage actuel est d'environ 10%, 5 millions de tonnes de déchets urbains et agricoles ne sont pas recyclés, ce potentiel correspond à un dépôt d'environ 1,33 million de Tep / an [72].

Chapitre II : Contexte énergétique mondial et national

Enfin, nous concluons, avec des colonnes graphiques qui résument la production d'énergies renouvelables en Algérie sur la période (2011-2020) :

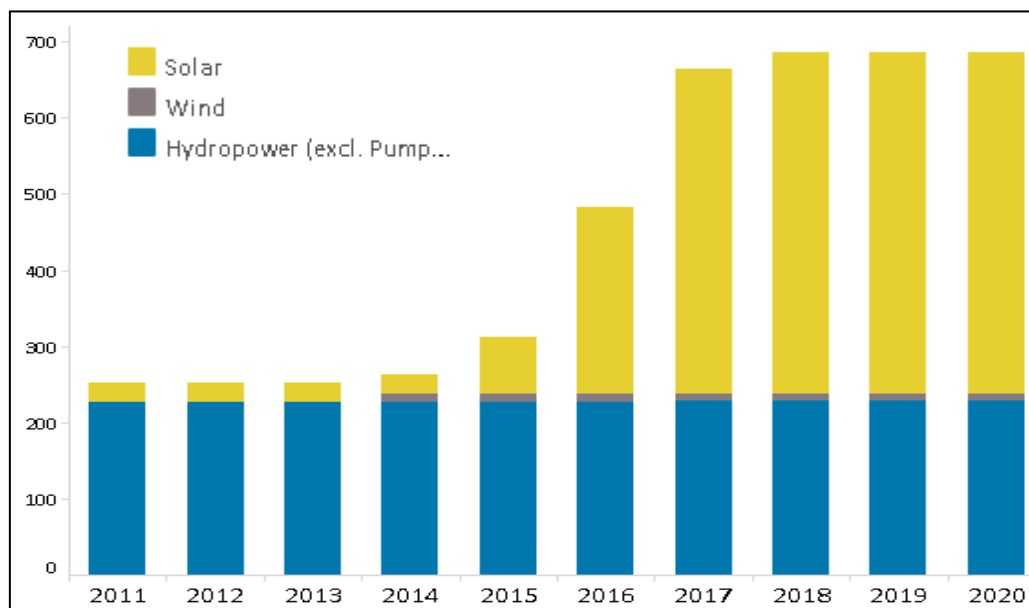


Figure II.34 : Production d'énergies renouvelables en MW en Algérie sur la période (2011-2020) [75].

16. Contexte environnemental nationale :

L'Algérie est aujourd'hui confrontée à de nombreux problèmes liés à la gestion des ressources naturelles (eau, espaces), la lutte contre les pollutions et nuisances, la protection et la préservation du patrimoine culturel et la lutte contre le réchauffement climatique. Et a adopté diverses plusieurs stratégies et programmes pour relever ces défis [60].

16.1. Intérêt de l'Algérie pour les problèmes de l'Environnement :

L'Algérie s'intéresse a ce qui suit [60]:

- Participation aux travaux de la première Conférence mondiale à Stockholm en 1972 sous les auspices des Nations Unies : L'environnement est un problème planétaire ; Toute politique à long terme ne peut être envisagée que dans un contexte international.
- Le Comité National de l'Environnement (C.N.E) a été fondé en 1974 : un organe consultatif dont la mission est de proposer les éléments essentiels de la politique environnementale dans le cadre de l'aménagement du territoire et du développement économique et social.
- Loi 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.
- Création de l'Agence Nationale pour la Protection de l'Environnement (A.N.P.E.).

16.2. Coopération Internationale :

En terme les coopération internationale liées a l'environnement nous citons [60]:

- Projet PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement) : Renforcement des capacités nationales pour la protection de l'environnement.
- Projet de coopération avec GTZ-Allemagne (Deutsche Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit) : gestion des déchets solides et rejets liquides (GIZ, 2014).
- Projet avec le Fonds Mondial pour l'Environnement.
 - Mise en place d'un système de gestion de la pollution pétrolière.
 - Élaboration de stratégie et programme national sur la diversité biologique.
 - Programme d'action pour la Méditerranée consacré à la pollution d'origine tellurique.
- Projet avec le METAP (Programme d'Assistance Technique pour l'Environnement en Méditerranée):
 - Plan national d'action environnementale.
 - Gestion et planification des zones sensibles.
- Projet avec le Plan d'Action pour la Méditerranée (PAM) : développement durable du littoral algérien (PNUE-PAM, 2015).
- Projet avec la Banque Mondiale : contrôle de la pollution industrielle (Annaba).

IV. Conclusion:

Ce chapitre décrit l'état actuel de l'énergie au niveau mondial et national en ce qui concerne les ressources, la production et la consommation ainsi que l'état des infrastructures régionales existantes, et leurs effets sur l'environnement. Le contexte énergétique montre que l'économie algérienne, historiquement dépendante des hydrocarbures conventionnels, doit se tourner au plus vite vers d'autres sources d'énergie, principalement renouvelables, afin de se diversifier et de sortir de ces sources de financement. Les énergies renouvelables sont essentielles pour organiser ce défi.

L'intégration des énergies renouvelables nous permet d'une part de maintenir un environnement propre et sain et d'autre part d'assurer la protection de la biodiversité. Et en cela, la crise du Covid-19 a rendu un service inestimable à la planète.

CHAPITRE 3 :

La transition énergétique en
Algérie, enjeux, défis et
horizons

V. Introduction :

L'Algérie est située dans la ceinture solaire et a un grand potentiel pour l'énergie solaire. En 2011, le ministère algérien de l'Énergie et des Minéraux (MEM) a promulgué la loi n° 11-11 pour financer et soutenir les projets d'énergie renouvelable et jeter les bases des futurs projets d'énergie renouvelable et du développement durable du pays. La loi est considérée comme une incitation supplémentaire à prendre des mesures visant à minimiser la consommation excessive d'énergie conventionnelle associée à l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone et aux fluctuations des prix du pétrole et du gaz.

L'Algérie amorce une dynamique d'énergie verte en lançant un programme ambitieux de développement des énergies renouvelables (ER) et d'efficacité énergétique. Cette vision du gouvernement algérien s'appuie sur une stratégie axée sur la mise en valeur des ressources inépuisables comme le solaire et leur utilisation pour diversifier les sources d'énergie, en plus du GPL et de son expérience dans le pays, et préparer l'Algérie de demain. Grâce à la combinaison des initiatives et des intelligences, l'Algérie s'engage dans une nouvelle ère énergétique durable. Et nous présenterons également quelques enjeux concernant ce sujet.

1. Transition énergétique en Algérie :

La demande énergétique nationale est en croissance régulière afin de répondre aux besoins d'une population croissante et au nouveau niveau de vie.

La population algérienne était de 33 millions d'habitants en 2005, avec une consommation énergétique de 17 millions de tonnes équivalent pétrole (Tep), (soit 0,51 Tep par habitant et par an). En 2015, pour une population de 40 millions d'habitants, il s'élevait à 58 millions de tep, soit 1,45 Tep par habitant et par an. En 2030, elle devrait être de l'ordre de 2 Tep par habitant et par an, pour une population répartie de 50 millions d'habitants et une consommation de l'ordre de 100 millions de Tep [76].

Pour cette raison, face à l'augmentation continue de la demande énergétique interne, l'offre d'énergies fossiles (pétrole et gaz naturel) semble impossible à maintenir indéfiniment la croissance, et les ressources en énergies fossiles sont limitées par définition. Le niveau de production d'énergie fossile dépend non seulement des réserves, mais aussi des investissements.

Ainsi, dès 2030, on constate que la limite de production d'énergie est proche de la consommation énergétique nationale, notamment la limite de production de pétrole. Cette situation est exacerbée par des facteurs géopolitiques. Des solutions doivent également être trouvées pour limiter les effets du réchauffement climatique.

La transition énergétique est sans aucun doute l'un des plus grands défis de notre temps, et nous ne pouvons le réaliser que collectivement. Que nous soyons acteurs du secteur public ou privé, voire de la société civile, chacun ne doit pas hésiter à s'engager à faire évoluer ses pratiques personnelles et professionnelles et à considérer l'énergie comme une denrée précieuse [76].

Selon l'Union européenne, les principaux obstacles au développement des énergies renouvelables sont [72]:

❖ Institutionnel, politique et législatif :

- Absence d'une trajectoire stable et efficace des politiques d'énergies renouvelables.
- Absence de réglementation et d'incitations ou application manquante, absence (ou insuffisance) des mécanismes de réduction des droits douaniers de la TVA sur l'importation de composants et équipements d'énergies renouvelables.

❖ Financement et secteur privé :

Le secteur privé est sévèrement contraint par les réglementations et le cadre en vigueur :

- Les entreprises algériennes ne pouvaient pas contracter d'emprunts bancaires à l'étranger, jusqu'en 2015, sauf autorisation. De plus, les investisseurs étrangers doivent pour chaque investissement créer une société avec des partenaires algériens qui détiennent 51% du capital. Ce traitement différencié des Investissements Directs Etrangers (IDE) constitue avec le régime de contrôle des changes et le caractère non exportable du dinar algérien une barrière importante pour attirer les investisseurs étrangers.

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

- L'industrie locale des ER ne bénéficie d'aucune incitation spécifique efficace pour se développer.
- Coût élevé du financement (prêts et fonds propres) et du capital (prêts) et manque d'accès aux capitaux et aux institutions financières.
- Manque de diversité des mécanismes incitatifs et de soutien à la promotion des investissements dans les énergies renouvelables.

❖ **Capacité, connaissances et éducation aux énergies renouvelables :**

- Faiblesse des infrastructures de support pour les technologies des énergies renouvelables (laboratoires d'essais, main d'œuvre qualifiée, fabrication locale de composants et pièces détachées).
- Formation et éducation insuffisantes au niveau universitaire ou formation sur les domaines des énergies renouvelables professionnels de l'énergie pour répondre aux besoins du programme national des énergies renouvelables.
- Un faible nombre d'experts dans le domaine des énergies renouvelables.
- Étude des énergies renouvelables axée uniquement dans le programme de master post universitaire et la thèse de doctorat.
- Un faible nombre de conférences et séminaires concernant le domaine des énergies renouvelables.
- Faible coordination entre les universités, les centres de recherche et le secteur industriel.
- Faible publicité de l'importance des énergies renouvelables pour la population dans les systèmes éducatifs, les journaux et la télévision.
- Manque de sensibilisation sur les avantages des énergies renouvelables et faible connaissance des agriculteurs sur l'importance du pompage photovoltaïque, en particulier dans les zones reculées.

2. Enjeux de la transition énergétique en Algérie:

La transition énergétique présente plusieurs défis pour l'Algérie. Sur la voie du développement des énergies renouvelables qui recouvre de multiples enjeux énergétiques, économiques et environnementaux.

2.1. Enjeux énergétiques :

2.1.1. Réduire les inégalités d'accès à l'énergie :

Comme tout autre pays en développement, l'Algérie est confrontée au problème d'accès à l'énergie, notamment lorsqu'il s'agit de sites isolés du sud et des zones rurales où les secours sont difficiles.

Cependant, le rôle des énergies renouvelables dans le cadre de la politique énergétique nationale est bien de répondre à la demande énergétique notamment sur les sites isolés qui sont hors réseau (réseaux de gaz naturel et d'électricité)

L'utilisation en Algérie de l'énergie solaire photovoltaïque a été une expérience réussie pour faire face et garantir l'accès aux ressources énergétiques, nous citons à partir de cela l'expérience de 20 villages solaires dans le sud du pays (comme Tin zaouatine) [77].

2.1.2. Économiser les combustibles fossiles

La consommation nationale d'énergie croît en moyenne de 7 % par an. Cette consommation représente plus du tiers de la production énergétique nationale (38%). Ainsi, si la consommation d'énergie se maintient à son rythme de croissance actuel, tout comme ces dernières années, la facture énergétique du pays pourrait atteindre 80 milliards de dollars en

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

2030 pour une consommation nationale de 100 millions de tep. Ce sont des statistiques troublantes sachant que l'économie algérienne repose essentiellement sur le marché fossile (revenus pétroliers et gaziers) (36% du PIB, 70% des revenus publics, et 98% des exportations) et que la production en question est en constante baisse.

Si l'Algérie a pu soutenir ses besoins énergétiques grâce à ses importantes ressources pétrolières et gazières, l'exploitation de ces hydrocarbures aurait diminué en raison de sa quantité finie et ne pourra probablement pas absorber l'augmentation régulière de la consommation énergétique algérienne à un certain point. Le Programme Énergie Renouvelable s'est fixé comme objectif de réduire la consommation d'énergie fossile de 9 % d'ici 2030 [77].

Selon le programme national d'économies d'énergie et d'efficacité énergétique, les énergies renouvelables parallèlement au modèle économique de consommation d'énergie permettraient de réaliser des économies de pétrole et de gaz de l'ordre de 50 à 60 % d'ici 2030. L'objectif principal du nouveau programme d'énergies renouvelables qui est les 22.000 MW de production d'électricité, permettra d'économiser environ 300 milliards de m³ de gaz naturel, soit environ le rythme de 11 milliards de m³ de gaz par an [77].

2.2. Enjeux économiques :

2.2.1. Développement des activités économiques dans le cadre d'une économie verte :

L'économie verte est l'activité économique « qui se traduit par une amélioration du bien-être humain et de l'équité sociale tout en réduisant considérablement les risques environnementaux et la rareté des ressources » [78].

L'économie verte vise donc à coordonner les enjeux énergétiques et environnementaux avec les objectifs de développement économique et d'équité sociale.

L'Algérie, à travers son nouveau plan de croissance quinquennal (2015-2019), considère l'économie verte comme un moteur de développement et de progrès technologique. La transition énergétique et le développement de la filière verte font partie de cet objectif. L'augmentation des investissements dans les secteurs/secteurs de l'économie verte (énergies renouvelables, efficacité énergétique, agriculture et pêche durables, gestion de l'eau et des déchets, écotourisme, transport durable, construction écologique, plantes médicinales, services environnementaux, etc.) peut augmenter le ratio de consolidation de l'industrie (actuellement environ 10 à 15 %) et la création d'emplois [77].

2.2.2. Création d'emplois :

Il existe de nombreux types d'emplois dans le secteur des ER qui peuvent être classés en deux types, soit des emplois directs comme la production ou la génération d'énergie, et l'installation, la construction de sites, la maintenance) ou des emplois indirects tels que la vente, les études de conseil et la formation (principalement chaque travail qui traite de l'administration). Habituellement, le nombre d'emplois est très élevé dans les phases de construction et d'installation, et il est réduit dans les domaines de la maintenance, de la promotion, de la formation, Avec un nombre estimé de 3 000 postes dans le domaine des énergies renouvelables, dont dispose l'Algérie, Ces emplois regroupent les activités suivantes: une vingtaine de PME, spécialisées dans l'installation et la maintenance d'équipements solaires, employant en moyenne 5 à 40 personnes [77].

Les entreprises dotées de structures de Recherche et développement ont créé des emplois dans le domaine des ER, comme les anciennes sociétés NEAL et Sonelgaz (CREDEG), des entreprises fabriquant des équipements solaires comme Rouiba éclairage et

EDIELEC, et une dizaine de bureaux d'études pour les études dans le domaine des ER à 10 personnes sont embauchées). Il existe des emplois comme la maintenance des sites solaires de Sonelgaz au centre hybride Hassi R'mel ou des emplois dans différentes entités de recherche telles que le CDER, l'UDTS, les centres de recherche universitaires, et les laboratoires universitaires, Selon les estimations du gouvernement, le programme RE créera à terme 137 000 emplois directs et indirects dans la production d'électricité, d'ici 2025. le PNREE prévoit de réaliser 67 projets ER pour la production d'électricité à partir de sources renouvelables qui porteront la capacité installée à 22 000 MW en 2030, et augmentera ainsi le nombre d'emplois dans le domaine des ER de 3 000 actuellement à 252 000 en 2030) [77].

Des mesures politiques et financières sont indispensables pour assurer la sécurité énergétique dans toute l'Algérie, même si le pays entend être un futur producteur d'énergie renouvelable. La formation de générations de cadres conscients des problèmes engendrés par la disparition lente et inéluctable des énergies fossiles doit commencer dès aujourd'hui pour que la société de demain puisse développer les habitudes nécessaires à la survie en protégeant l'environnement, les écosystèmes, tout simplement la planète [79].

2.3. Enjeux climatiques :

Les énergies renouvelables représentent un élément majeur dans la protection de l'environnement en Algérie. Leur développement vient en réponse aux problèmes environnementaux et à toutes les émissions de gaz à effet de serre (pour la réduction des quantités de CO₂) qui menacent le système écologique, c'est aussi un moyen de lutter contre la désertification dont souffre le pays depuis plusieurs années. L'Algérie participerait aux efforts requis par le développement durable, avec une stratégie nationale de l'environnement en place, un plan d'action pour l'environnement et le développement durable (2002-2012), un plan de développement régional. (2010-2030) et un Plan National Climat (2015-2050). Le développement des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est l'objectif principal de cette stratégie [77].

L'un des objectifs du « Protocole de Kyoto » est de vulgariser l'utilisation des énergies renouvelables. Le protocole vise à trouver des solutions aux problèmes environnementaux et climatiques en vulgarisant l'utilisation des énergies renouvelables. Il est à noter que l'impact de la dégradation de l'environnement et du changement climatique sur l'Algérie avait affecté son PIB de 7% [80].

2.4. Enjeux industriels et technologiques:

En ce qui concerne la formation, les études, la fabrication et la recherche et développement dans le domaine des énergies renouvelables, les plans d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique devraient devenir le vecteur directeur du développement des structures industrielles et technologiques. Le renforcement de la structure industrielle et technologique est l'axe fondamental du développement des énergies renouvelables. « La capacité à fabriquer des matériaux utilisés dans divers composants avec des méthodes de production d'énergie renouvelable (silicium, panneaux photovoltaïques, miroirs, etc.) est cruciale [77].

Le taux d'intégration des capacités industrielles de 2021 à 2030 devrait être supérieur à 80 %. Sonelgaz à Ruiba a commencé à produire des panneaux photovoltaïques, et le Groupe Condor à Bordj Bouariredj, ce qui est un bon signe du développement des capacités

industrielles dans le secteur des énergies renouvelables. Il existe également des capacités dans le domaine du verre miroir. CEVITAL est membre de l'alliance « Desertec Industrial Initiative » (DII) et dispose de trois lignes de production de verre miroir pour CSP avec une capacité de production de v 600, 700 et 900 tonne/jour [77].

3. La réussite de la Transition énergétique :

L'énergie est liée à l'avenir économique et sécuritaire de l'Algérie. Toute décision importante doit être préalablement analysée par la Commission nationale de l'énergie. Le Président de la République a annoncé la création de la Commission. La Commission est la seule autorité pour définir la future politique énergétique et cela devrait être constitutionnalisé. C'est l'observation en six axes de la transition énergétique 2020/2030 de l'Algérie proposée par le professeur Abderrahmane Mebtoul [81].

Le premier axe est d'améliorer l'efficacité énergétique car il est difficile de programmer deux (02) millions de logements selon les normes de construction anciennes qui nécessitent une forte consommation d'énergie alors que les techniques modernes permettent d'économiser 40 à 50% de la consommation.

Le deuxième, du fait que les énergies traditionnelles constitueront encore le principal mix énergétique pour les 10 à 15 prochaines années. L'Algérie doit repenser la politique de subvention qui doit être ciblée pour les produits énergétiques, un dossier qui a été géré avec le cabinet de conseil américain Ernest Young et avec les cadres du ministère de l'Énergie et de la Sonatrach. M. mebtoul a présenté à la Commission économique de l'APN en 2008, évoquant une nouvelle politique de prix (prix de transfert du gaz sur le marché domestique environ un dixième du prix international provoquant un gaspillage de ressources qui sont temporairement gelées pour des raisons sociales [81].

Le troisième axe. L'Algérie a décidé d'investir en amont pour de nouvelles découvertes. Cela implique, sur le renouveau des négociations internationales, de repenser la mondialisation actuelle qui produit des inégalités criantes, nécessitant de nouveaux mécanismes. Et avec des innovations technologiques qui ont permis de réduire les coûts, et de façonner les économies d'échelle influençant la recomposition de la puissance économique mondiale et de la gouvernance locale et mondiale. Le monde de demain sera dominé par les nouvelles technologies, l'intelligence artificielle qui influencera la gestion des entreprises, les administrations, les systèmes politiques et nos comportements dont le fondement est la bonne gouvernance, la primauté de la connaissance et de l'éducation. , la santé et les nouvelles activités créatrices de valeur dont la culture et les loisirs [81].

Le quatrième axe est le développement des énergies renouvelables, combinées thermique et photovoltaïque, dont le coût global de production a baissé de plus de 50 %, et il y en aura plus à l'avenir. L'Algérie a tout pour développer l'utilisation de l'énergie solaire. Outre la bonne technologie et l'équipement pour exploiter ce don sous forme d'électricité. La production à grande échelle permet de réduire significativement les coûts tout en favorisant un grand nombre de PMI et de petites et moyennes entreprises en aval, et en renforçant la structure industrielle des énergies propres (éco-industrie). La promotion des énergies renouvelables nécessite d'importants investissements en investissement et en recherche et développement. Le fonds pour les technologies des énergies renouvelables décidé par le Conseil des ministres, Le ratio du fonds pour les technologies des énergies renouvelables

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

décidé en Conseil des ministres est passé de 0,5% de la rente hydrocarbures à 1% et devrait être revu à la hausse à un minimum de 3% afin de permettre un soutien entre le tarif garanti permettant la rentabilité des investissements. Grâce aux revenus d'hydrocarbures apportés au fonds, l'Algérie peut éviter de répercuter ces investissements sur les consommateurs à faibles revenus comme l'a fait l'Allemagne. L'Algérie a reçu à la mi-juillet 2011 une centrale hybride à Hassi R'mel d'une capacité totale de 150 000 milliards de watts, dont 30 MW issus d'une combinaison de gaz naturel et d'énergie solaire. Cette expérience est très intéressante. A mon sens, la combinaison de 20% de gaz naturel traditionnel et 80% d'énergie solaire, c'est considéré comme un axe important pour réduire les coûts et maîtriser la technologie [81].

Le cinquième axe, l'Algérie entend construire sa première centrale nucléaire en 2025 pour faire face à la croissance rapide de la demande d'électricité. Selon le ministre de l'Énergie et des Minéraux, le 19 mai 2013, une centrale nucléaire a été créée sous l'égide de l'Institut d'ingénierie, pour former des ingénieurs et du personnel technique, qui seront responsables de l'exploitation de la centrale. Selon les données du ministère de l'Énergie, les réserves prouvées d'uranium de l'Algérie sont d'environ 29 000 tonnes, ce qui est suffisant pour faire fonctionner deux centrales nucléaires d'une capacité de 1 000 mégawatts pendant 60 ans. Les ressources humaines sont la clé. Comme toutes les formes de production d'énergie, donc le gouvernement doit trouver un moyen de contrer la fuite massive des cerveaux que connaît l'Algérie, Il faut résoudre les problèmes récurrents des chercheurs nucléaires (cela vaut pour tous les chercheurs) qui réclament depuis des années clarifier leur statut et augmenter leur valeur en supprimant les barrières bureaucratiques qui entravent la recherche, en fournissant notamment un meilleur environnement pour la recherche [81].

Le sixième est l'option pétrole/gaz de schiste pas avant l'horizon 2025 qui procurera un profit moyen là où l'Algérie possède le 3ème réservoir mondial selon les études (internationales) introduites dans la loi des hydrocarbures, le dossier que le gouvernement a remis en janvier 2015 .

L'Algérie étant un pays semi-aride, le problème de l'eau étant un enjeu stratégique au niveau méditerranéen et africain, donc un large débat national est nécessaire, pour faire face aux risques de pollution des eaux souterraines du fait de l'exploitation de cette source d'énergie, des stratégies doivent être faites pour respecter et maîtriser la consommation d'eau douce (les nouvelles techniques peu consommatrices d'eau ne sont pas encore développées, malgré le recyclage, quel en sera le coût, en fonction de l'achat de savoir-faire), pour extraire un milliard de mètres cubes de gaz il faut 1 million de mètres cubes d'eau douce et à prendre en compte les coûts (en plus de l'achat de brevets) pour forer plusieurs centaines de puits moyens pour un milliard de mètres cubes de gaz. Sans parler de la courte durée de vie de ces gisements et de la nécessaire entente avec les pays riverains partageant ces aquifères [81].

4. Programme national d'énergie renouvelable

Le Programme National des Energies Nouvelles et Renouvelables a été adopté par le gouvernement afin de poursuivre la voie des énergies renouvelables comme solution aux défis environnementaux et aux problèmes de préservation des ressources énergétiques d'origine fossile [82].

Cet ambitieux programme de développement des énergies renouvelables a été adopté par le gouvernement en février 2011 et révisé en mai 2015.

L'Algérie se lance dans une nouvelle ère d'énergie durable à travers le dernier programme d'énergies renouvelables qui stipule d'installer une énergie d'origine renouvelable capable de fournir 22000 MW d'ici 2030 pour le marché national,

A travers ce plan d'énergies renouvelables, l'Algérie investit massivement dans la production d'électricité dans les secteurs photovoltaïque et éolien en intégrant biomasse, cogénération, géothermie et solaire thermique après 2021. Ces filières énergétiques deviendront des moteurs de développement économique durable et pourront promouvoir de nouveaux modèles de croissance économique.

À l'horizon 2030, 37% de la capacité installée et 27% de la production d'électricité seront d'origine renouvelable.

Le programme des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique est développé en cinq éléments fondamentaux :

- Les capacités à installer par domaine d'activité énergétique.
- Le programme d'efficacité énergétique.
- Les capacités industrielles à développer pour accompagner le programme.
- La recherche et développement.
- Les mesures initiatives et réglementaires.

Du fait que l'énergie solaire domine fortement le potentiel national des énergies renouvelables, l'Algérie considère cette énergie comme une opportunité et un levier de développement économique et social, notamment lorsqu'il s'agit de la mise en place d'industries créatrices de richesse et d'emplois.

Cela n'exclut cependant pas le lancement de nombreux projets de construction de parcs éoliens et la mise en œuvre de projets expérimentaux dans les domaines de la biomasse, de la géothermie et de la cogénération [83].

L'Algérie prévoit également d'installer certaines unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies de dessalement de la biomasse, de la géothermie et de l'eau saumâtre par les différents secteurs des énergies renouvelables Figure 46.

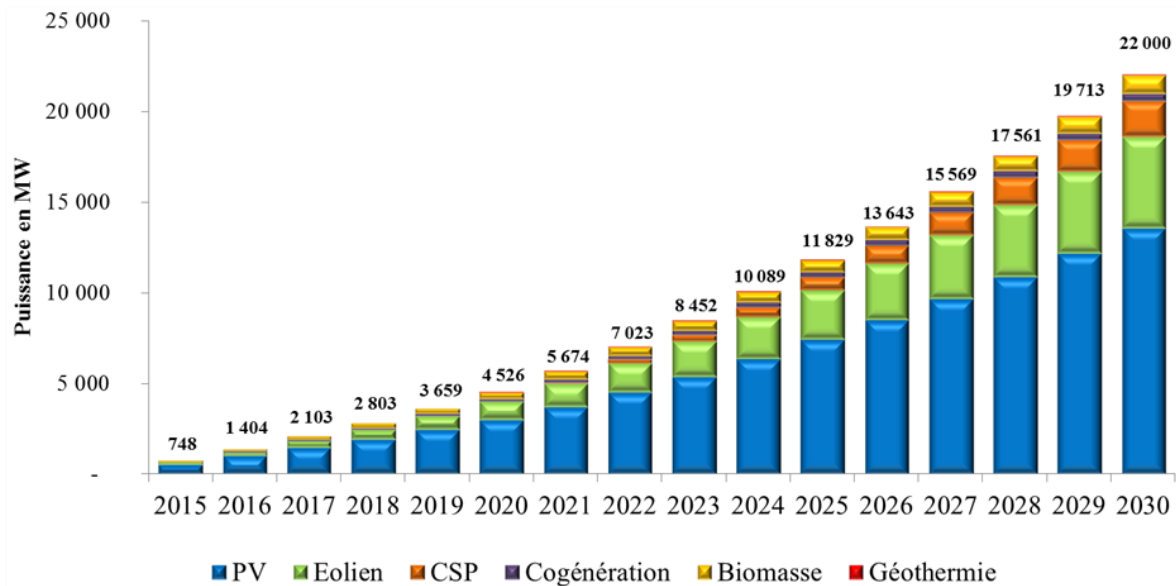


Figure III.1 : Programme en énergies renouvelables 2015-2030 [83].

La révision du programme national concerne principalement le développement du photovoltaïque et de l'éolien à grande échelle, l'introduction de la biomasse (recyclage des déchets), la cogénération et la géothermie, ainsi que le report, à 2021, du développement du solaire thermique (CSP). Le plan est passé par la première phase, qui est consacrée à la mise en œuvre de projets pilotes et à l'expérimentation des différentes technologies disponibles. Au cours de laquelle des éléments pertinents concernant les évolutions technologiques des secteurs considérés sont apparus sur la scène énergétique qui a conduit à la révision du programme. Conformément à la réglementation en vigueur, la réalisation de ce programme national est ouverte à tous types d'investisseurs du secteur qu'ils soient nationaux, étrangers, publics ou privés [83].

De 2015 à 2030, la cohérence du plan d'énergies renouvelables mis en œuvre pour répondre aux besoins du marché national est de 22 000 MW, dont plus de 4 500 MW seront atteints d'ici 2020. Le plan comprend le développement de grande échelle des capacités photovoltaïques et éoliennes. À partir de 2021, l'énergie solaire thermique (CSP) sera introduite pour développer la biomasse, la cogénération et les champs géothermiques à grande échelle. Des capacités d'énergies renouvelables seront installées en fonction des caractéristiques de chaque région: la région sud, pour une utilisation mixte de l'énergie décentralisée, en tenant compte de la disponibilité de l'espace et de la sélection du site des énormes énergies solaire et éolienne qui bénéficient à ces régions; le la lumière du soleil et le potentiel éolien et la possibilité d'acquérir des terres [83].

Les zones côtières dépendent de la disponibilité de sites qui utilisent tout l'espace (comme les toits et les terrasses des bâtiments) et d'autres espaces inutilisés.

Les besoins complémentaires pour d'autres domaines d'application sont intégrés dans la capacité totale du photovoltaïque, tels que le résidentiel, l'agriculture, le pompage, les ressources en eau, l'industrie, l'éclairage public et les services [84].

Le programme des ER est défini ainsi pour les différentes phases [82]:

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

- Mettre en œuvre des projets pilotes d'une capacité totale de 110 MW pour tester différentes technologies.
- Déployée d'ici 2020, la capacité minimale est de 4600 MW, dont 2600 MW sont utilisés pour le marché domestique et 2000 MW pour l'exportation.
- Début du déploiement du programme avec une installation d'une capacité totale de près de 650 MW.
- Déployer le plan à grande échelle pour atteindre les objectifs respectifs de 12000 MW prévus pour la consommation locale et 10 000 MW prévus pour le marché international à l'horizon 2030.

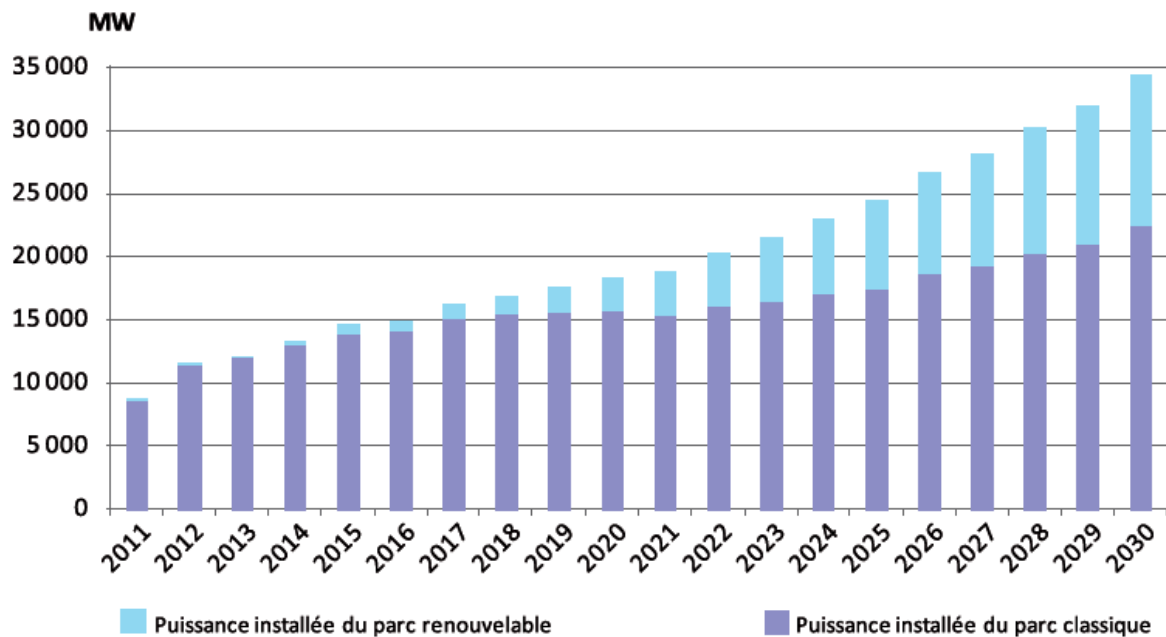


Figure III.2 : Structure du parc de la production nationale en MW [82].

5. Programme de développement de l'efficacité énergétique :

Le programme d'efficacité énergétique répond à la volonté de l'Algérie de promouvoir une utilisation meilleure et plus rationnelle de l'énergie et d'explorer toutes les pistes pour préserver les ressources et systématiser une consommation utile et optimale. La réalisation de ce programme à travers une variété d'actions et de projets devrait à terme favoriser l'émergence d'un marché de l'efficacité énergétique durable en Algérie [84].

L'intégration de la dimension d'efficacité énergétique dans les différents secteurs se révélera présenter de nombreux avantages. D'une part, elle permet d'améliorer le cadre de vie du citoyen, et d'autre part, elle constitue une réponse appropriée au défi de la conservation de l'énergie avec ses implications bénéfiques sur l'économie nationale, en termes de création de richesse et d'emplois, sans oubliant la préservation de l'environnement.

Ce programme se concentre donc principalement sur les secteurs de consommation qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie, Ce programme les trois secteurs du bâtiment, des transports et de l'industrie [84].

5.1. Secteur résidentiel :

Le plan vise à encourager la mise en œuvre de technologies et de pratiques innovantes autour de l'isolation thermique des bâtiments (nouvelles ou existants). Ce secteur à lui seul représentait plus de 40 % de la consommation énergétique finale dans le pays. Des mesures appropriées seront prévues lors de la phase de conception architecturale du logement. C'est aussi un problème de favoriser la pénétration à grande échelle d'équipements et d'appareils performants sur le marché local, notamment les chauffe-eau solaires et les lampes à économie d'énergie, l'objectif final étant d'améliorer le confort intérieur des logements. Tout en utilisant moins d'énergie. Répartis comme suit [82]:

Isolation thermique : l'objectif est d'atteindre un gain énergétique accumulé estimé à plus de 7 millions de tep.

Chauffe-eau solaire : Il s'agit de promouvoir et de valoriser l'utilisation des chauffe-eau solaires, en prenant en compte une attention particulière à la fabrication locale d'ici 2030. Ce programme a donné la priorité au remplacement des chauffe-eau utilisant des moyens, classique par chauffage solaire, que ce soit pour un usage individuel ou collectif. Le développement des chauffe-eau solaires et leur remplacement progressif des chauffe-eau traditionnels reste une alternative meilleure et plus efficace, Il est également prévu d'installer 100000 chauffe-eau solaires par an, avec une contribution de l'Etat fixée à 45% du prix de référence de l'installation. Dans ce cas, une économie d'énergie de plus de 2 Mtep reste possible [10].

Lampe basse consommation (LBC) : l'objectif ici est d'interdire progressivement la commercialisation des lampes à incandescence (lampes classiques à forte consommation d'énergie couramment utilisées par les ménages) sur le marché national. Dans le même temps, il est encouragé à utiliser des modèles de lampes à faible consommation sur le marché avec de meilleures économies d'énergie, d'ici 2030, les économies d'énergie sont estimées à près de 20 Mtep [82].

Eclairage public : l'objectif est de réaliser une économie de près d'un million de TEP et alléger ainsi la facture énergétique des collectivités locales en charge de volet [84].

5.2. Secteur de transport :

Il consiste à promouvoir à la fois les carburants les plus disponibles et les moins polluants, en l'occurrence le GPL et le GN/c. En plus d'avoir un impact bénéfique sur la santé et l'environnement, l'objectif est d'enrichir la structure de l'approvisionnement en carburant et de contribuer à réduire la part du diesel. D'ici 2030, cela permettra d'économiser plus de 16 millions de Tep. Cela implique également l'utilisation généralisée de carburants propres dans les transports personnels et publics, en particulier dans les grands centres urbains [82].

Entre 2016 et 2020, il est prévu de convertir 50000 voitures particulières au GPL, 70 000 en 2021-2025 et 100 000 en 2026-2030, pour un total de 1,3 million. 50% du coût sera financé par l'État [10].

5.3. Secteur de l'industrie :

L'industrie représente un enjeu pour la maîtrise de l'énergie, Par conséquent ce programme vise à amener les industriels à plus de sobriété dans leurs consommations énergétiques respectives (plus économiques), la consommation énergétique de l'industrie est

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

amenée à augmenter grâce au renouveau de cette filière. Pour ce secteur, plus de 34 millions de TEP seront économisés [82].

Dans ce cadre, il a été prévu :

- La conversion au cycle combiné des centrales électriques conventionnelles au gaz lorsque cela est possible.
- La généralisation des audits énergétiques et de la maîtrise des procédés industriels qui permettront d'identifier des sources substantielles d'économies d'énergie et de recommander des plans d'actions correctives.
- Encourager l'adoption de procédés permettant une réduction substantielle du gaspillage d'énergie dans diverses industries grâce à un soutien prudent de l'État.

Au total, la mise en œuvre sur le terrain du programme national d'efficacité énergétique devrait permettre de réduire progressivement la croissance de la demande intérieure d'énergie et générer des économies d'énergie cumulées de l'ordre de 93 millions de TEP, dont 63 millions de TEP seront économisés d'ici 2030 et le reste au-delà. Tout comme le programme d'énergie renouvelable, le programme d'efficacité énergétique a également été retardé dans sa mise en œuvre en raison de retards, de résistance au changement et de financement. Si les problèmes de délais et de financement se justifient face à l'urgence de satisfaire la demande citoyenne en logements, ceux liés à la réticence du secteur industriel à investir dans de nouveaux équipements moins énergivores renvoient en partie à l'absence d'incitations financières ciblées de l'État [82].

6. Consistance du programme de développement des énergies renouvelables :

La consistance du programme en énergie renouvelable à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de 22000 MW, répartie par filière comme suit.

	1ère phase 2015-2020 [MW]	2ème phase 2021-2030 [MW]	TOTAL [MW]
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	–	2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
TOTAL	4525	17475	22000

Tableau III.1 : Programme de développement des énergies renouvelables [84].

Solaire thermique à concentration (CSP)	Solaire photovoltaïque (PV)	Éolien	Total
7200 MW	2800 MW	2000 MW	12000 MW

Tableau III.2 : Part de chacune des ressources renouvelables primaires retenues [82].

Remarque :

Le seuil des 20 000 MW de capacité installée du parc conventionnel (essentiellement au gaz) prévu pour 2028 , a déjà été franchi en 2019 (20 963 MW selon Sonelgaz). Si l'on ajoute à cela les 8 000 MW qui ont été reçus durant l'année 2020, nous serions au même niveau que le seuil prévu pour 2028 [82].

6.1. Énergie solaire photovoltaïque dans le PNER :

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie qui est captée par des panneaux photovoltaïques et directement convertie en énergie électrique à partir de la lumière du soleil. Il découle de Les photons sont directement convertis en électrons dans les semi-conducteurs. Outre les avantages liés aux faibles coûts de maintenance des systèmes photovoltaïques, cette énergie peut également parfaitement répondre aux besoins des sites isolés et de leur raccordement au réseau d'électricité peut être trop chère.

L'énergie solaire photovoltaïque est une source d'énergie non polluante. ses composants sont très adaptés à une utilisation innovante et esthétique dans les bâtiments. La stratégie énergétique de l'Algérie repose sur l'accélération du développement de l'énergie solaire. Le gouvernement prévoit de lancer un certain nombre de projets solaires photovoltaïques d'ici 2020, d'une capacité totale d'environ 800 MW. D'autres projets d'une capacité annuelle de 200 MW devraient être réalisés au cours de 2021-2030 [83].

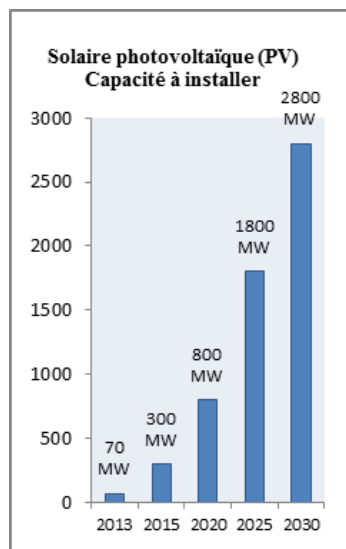


Figure III.3 : Secteur solaire (PV) Programme national d'énergies renouvelables [83].

6.1.1. Centrale solaire photovoltaïque de M'sila :

En 2017, dans la wilaya de M'sila, la mise en service de la centrale solaire photovoltaïque de la commune d'Ain El Melh, située à 120 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya, cette centrale solaire photovoltaïque pour la production d'énergie électrique est la première du genre, D'une capacité de 20 mégawatts, Située dans la capitale du Hodna sa réalisation a nécessité la mobilisation d'un investissement de près de 3,9 milliards de dinars [85].



Figure III.4 : Centrale solaire photovoltaïque d'Aïn El Melh de M'sila [86].

La centrale solaire d'Aïn El Melh, inscrite dans le cadre du programme national des énergies renouvelables, fait partie d'un lot de vingt trois (23) stations similaires construites à travers les Hauts plateaux et le sud du pays pour produire 400 mégawatts, a-t-on détaillé [86].

6.2. Energie solaire thermique dans le PNER :

L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique. Cette transformation est de deux types soit directement (pour chauffer un bâtiment par exemple) soit indirectement (comme la production de vapeur d'eau pour entraîner des turbo-alternateurs et ainsi obtenir de l'énergie électrique) [10].

Nous pouvons utiliser la chaleur transmise par rayonnement plutôt que le rayonnement lui-même, ces modes de transformation de l'énergie sont ce qui le rend différent de la méthode des cellules photovoltaïques.

Le rayonnement direct du soleil est concentré par un collecteur sur un échangeur où il est transféré à un fluide, soit vaporisé directement, soit transportant la chaleur vers un générateur de vapeur.

Il est communément connu sous le nom d'« énergie solaire à concentration » (CSP), le solaire thermique peut répondre à la demande d'électricité de jour comme de nuit en étant couplé à des moyens de stockage thermiques ou hybrides avec d'autres énergies comme le gaz.

L'Algérie entend développer son potentiel d'énergie solaire en lançant des projets solaires thermiques à grande échelle, qui est l'un des plus grands potentiels d'énergie solaire au monde. Au cours de la période 2011-2013, deux projets pilotes de centrales thermiques

centralisées d'une capacité totale d'environ 150 MW sont en cours de lancement. Ces projets viendront s'ajouter à la centrale hybride Hassi R'Mel de 150 MW, qui comprend 25 MW d'énergie solaire. Au cours de la période 2016-2020, 4 centrales solaires thermiques d'une capacité totale d'environ 1 200 MW devraient être mises en service. Le plan pour la période 2021-2030 prévoit que 500 MW seront installés annuellement d'ici 2023, puis 600 MW seront installés annuellement d'ici 2030 [83].

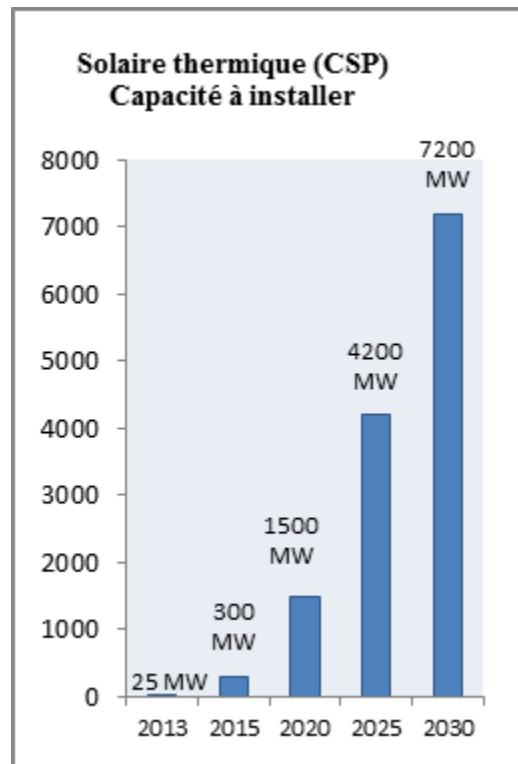


Figure III.5 : Secteur solaire (CSP) Programme national d'énergies renouvelables [83].

6.2.1. Centrales solaires thermiques en Algérie :

L'Algérie a mis en service sa première centrale solaire thermique en 2016 à El Oued (650 km au sud-est d'Alger), la première centrale est devenue opérationnelle à El Oued d'une capacité de 150 MW", selon le PDG de Sonelgaz Nourredine Boutarfa [87].

L'ambitieux programme de développement des énergies renouvelables de la société prévoit la réalisation de pas moins de 67 projets de production d'électricité à partir de sources durables : on dénombre 27 centrales solaires photovoltaïques, 27 centrales hybrides, 7 centrales éoliennes et 6 centrales solaires thermiques. Les centrales thermiques seront installées dans les préfectures d'El Oued et de Bechar (frontière avec le Maroc) [88].

6.3. Projets et actions de la phase 2011-2014 du PNER :

La phase d'expérimentation du programme (2011-2014) a connu la réalisation de plusieurs projets [89]:

Les projets réalisés
La Centrale électrique hybride (gaz solaire) à Hassi R'Mel de 150 MW dont 25 MW en solaire thermique (CSP), mise en service en juillet 2011.
La ferme éolienne de 10 MW de la Société Algérienne de Production de l'Electricité dénommée SPE dans la région d'Adrar, mise en service en juin 2014.
La centrale pilote photovoltaïque de 1,1 MWC à Ghardaïa, mise en service en juin 2014.
La Centrale photovoltaïque 03 MW de Djanet (Illizi), mise en service en février 2015.
La Centrale photovoltaïque 20 MW de Adrar (Adrar), mise en service en octobre 2015.
La Centrale photovoltaïque 03 MW de Kabertene (Adrar), mise en service en octobre 2015.
La Centrale photovoltaïque 13 MW de Tamanrasset (Tamanrasset), mise en service en novembre 2015.
La Centrale photovoltaïque de 09 MW Tindouf (Tindouf), mise en service en décembre 2015.
La Centrale photovoltaïque de 06 MW Zawyat Kounta (Adrar), mise en service en janvier 2016.
La Centrale photovoltaïque 09 MW de Timimoune (Adrar), mise en service en février 2016.
La Centrale photovoltaïque 05 MW de Reggane (Adrar), mise en service en janvier 2016.
La Centrale photovoltaïque 05 MW d'In-Salah (Tamanrasset), mise en service en février 2016.
La Centrale photovoltaïque 05 MW d'Aoulef (Adrar), mise en service en mars 2016.

Tableau III. : Projets réalisés dans la première phase de la PNER [89].

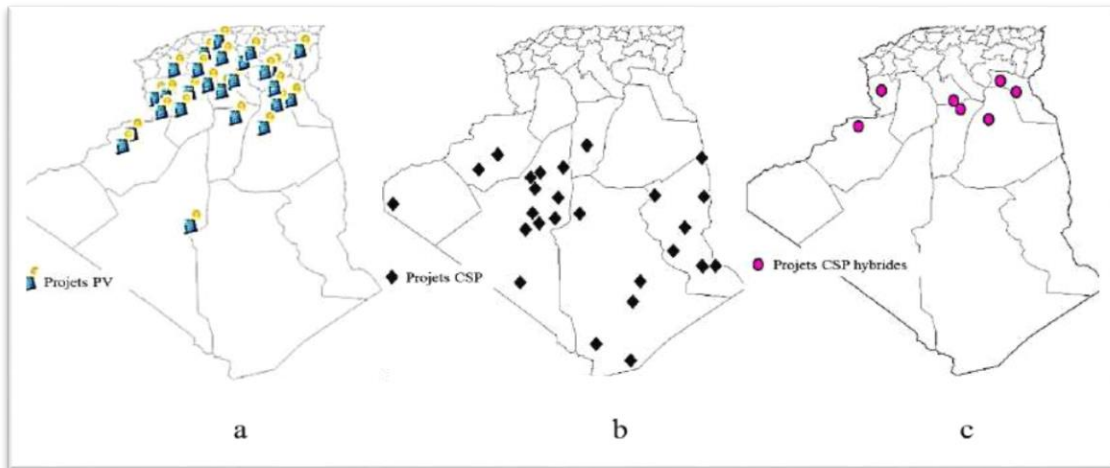


Figure III.6 : Répartition territoriale (a) des centrales photovoltaïques (b) des projets CSP (c) des projets CSP et hybrides [60].

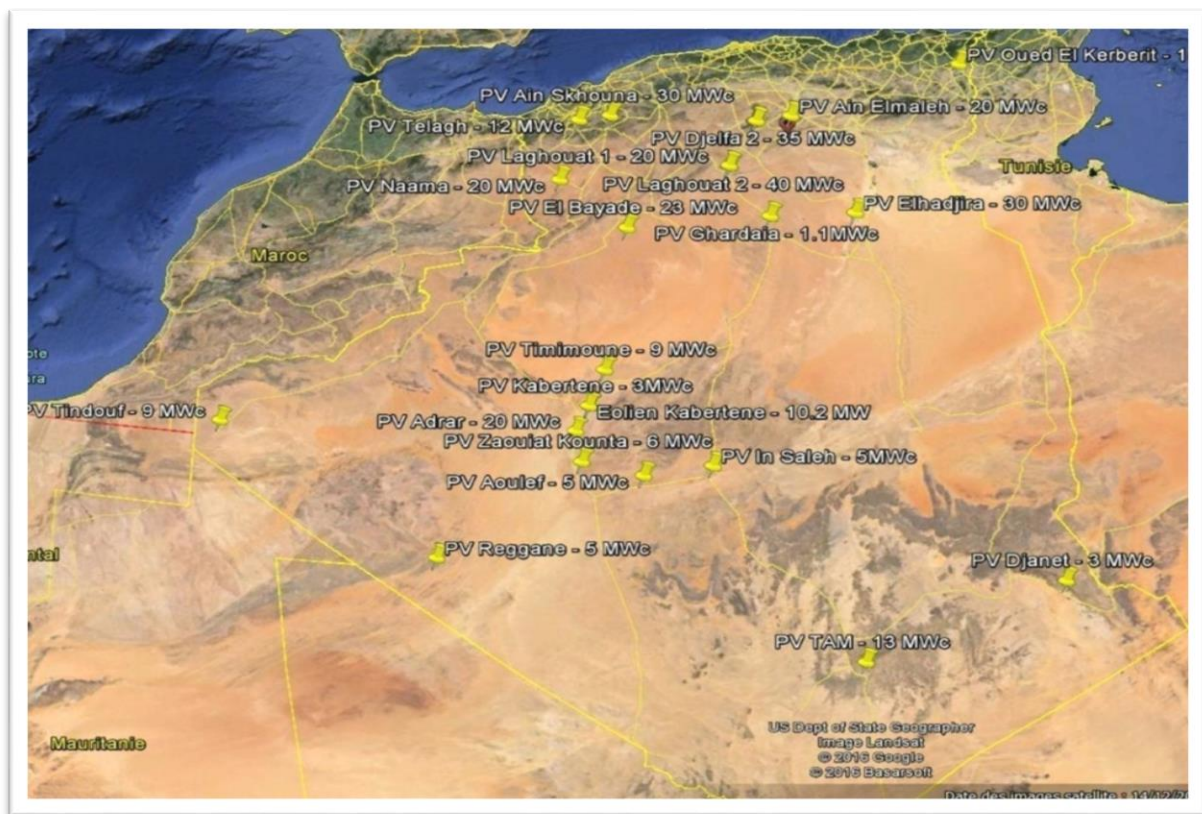


Figure III.7 : Projet de 343 MW en centrales photovoltaïques [84].

6.4. Énergie éolienne dans le PNER :

L'énergie éolienne est une énergie renouvelable favorisant la diversification et l'indépendance énergétique de notre pays. C'est une énergie propre qui ne produit pas de gaz à effet de serre. Elle utilise des machines dont le cycle de vie est favorable au respect de l'environnement: matériels restituant en quelques mois l'énergie utilisée pour leur fabrication, matériaux recyclables, démantèlement réalisable à tout moment et en quelques jours, assurant

une totale remise en état du site. C'est une énergie décentralisée plus proche des consommateurs. L'Algérie possède un potentiel immense en énergie renouvelable qui lui permet de diversifier ses sources énergétiques [90].

Dans le cadre de l'application du programme des énergies renouvelable '2011-2030', une première ferme éolienne de 10MW a été installée et mise en service en 2014, dans la région de Kabertene dans la wilaya d'Adrar, Ce complexe éolien été programmé de le mis en service courant 2012. Mais après plus d'une année et demi de retard pour le lancement de cette ferme éolienne, elle n'a été mise en service que le 03 juillet 2014, alors que d'autres projets programmés dans le plan du gouvernement sont en attente de concrétisation .

Cette centrale de production d'électricité, première du genre à l'échelle nationale, est constituée de 12 éoliennes de 850 kW de puissance, implantées sur une superficie de 30 hectares [91].

Le ministère de l'énergie et des mines a projeté, dans son nouveau programme des Energies Renouvelables, d'installer d'autres parcs éoliens d'une puissance totale de 1000MW à moyen terme (2015-2020) pour atteindre 5010 MW à l'horizon 2030. A noter que ce nouveau programme vise aussi bien les installations connectées au réseau électrique que le petit éolien, i.e. les petites éoliennes destinées au pompage de l'eau ou à l'alimentation en électricité des localités isolées [92].

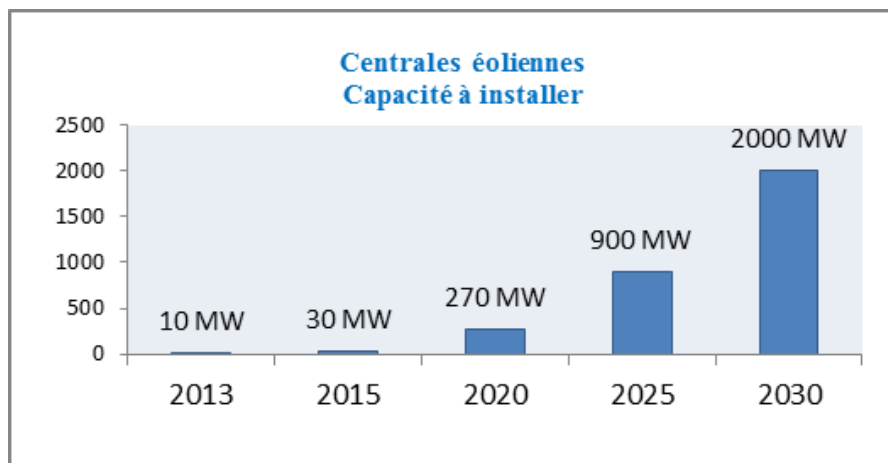


Figure III.8 : Secteur éolien dans le programme national d'énergies renouvelables en Algérie [83].

6.4.1. La ferme éolienne de Kaberten (Adrar) :

La ferme éolienne est située au ksar de Kabertene, près de 80 km au nord de la ville d'Adrar. Formée de 12 turbines éoliennes de puissance unitaire de 0,85MW chacune et d'une capacité de 10.2 MW sur une superficie globale de 30 hectares, caractérisée par un régime de vent entre 6 m/s et 11 m/set à la nouvelle central de photovoltaïques d'Adrar de 20MW.



Figure III.9 : Ferme éolienne de Kaberten (Adrar) [93].

La mise à l'arrêt des éoliennes lorsque la température est élevée s'est donc traduite par une perte globale de l'ordre de 10% [94].

Les caractéristiques de la ferme	
Localité	Kabertène (ADRAR)
Capacité	10,2 MW
Technologie	Gamesa 850 KW (12 x 850 KW)
Mise en service	juin 2014

Tableau III.4 : Caractéristique de la ferme de Kaberten (Adrar) [93].

6.5. Définition et propriétés de GPL :

Le GPL (gaz de pétrole liquéfier), est un mélange gazeuse a température et de pression atmosphérique, constituée essentiellement de propane et de butane, et un peu de traces de méthane et d'éthane et sont produits à différents stades de l'industrie des hydrocarbures. Il est liquéfié à faible pression (4 à 5 bar) pour faciliter son transport et stockage [95].

La composition molaire du GPL définit dans Tableau :

Composants du GPL	% molaire
Méthane	0.32
Ethane	1.12
Propane	60.95
Isa butane	15.46
Normale butane	22.14
Iso pentane	0.01

Tableau III.5 : Composants de GPL [96].

C'est l'un des meilleurs combustibles avec le gaz naturel du point de vue de la sauvegarde de l'environnement. Les deux tiers environ des GPL sont produits à partir de gaz naturel et un tiers est issu des raffineries de pétrole brut [8].

6.5.1. Caractéristique du GPL :

Nous l'avons résumé dans un tableau et c'est mieux en termes de lecture facile et rapide:

Odeur et couleur	Incolore, inodore, pour des raisons de sécurité, odorant doit être ajouté	
Tension de vapeur (bars)	à 20 C°	propane 8
		butane 2
Densité		propane 0,51
		Butane 0,58
Température d'ébullition(C°)		Propane -42
		Butane -6
Pouvoir calorifique supérieur (Kcal /m³)		propane 22506
		I-butane 29460
		N- butane 29622
Impuretés (%)		Teneur en c ₂ - 3 mol
		Teneur en c ₂ + 0,4 mol

Tableau III.6 : Caractéristiques de GPL produit [96].

6.5.2. Sources de GPL :

Toute production à partir de gisements de gaz naturel et/ou de raffinage du pétrole produit des gaz de pétrole irrémédiablement liquéfiés [97], ce sont :

- Les fractions lourdes de la production de gaz naturel

Le gaz naturel n'est rien d'autre que du méthane (qui possède un seul atome de carbone : CH₄), plus connu sous le nom de gaz de ville. Comme c'est l'atome de carbone qui détermine le poids des molécules, il est facile de comprendre que le GPL c'est les fractions lourdes du gaz naturel c'est : en effet le butane contient 4 atomes de carbone, le propane contient 3

- fractions légères du pétrole en raffinant 1 tonne de pétrole brut raffiné produit 30 kg de GPL, dont 2/3 sont du butane et 1/3 propane.

6.5.3. Stockage de GPL :

Comme déjà mentionné, il s'agit d'un mélange gazeux et peut passer à l'état liquide dans les conditions suivantes :

- Pression mesurée à température ambiante
- Pression atmosphérique et basse température
- Pression modérée et pas si basse température.

Cette propriété permet le stockage. Dans un volume réduit (250 litres de GPL gazeux correspondent à un litre de GPL liquide) [96].

Quant aux techniques de stockage souterrain en usage actuellement dans le monde, elles peuvent apparaître difficiles à envisager à cause des investissements élevés qu'elles requièrent.

Certains experts de **SONATRACH** proposent un procédé de stockage qui consiste à réinjecter le GPL. Sous forme liquide dans le même champ gazier, où il est produit à l'aide d'un ou plusieurs puits injecteurs de GPL. Liquide et possibilité de stocker de grands volumes de GPL. Avec un investissement minime en plus de la possibilité de déstocker à n'importe quel moment [96].

6.5.4. Domaines d'utilisation du GPL :

Actuellement, les GPL offrent une puissance énergétique nettement supérieure aux autres sources d'énergies ce qui explique la diversité des domaines de leurs utilisations, telles que :

a. Le GPL pour la production d'électricité :

La croissance de la demande mondiale d'énergie électrique dépasse de loin celle des autres formes d'énergie finales. Le GPL est privilégié dans la production de l'électricité d'un point de vue technique [8], car il permet d'atteindre des rendements très élevés, qui pourrait être importante dans des conditions économiques favorables, sur les marchés visés à cet effet et qui sont attractifs pour le GPL [97].

Il est économique, écologique car considéré comme un carburant plus propre que le pétrole ou le charbon. Elle est stratégique car elle permet une diversification des sources d'approvisionnement [8].

b. Le GPL pour les ménages :

Le butane et le propane obtenus par séparation du gaz liquéfié sont d'une grande importance dans les ménages, qui sont principalement utilisés dans le secteur domestique pour la cuisine et le chauffage. Le propane est utilisé comme combustible dans les unités industrielles et ménagères en remplacement dans les régions déconnectées. au gaz naturel [97].

c. Le GPL pour la climatisation :

Il est utilisé dans la construction de réfrigérateurs et de climatiseurs (moyenne puissance) grâce à son expansion pour absorber la chaleur et générer du froid [95].

Pour utiliser Deux principes principaux [8]:

- Pour se vaporiser le GPL absorbe la chaleur de l'environnement et crée du froid,
- Un moteur fonctionnant au GPL peut entraîner un compresseur qui comprime un gaz (GPL), la détente absorbe la chaleur. À base de ces deux principes on peut fabriquer des réfrigérateurs et des climatiseurs.

d. Le GPL pour L'agriculture :

La consommation de gaz liquéfié dans ce secteur se produit principalement dans le domaine de la volaille et de certaines cultures en serre. La consommation est actuellement relativement faible (40000 tonnes/an), mais un développement plus net est attendu à moyen et

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

long terme. Notamment dans le domaine de l'élevage (éclairage, climatisation, chauffage,, etc.) [97].

e. Le GPL comme carburant, GPL/c :

La GPL/C a été adoptée, depuis 1912. C'est un carburant utilisé dans de nombreux pays du monde, principalement en Amérique, en Europe et en Asie du Sud. Un pourcentage de 7 à 8% du GPL consommé dans le monde se présente sous la forme carburant. L'expérience internationale dans l'utilisation du GPL comme carburant confirme que le GPL est aujourd'hui un carburant éprouvé et largement utilisé. Les avantages de ce carburant lui confèrent les propriétés d'un carburant plus propre et moins polluant [95, 96].

L'indice d'octane élevé du gaz de pétrole liquéfié permet de le remplacer par de l'essence sans modifier le moteur, et il confère également à ce dernier une puissance de cognement. Ce carburant présente de nombreux avantages environnementaux, il a une meilleure capacité à se mélanger à l'air que l'essence, il n'y a pas de plomb et une réduction des résidus de CO₂ et de CO [97].

Il est à noter que le GPL/c n'interfère pas avec le moteur, grâce à son indice d'octane élevé, ce qui augmente la durée de vie du moteur et garantit également une puissance de cognement et un pouvoir calorifique élevé. Le GPL/c est le premier carburant sans plomb et super sans plomb à faire concurrence au gas-oil. Près de 23000 stations dans le monde fournissent plus de 5 millions de véhicules au GPL/c pour une consommation de 10 tonnes [96].

Le GPL/c en Algérie est désormais une option stratégique d'une part en raison de l'augmentation de la demande nationale de carburant et d'autre part pour des raisons environnementales critiques. Cela soutient l'Algérie dans la signature de l'accord COP21 [95].

6.6. Expérience algérienne avec le GPL :

L'Algérie est très riche en hydrocarbures, elle sait au fil des années qu'elle répond à ses besoins au niveau national et transfère de grandes quantités à l'étranger. Dans le domaine économique et écologique, cependant, le choix d'une ressource énergétique ne dépend pas uniquement de sa disponibilité. Mais aussi pour d'autres critères, y compris ceux qui prennent en compte la diversification économique et l'amélioration de l'environnement.

Le gaz liquéfié, aux propriétés incontestablement écologiques et économiques, répond efficacement à ces deux critères : sur le plan économique, l'Algérie est l'un des principaux producteurs et exportateurs de ce gaz, et sur le plan écologique, le GPL propose des solutions immédiates pour améliorer l'environnement [98].

Le GPL est le seul carburant conventionnel disponible, accessible et plus propre partout. C'est la principale préoccupation des responsables du secteur de l'énergie qui souhaitent opter pour la généralisation de ce gaz à tous les niveaux. Nous essaierons donc de présenter une synthèse de la disponibilité et de l'exploitation de ce gaz en Algérie, ainsi que des mesures en place pour sa promotion [98].

6.6.1. Situation actuelle du GPL en Algérie :

a. Production du GPL :

Au cours de la dernière décennie, l'industrie algérienne du GPL a connu de profondes mutations, notamment en termes de production, d'exploitation, d'activités et de transport. Le programme de développement des ressources gazières lancé au début des années 90 bénéficie aujourd'hui de la disponibilité substantielle de gaz liquéfié hui SONATRACH.

Depuis le début de l'exploitation du champ gazier HAMRA en 1996, la production de GPL en Algérie n'a cessé de croître. Quelques chiffres peuvent illustrer cette dynamique. La production est passée de 5,05 millions de tonnes en 1996 à plus de 7,3 millions de tonnes en 1998, Elle devait atteindre plus de 14 millions de tonnes entre 2014/2015. Un sommet de 17 millions de tonnes sera atteint d'ici fin 2021, lorsque les projets développés auront été mis en service [96].

En Algérie, la majeure partie du GPL provient des champs pétroliers (79%), l'autre partie est produite au niveau des raffineries de pétrole de Skikda, Alger et Arzew (10%) et des complexes de liquéfaction de gaz naturel SONATRACH - GL2Z et GL1K (11 %) [98]. Selon le ministère de l'Énergie [99]:

- Pour la séparation des GPL, Sonatrach dispose de deux complexes de séparation de GPL situés à Arzew, d'une capacité totale de 10,4 millions tonnes/ an.
- Pour les sources locales de production de GPL, sept localités sont mises en service :
- GP1Z : Complexe de séparation des GPL n°1 d'Arzew.
- GP2Z : Complexe de séparation des GPL n°2 d'Arzew.
- RA1K : Raffinerie de Skikda.
- RA1Z : Raffinerie d'Arzew.
- RA1G : Raffinerie d'Alger.
- Unité de séparation des GPL d'Adrar.
- Unités de séparation des GPL de Hassi R'mel.
- En Algérie, le GPL/c est un mélange de propane et de butane en proportion étudiée de manière à obéir aux normes de sécurité et varie suivant les saisons et les régions comme nous le montre le tableau suivant.

Région	Période de temps	Parentage (%)
Le Nord	Eté (Mai à Aout)	80% propane 20% Butane
	Hiver (Sept à avril)	100% propane
Le Sud	Eté (Mai à Aout)	60% propane 40% Butane
	Hiver (Sept à avril)	80% propane 20% Butane

Tableau III.7 : Proportion du butane et de propane dans la composition du GPL/c par régions et par saisons [98].

b. Consommation de carburants sur le marché national, année 2019 :

En 2019, la consommation globale de carburants, hors GPL/c, a atteint 14,41 millions de tonnes, soit une hausse de 0,9% par rapport à l'année 2018. Elle est répartie comme suit :

- Essences : 3,91 millions tonnes (- 0,5%).
- Gas-oil : 10,50 millions de tonnes (+1,4%).

La consommation du GPL-c a atteint 859 257 tonnes, soit une hausse de 32% par rapport à l'année 2018 [100].

Evolution de la consommation des carburants [unité : tonne]

	Année2018	Année2019	Taux de Croissance
Essence normale	1 160 325	1 113 808	- 4,0%
Essence Super	1 341 290	1 288 130	- 4,0%
Essence sans plomb	1 433 427	1 514 399	+5,6%
Total essences	3 935 042	3 916 336	- 0,5%
Gas-oil	10 348 400	10 496 501	+1,4%
Total carburants	14 283 442	14 412 837	+0,9%
GPL-c	649 977	859 257	+32%
Total (Carburants+GPL/c)	14 933 419	15 272 094	+2,3%

Tableau III.8 : Evolution de la consommation des carburants par tonne [100].

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

En 2019, la consommation de carburants (essence et diesel) sur le marché domestique a atteint 14,41 millions de tonnes, soit une augmentation de 0,9% par rapport à 2018 (14,28 millions de tonnes). A un prix très compétitif, la consommation de GPL/c a atteint 860 000 tonnes, soit une augmentation de 32,3 % [100].

c. La tarification :

Afin d'inciter les propriétaires de véhicules publics et privés ainsi que les taxis à utiliser le GPL, il est nécessaire que l'utilisation au kilomètre du GPL/c véhicule soit moins chère que celle des autres véhicules. Inférieur à celui des autres carburants. Avec les réformes économiques visant à la transition vers une économie de marché.

En 1986 le prix d'un litre de GPL/c a été fixé à 1,1 da, en 1995 le prix est passé à 4 da, en 2000 il était de 7,2 da, puis en 2005 le prix a atteint 9 da. Aujourd'hui et après 15 ans, le prix du GPL/c coûte encore 9 da le litre. Selon le Journal Officiel de la Loi de Financement Complémentaire (LFC) pour 2020, les nouveaux prix des carburants sont les suivants [98]:

Le carburant	Le nouveau prix (DA/ litre)	La variation DA
Essence normale	43 ,71	+4,76
Essence Super	45,97	+4
Essence sans plomb	45,62	+4
Gas –oil (Mazout)	29,01	+5,95
GPL	09	Sans changement

Tableau III.9 : Nouveaux prix des carburants pour l'année 2020 [101].

Les données du tableau ci-dessus montrent que le prix de tous les carburants, à l'exception du GPL/c, a augmenté. Selon le classement du site spécialisé "Global Pétrole Price" de 2018, l'Algérie est le premier pays au monde où le prix du GPL/c est le moins cher.

6.6.2. Promotion du GPL carburant en Algérie :

L'Algérie a adopté des stratégies énergétiques basées sur la promotion des énergies propres et renouvelables, le gaz liquéfié carburant communément appelé « Sirghaz » fait partie de ces énergies car ce carburant est un enjeu stratégique au regard de ses bénéfices économiques et environnementaux [102].

En effet, à travers une série d'incitations, à savoir des baisses de prix et des subventions pour la rénovation des véhicules (installation de kits GPL/c), les autorités algériennes visent à encourager la consommation de cette énergie. Dans cette optique, une subvention pouvant aller jusqu'à 50 % des frais d'acquisition a été accordée.

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

En effet, l'Etat algérien ambitionne d'équiper un million de véhicules de kits GPL d'ici 2030. Selon le ministère de l'Énergie, tous les fonds ont été mobilisés pour la construction de 1000 stations-service équipées de GPL, ainsi que diverses structures et centres spécialisés dans l'installation de kits GPL sur l'ensemble du territoire national.

La consommation de carburant en Algérie est soumise à certaines considérations [103]:

- Privilégier pour les besoins internes l'énergie la plus disponible et la moins entamée.
- Promouvoir l'utilisation des carburants propres pour lutter contre la pollution atmosphérique, notamment celles d'échappement des gaz de véhicules.

6.6.3. Historique du développement du GPL-c en Algérie :



Figure III.10 : Evolution du GPL en Algérie [104].

6.6.4. Projets et dispositions du gouvernementale pour le développent du GPL/c :

Dans le cadre de la stratégie adoptée par le secteur public pour promouvoir les énergies propres, en l'occurrence le GPL/c, l'Etat algérien met en œuvre plusieurs projets et mesures.

a. Programme de promotion du GPL/c et GN/c (énergies propres et nouvelles) :

Le programme national d'efficacité énergétique vise à promouvoir les carburants les plus disponibles et les moins polluants, en l'occurrence le GPL/c et le GN/c, dans le but d'enrichir la structure de l'approvisionnement en carburant et de contribuer à atténuer les effets sur la santé des carburants conventionnels et sur l'environnement [105].

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

A terme, ce programme prévoit la généralisation de l'utilisation de carburants propres dans les transports individuels et collectifs, notamment dans les grandes agglomérations. Les économies d'énergie cumulées d'ici 2030 pour tous les secteurs intéressés sont estimées à environ 63 millions d'ERG.

Dans le secteur des transports, le remplacement de l'essence et du diesel par du GPL/c et du GN/c entraînerait une consommation supplémentaire de l'ordre de 17 millions tonnes. 500 000 véhicules particuliers doivent être convertis au GPL d'ici 2021 et 1,3 million de véhicules d'ici 2030. De plus, 11 000 bus doivent être convertis au gaz naturel (GN/c) au cours de la période (2016-2030) [106].

b. Conversion au GPL/c :

L'Agence Nationale de Promotion et de Rationalisation des Usages de l'Energie «APRUE» lance un appel d'offres ouvert pour la sélection des installateurs de systèmes à carburant GPL pour le compte du Ministère de l'Energie dans le cadre du programme de financement GPL/c dans le but de participer au projet convertir cinquante mille (50 000) véhicules au GPL [105].

Selon l'APRUE, les 50 000 modifications de GPL/c se répartissent comme suit :

10 000 modifications de GPL/c, soit (20 par commande) sont réservées aux petites entreprises qui ont été créées dans le cadre de la promotion de l'emploi (ANSEJ, CNAC et ANGEM créés); 40000 conversions au GPL/c sont réservées aux installateurs normaux. La même source précise que cet appel d'offres est ouverte à toute personne physique ou morale ayant la qualité d'installateur, ou aux groupements d'installateurs de kits GPL/c, qui dispose d'une autorisation du ministre chargé des mines [98].

6.6.5. Perspectives de Naftal pour le développement des GPL/c :

Naftal (Société Nationale de Commercialisation et de Distribution des Produits Pétroliers) s'est pleinement engagée depuis de nombreuses années dans le développement de l'usage du GPL/C et travaille dans le cadre d'un plan de développement ambitieux qui comprend plusieurs actions d'envergure [102]. Telles que :

- La généralisation du GPL/c au niveau de toutes les stations service Naftal à l'échelle nationale.
- La multiplication et la réalisation des centres de conversion.
- L'introduction de kits à technologie.
- Le lancement d'un programme de sensibilisation et de formation à l'endroit de l'ensemble des acteurs pour l'aspect Sécurité.
- Le lancement d'actions auprès des concessionnaires automobiles pour l'achat de véhicules équipés directement en GPL/c.

Conformément à la stratégie adoptée par le secteur public pour promouvoir les énergies propres et aux objectifs de la filière énergétique, Naftal a pris des mesures pour renforcer les capacités de réglage des véhicules et augmenter le nombre de stations de commercialisation GPL/c.

Chapitre III : La transition énergétique en Algérie, enjeux, défis et horizons

Afin d'atteindre ces objectifs, La société prévoit de se concentrer sur l'industrialisation de l'activité de conversion en 2020 en démarrant les études pour réaliser un centre de conversion dans l'Est d'une capacité de 30 000 conversions/an [98].

- "De plus, il s'agira d'élargir la convention ANSEJ/CNAC à toutes les wilayas et l'extension du réseau d'agents agréés en intégrant les candidats ANSEJ/CNAC", notant que le pays compte 125 centres agréés depuis novembre 2019.

6.6.6. Quelques résultats obtenus suite à la promotion du GPL/c :

Selon le bilan de réalisation de la première tranche du programme national d'efficacité énergétique publié sur le site du ministère de l'Énergie, 700.000 tonnes de GPL/c ont été écoulées en 2019 sur le marché national.

- La contribution de Naftal à la conversion des véhicules au GPL était d'environ 30% à la fin des dix premiers mois de 2019, contribuant à l'augmentation de la consommation de GPL à un million de tonnes en 2023 [107].
- Par rapport aux capacités de conversion du Groupe NAFTAL, la capacité de conversion en 2015 était comprise entre 2 500 et 7 000 conversions, en 2017 elle était de 17 000 conversions et nous d'atteindre 25 000 conversions en 2018 grâce à l'intégration d'un réseau de micro-entreprises, qui est pris en charge [98]. par NAFTAL, et nous réaliser 90 000 conversions en 2019, en introduisant un centre de conversion qui convertit les véhicules des constructeurs automobiles directement. Cette l'évolution actuelle de ce parc mobile est "remarquable" [107].

A ajouté le responsable de Naftal : *"D'ici à 2021, nous atteindrons facilement l'objectif programmé de 500.000 voitures converti à ce carburant afin de réduire l'utilisation de l'essence et préserver l'environnement"* [108].

- Concernant le développement du réseau de stations-services proposant du GPL/c, actuellement 796 stations-services commercialisaient du GPL/c sur les 1.456 stations-services que compte le pays (soit 35%) [98].
- À noter, que l'objectif de Naftal à l'horizon 2023 est de parvenir à hisser le taux des stations-services proposant du GPL/c à 75% [107].

6.6.7. Obstacles de développement du GPL/c :

- La promotion du GPL/c permet de réduire les coûts d'exploitation des flottes de véhicules et d'augmenter les recettes d'exportation d'hydrocarbures. La généralisation du GPL/c est soumise à plusieurs contraintes [98]:
 - Différence de prix Essence-GPL/c qui ne permet des gains économiques que pendant une année d'exploitation.
 - un réseau de distribution peu répandu.
 - perte des garanties des concessionnaires en cas de passage au GPL/c, faible rendement des véhicules GPL/c.
- Coût élevé des équipements de la conversion des véhicules (le Kit et l'installation GPL « Sirghaz » coûtent entre 40 000 DA et 60 000 DA selon le type de réservoir).
- Difficultés d'ordre réglementaire et administratif liées à l'obtention de diverses autorisations.

- Perception à tort des consommateurs prudents du GPL/c, avec des préjugés sur la longévité du moteur fonctionnant au GPL/c, les problèmes de sécurité et la disponibilité des produits à travers le pays.

VI. Conclusion:

Le rythme de croissance de la consommation d'énergie nécessite une meilleure maîtrise de la demande en fonction de la croissance démographique et du mode de vie des ménages. L'évolution des consommations énergétiques actuelles fait courir le risque de voir l'équilibre entre l'offre et la demande se dégrader à long terme. Il est donc impossible de garantir une croissance à long terme de l'offre d'énergies fossiles, qui par définition sont épuisables. Il est donc nécessaire d'engager une transition vers un système faisant appel à des sources d'énergies renouvelables, afin d'assurer une sécurité énergétique et garantir un développement durable pour la nation.

Ces études n'ont pas mené une analyse approfondie de la capacité et de la production actuelles d'énergie renouvelable de l'Algérie, mais se sont concentrées sur les objectifs et politiques futurs en matière d'énergie renouvelable. De plus, ils s'appuient fortement sur d'anciens rapports et documents des dernières décennies. Il existe également des différences entre les données énergétiques fournies par ces sources. Par conséquent, le but de cet chapitre est de collecter, compiler, résumer et analyser des données provenant de sources telles que des rapports, des articles scientifiques et des articles de presse en ligne liés au thème des énergies renouvelables en Algérie.

À notre connaissance, depuis 2012, il n'y a pas eu de bilan complet de la situation et des perspectives des énergies renouvelables en Algérie. Par conséquent, ce document fournira les dernières mises à jour sur les installations actuelles, les politiques potentielles et les énergies renouvelables.

L'enjeu est donc, à la fois, de répondre aux besoins énergétiques en forte croissance et de ne pas aggraver les impacts sur l'environnement (gaz à effet de serre), tout en étant compétitif grâce à la maîtrise de la consommation d'énergie, la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique et la diversification du mix énergétique vers les énergies renouvelables. Le grand enjeu pour l'Algérie est de réussir la transition énergétique.

|

Conclusion Générale

Conclusion générale :

L'énergie est devenue, en moins d'un siècle, un enjeu économique et stratégique majeur et un symbole du succès du développement économique. En effet, des relations étroites existent entre l'énergie et le développement économique. Cependant, le développement d'industries à forte consommation énergétique n'a pas répondu à une satisfaction suffisante de la demande et a gravement porté atteinte à l'environnement. Le changement climatique, la raréfaction des énergies fossiles et les risques géopolitiques rendent inévitable le passage aux énergies renouvelables.

Les énergies renouvelables ont continué à se développer de manière satisfaisante ces dernières années dans un contexte de crise économique, de croissance rapide de la consommation d'énergie et de volatilité des prix du pétrole. En effet, la plupart des pays sont de plus en plus conscients de la nécessité d'utiliser les énergies renouvelables comme moyen de lutte contre le changement climatique. Début 2015, 164 pays avaient des objectifs d'ER à atteindre et 145 pays avaient mis en place des mécanismes et des stratégies pour soutenir les ER.

Avec l'émergence du concept de développement durable à la fin des années 1980, ainsi que les initiatives « Économie verte » et « Croissance verte », le développement des énergies renouvelables après la crise économique est motivé par de nouvelles raisons qui ne se concentrent pas uniquement sur la lutte contre le changement climatique. En effet, les énergies renouvelables peuvent créer de nouvelles opportunités économiques, créer de nouveaux emplois dits « verts » dans un monde au chômage élevé, et faciliter l'accès à l'électricité dans les zones rurales et reculées. Malgré tous ces avantages et les efforts énormes, la part des ER est encore assez faible (sauf dans certains pays industrialisés comme l'Allemagne, le Danemark, etc.) et les réalisations ne correspondent pas à l'énorme potentiel dont elles bénéficient aux régions. Cependant, 2014 a été l'année des grandes réalisations pour les énergies renouvelables, car le niveau d'investissement s'est redressé de manière spectaculaire après deux années de baisse et la capacité installée a dépassé celle des énergies fossiles. En outre, investir dans les pays en développement est devenu très proche d'investir dans les économies développées. Les financements de l'énergie solaire en Chine, au Japon, au Maroc et aux Émirats arabes unis sont également records, ainsi que l'éolien en mer en Europe. Bien que l'Europe reste un marché important et un centre d'innovation dans les technologies des énergies renouvelables, l'activité commence à s'étendre à d'autres régions du monde telles que l'Afrique du Sud, le Brésil, la Chine et l'Inde.

L'utilisation des énergies fossiles a permis jusqu'à présent de répondre aux besoins de l'économie algérienne. Cette trop grande dépendance vis-à-vis de nos exportations d'hydrocarbures constitue un risque pour l'économie, compte tenu notamment de l'instabilité des prix du pétrole et du déséquilibre économique et même social qui en résulte.

Face à cette situation alarmante, l'Algérie est confrontée à deux défis majeurs : le premier est d'assurer la transition économique à travers le développement des filières hors hydrocarbures et la satisfaction de la demande intérieure dans ce domaine, voire de préserver les revenus de l'État et de sécuriser l'économie et stabilité sociale. Le deuxième, est d'assurer une transition énergétique qui se réfère dans les deux points majeurs, à savoir l'économie et

l'efficacité d'énergie, le développement progressive des énergies renouvelables, pour garantir l'approvisionnement en énergie et faire face à la demande énergétique qui ne cesse de grimper.

Pour ce faire, il est impératif d'aller vers un modèle de transition énergétique par la préservation et la valorisation des ressources naturelles. De plus, cette transition doit être adéquatement préparée, notamment à travers les économies d'énergie, l'efficacité énergétique et la maîtrise des consommations énergétiques, ce qui nécessite un nouveau modèle de croissance qui inclut tous les secteurs économiques. Puis à travers un modèle de transition énergétique basé sur la diversification des sources d'énergie (GPL..., etc.), qui seront des composantes importantes du mix énergétique.

L'enjeu majeur pour l'Algérie est de réaliser la transition énergétique à travers le programme Energies Renouvelables et Efficacité Energétique à l'horizon 2030. Pour parvenir à une intégration nationale qui rassemble toutes les capacités de recherche, d'étude, de formation, de production, de mise en œuvre et d'exploitation, des investissements importants en ressources humaines, matérielles et financières sont nécessaires. Cette synergie contribuera certainement à construire une structure industrielle efficace qui maîtrise toutes les activités de la chaîne de valeur des énergies renouvelables. La puissance des énergies renouvelables résidera dans la capacité à développer de nouvelles activités économiques et à créer des emplois.

Les énergies renouvelables représentent aujourd'hui l'énergie du futur, vu leurs caractères inépuisables et respectueux de l'environnement qui viennent en complément des énergies fossiles. Mais cela nécessite une maîtrise des coûts et de la technologie. La sécurité énergétique nécessite une approche rationnelle pour déterminer la stratégie énergétique à suivre, ce qui nécessite des études approfondies pour trouver un équilibre entre sécurité énergétique, répartition équitable de l'énergie et protection de l'environnement.

Bibliographie

Bibliographie :

1. CHERAGUI, B.K., *L'Algérie; Enjeux économiques en plein marasme du secteur des hydrocarbures*. 3)5 .2021 (الاقتصاد والتنمية): p. 301-313.
2. Dancette, c.d.e.M., *Énergie*, 2013.
3. Chabani, Z., *La part des énergies renouvelables dans le bilan énergétique national à l'horizon 2030*, 2014, Université de Boumerdès-M'hamed Bougara.
4. Bellara, N.L.S., *Impact de l'orientation sur le confort thermique intérieur dans l'habitation collective. Cas de la nouvelle ville Ali Mendjeli Constantine*. 2001.
5. Mahfoudi, N., *Stockage de la chaleur dans un milieu granuleux solide*, 2016, Université Mohamed Khider-Biskra.
6. Wilgenbus, d., *Les énergies fossiles*, 2011.
7. IEA, *world energy outlook*, 2019.
8. Wikipédia, *Gaz naturel*, 2021.
9. énergies, c.d., *Stockage du gaz*, 2015.
10. ATMANIA, H., *La stratégie d'implantation des énergies renouvelables en Algérie: Cas de la photovoltaïque*, 2015, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.
11. CEI, *ENERGIES RENOUVELABLES*. 2008.
12. Solarex, *Panneau solaire thermique*. 2014.
13. Success, A.t., *Egypte : vers la réalisation de 11 projets d'énergie solaires*. 2018.
14. concept, E. *site isol*. 2019; Available from: https://www.eibconcept.com/wp-content/uploads/2019/07/image_site_isol .jpg.
15. Baptiste-B, J., *Eoliennes : l'énergie du futur qui a du souffle*. 2013.
16. Schmidt, S., *Une vaste étude mondiale vient d'écraser l'un des derniers arguments majeurs contre les énergies renouvelables*. 2019.
17. korolev, *Geothermal energy concept. Eco friendly geothermal energy generation power plant. Clip Art*. 2021.
18. Maglioni, d.P., *Geotermia, vittoria dei Comuni toscani: tornano gli incentivi*. 2019.
19. TARN, *Comment valoriser la biomasse ?* 2012.
20. nationalgeographi, *Feedstocks*. 2021.
21. Laponche, B. and B. Dessus, *En finir avec le nucléaire. Pourquoi et comment: Pourquoi et comment?*2011: Média Diffusion.

22. L'équipe, *Présentation des avantages et inconvénients des principales sources d'énergies fossiles*, 2021.
23. BOOSTHEAT, *DÉCOUVRIR LES ÉNERGIES FOSSILES*. 2021.
24. énergies, C.d. *L'énergie nucléaire* 2013 27 août 2013 [cited 2021 14/03/2021]; Available from: <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie>.
25. Poirel, Y., *Energies renouvelables : avantages et inconvénients*, 2020.
26. Wattiez, N., *Avantages et inconvénients des diverses énergies décarbonées dans la lutte contre le changement climatique : quelles sont vos propositions pour les combiner efficacement ?*, 2015.
27. Adeline, *Les avantages et les inconvénients de l'énergie biomasse*, 2020.
28. BOUHDJAR, A., *Énergies Renouvelables - Développement Durable - Environnement*, 2012.
29. pinyowong, K., *Le Débat National sur la Transition Énergétique en France (2013): analyse discursive et textuelle*, 2019, Université Paris-Est.
30. Bertran, d., Sylvie Brunel, 2004, *Le développement durable*, Paris, PUF, collection *Que-sais-je?* Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie, 2005.
31. Cultivoo, *rapport Brundtland*. 2013.
32. Energies, c.d., *Qu'appelle-t-on exactement la « transition énergétique » ?*, 2017.
33. World, y.m., *Transition énergétique : définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde*, 2019.
34. Tissot-Colle, C. and J. Jouzel, *Energy transition: 2020-2050, a future to be built, a way forward to be charted; La transition énergétique: 2020-2050-un avenir à bâtir, une voie à tracer. Avis du Conseil économique, social et environnemental*. 2013.
35. Auverlot, D. *La tragédie du réchauffement climatique: du cinquième rapport du GIEC à la Conférence Paris-Climat 2015*. in *Annales des Mines-Responsabilité et environnement*. 2015. FFE.
36. RAHMOUNI, S., *Etude prospective de la transition énergétique et l'impact environnemental en Algérie*, 2019, 2019.
37. Schulz, W., et al., *IEA international civic and citizenship education study 2016 assessment framework*2016: Springer Nature.
38. Pellerin-Carlin, T., et al., *Making the energy transition a European success. Tackling the democratic, innovation, financing and social challenges of the energy union*. 2017.
39. Wikipédia, *Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte*, 2020.

40. MTE, M.d.I.T.é., *Loi de transition énergétique pour la croissance verte*, 2017.
41. Béthencourt, A. and J. Chorin, *Efficacité énergétique: un gisement d'économies; un objectif prioritaire (France. Conseil économique, social et environnemental de)*2013: Direction de l'information légale et administrative.
42. NU, N.-U., *Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, du 3 au 14 juin 1992, Rio de Janeiro, 1992.*
43. De Azevedo, M., *Towards an energy transition: context, stakes and potentialities. Overseas departments and regions, spearhead of renewable energies development?* 2016.
44. ÉNERGIES, C.D., *Protocole de Kyoto*, 2015.
45. Blavier, S., et al., *Climate: negotiations are lacking ambitions. Returns on the sixteenth Conference of the Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), from the 29 November to the 10 December 2010, Cancun, 2011, Réseau Action Climat-France-RAC-F.*
46. Colas, M., *LA GOUVERNANCE TERRITORIALE DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE: ANALYSE DES DYNAMIQUES DE PROXIMITÉS ENTRE ACTEURS DE LA MÉTHANISATION EN GRAND OUEST.* 2017.
47. KALT, A., *Transition énergétique: quels investissements pour quelle compétitivité?* 2014.
48. Commissariat, H., *Prospective Maroc 2030: Prospective énergétique du Maroc, enjeux et défis-Rapport.* 2007.
49. Tunisienne, R., d.l.E.e.d.M. Ministère de l'Industrie, and A.N.p.l.M.d. l'Energie, *STRATEGIE NATIONALE DE MAÎTRISE DE L'ENERGIE Objectifs, moyens et enjeux*, 2014.
50. BOUAMAMA, W., *au sujet de la politique d'efficacite energetique en algerie: approche systemique pour un développement durable cas de: programme eco-bat,* 2013.
51. CHIOUKH, N., *La COOPERATION INTERNATIONALE Plateforme d'échange et de partenariat en matière d'efficacité énergétique/Transition Energétique: Défis & Opportunités PPI/18,* 2019.
52. Ulmet, J.P., *QUELLES ÉNERGIES POUR L'HUMANITÉ AUJOURD'HUI ET DEMAIN ? - THEMA / Energie nucléaire* 2014.
53. Livet, A., *Transition énergétique : quel rôle pour le nucléaire ?*, 2020. p. 38.

54. René, B., *Xenon thermal behavior in sintered titanium nitride, foreseen inert matrix for GFR (Schéma de principe d'une centrale nucléaire de type REP)*. 2010.
55. ACPP, *Croissance de la demande mondiale d'énergie de 2019 à 2040*. « source : Scénario 'Nouvelles politiques', Perspectives énergétiques mondial, 2020 AIE», 2020.
56. IEA, *oil 2021 Analysis and forecast to 2026*, 2021.
57. IEA, *Global Energy Review 2020 The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions*. 2020.
58. Navon, A., et al., *Effects of the COVID-19 pandemic on energy systems and electric power grids—A review of the challenges ahead*. *Energies*, 2021. **14**(4): p. 1056.
59. IEA, *Oil 2021 Analysis and forecast to 2026*. 2021.
60. MESSAOUDI, D., *Contribution à la conception de la chaîne logistique de l'hydrogène*, 2021.
61. BP, I., *Statistical Review of World Energy, 2020*, 2020, Bp.
62. CDE, *BP Statistical Review of World Energy 2020 : les chiffres clés de l'énergie dans le monde*. 2020.
63. CDE, *Énergie*, 2013.
64. MTE, M.d.I.T.é., *Chiffres clés de l'énergie*. 2020.
65. IEA, *Global energy review The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions /Johnston*. *Global energy review*, 2020.
66. IEA, *Assessing the effects of economic recoveries on global energy demand and CO2 emissions in 2021*. *Global energy review 2021*.
67. ABI, *Les Ressources énergétiques de l'Algérie /Algeria Business info*. 2021.
68. AIE, *Key World Energy Statistics /Data and statistics*, 2019.
69. ME, M.d.I.E., *Bilan Energétique National 2019*. 2020.
70. ABI, *Bilan énergétique 2019/Algeria Business info*. 2021.
71. Benali, A., *Consommation et production d'énergie : Le bilan de l'année 2019*. 2020.
72. Bouraiou, A., et al., *Status of renewable energy potential and utilization in Algeria*. *Journal of Cleaner Production*, 2020. **246**: p. 119011.
73. Kaddouri 2019, H., A. Tinamri, and B. Recioui, *Réalisation d'un bilan carbone pour les différents secteurs en Algérie*, gh.
74. RECIQUI, B., *Etude prospective de la récupération d'énergie en Algérie*, 2017.
75. IRENA, I.R.E.A., *Renewable Energy in Algérie*. 2021.
76. ESEO, I.É.S.d.É.d.O., *Transition énergétique et défis à relever 05 Mars 2020*. 2020.

77. HAMAZ, T. and A.A. TALEB, *La transition énergétique en Algérie: stratégie et enjeux*. 2015. **06(01)**.
78. BAINVILLE, S., BERTZKY, Monika, BIGOMBE LOGO, Patrice, et al., *Forêts et humains: une communauté de destins. Pièges et opportunités de l'économie verte pour le développement durable et l'éradication de la pauvreté*. document de synthèse., 2012.
79. Khiat, Z., S. Flazi, and A.B. Stambouli, *Pluralité énergétique: enjeux et stratégie pour l'Algérie*. *Revue des énergies renouvelables*, 2007: p. 41-46.
80. algerie360, *l'algérie « peut devenir le premier producteur mondial en électricité soleire », estime un expert*. 2016.
81. MEBTOUL, D.A., *Les sept axes de la transition énergétique pour l'Algérie*. Extrait du Portail Algerien des ENERGIES RENOUVELABLES, 2016.
82. YASSAA, N. and M. KHELIF, *Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables*., 2020. p. 104.
83. SAIAH, B.D., *Analyse prospective de la production de l'énergie électrique en Algérie*, in *Électrotechnique2017*, Université des Sciences et Technologies d'Oran Mohamed Boudiaf.
84. MEM, M.D.L.É.E.D.M., *ENERGIES NOUVELLES ET RENOUVELABLES / PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES*.
85. MEM, M.d.l.é.e.d.m., *Le Ministre de l'Energie procède à la mise en service de la Centrale Solaire Photovoltaïque d'Ain El Melh à M'sila*. 2017.
86. Algérienne, R., *M'sila : la centrale solaire photovoltaïque d' Aïn El Melh opérationnelle début 2017*. 2016.
87. 20-MINUTES-Group, *Algérie: la première station solaire thermique mise en service en 2016*. 2012.
88. Batiactu-Groupe, *Du solaire thermique pour l'Algérie en 2016*. 2012.
89. Imadalou, M. and Y. Ifourah, *Etude et dimensionnement d'une mini centrale photovoltaïque à la station de pompage de Béni Mansour pour la Sonatrach*, in *Département de génie électrique2019*, Université Abderrahmane – Mira de Bejaia.
90. Mustapha Merdaoui, A. Houha, and A. Smaïli, *Etude et dimensionnement du futur parc éolien de Kaberten situé dans la région d'Adrar*, in *Laboratoire de Génie Mécanique et Développement*, Ecole Nationale Polytechnique Hassen Badi, B.P. 182, El-Harrach, Alger, Algérie. p. 6.

91. MEBROUKI, A., A. DJAAFRI, and A. BENATELLAH, *Etude d'un systeme Hybride*, 2016, Université Ahmed Draïa-Adrar.
92. GUERRI, D.O. *L'Energie éolienne en Algérie : Un bref aperçu*.
93. UDES, U.d.D.d.E.S., *adrar*, in <http://udes.cder.dz/>, adrar, Editor 2021.
94. CDER, *ADRAR: potentiel éolienne (JEEE'15)*. 2021.
95. Abderrahmane, B., *Optimisation des paramètres de fonctionnement des deux colonnes (dééthaniseur et débutaniseur) pour améliorer la quantité et la qualité du condensât et de GPL*. 2016.
96. KESRAOUI, M. and S. BENAOUÏ, *Optimisation de la distribution du GPL/C (Gaz de Pétrole Liquéfié/Carburant) Cas d'étude: NAFTAL Tlemcen*.
97. MAZOUZI, D., Z. HADJI, and M. SAKMECHE, *Etude et vérification des paramètres de fonctionnement de Dépropaniseur au niveau de l'unité Gas plant-Raffinerie d'ADRAR*, 2019, Université Ahmed Draia-ADRAR.
98. Mousli, A. and M. Deradera, *Le GPL/c en Algérie*, 2020, Université abderrahmane mira Bejaia/Aboudaou.
99. l'Energie;ME, M.d., *Produits Pétroliers/ Raffinage*, 2021.
100. l'Energie/ME, M.d., *Consommation de carburants sur le marché national, année 2019*, 2021.
101. ALGERIENNE, L.R., *loi de finances complémentaire pour 2020*, 2020. p. 13.
102. NAFTAL, *Politique de Naftal pour la promotion des GPL/C*, 2021.
103. Ministère de l'Energie_ME, *Le Ministère de l'Energie organise une Conférence sur la Promotion de l'utilisation du GPL Carburant (GPL/C)*, 2017.
104. Ministère de l'Energie_ME, *Lancement du programme dédié à la conversion des véhicules au GPL carburant et les perspectives de son développement aux horizons 2021 et 2030*, 2018.
105. APRUE, *Programme National de Développement des Énergies Renouvelables et de l'Efficacité Énergétique à l'horizon 2030 actualisé*, 2019.
106. Ministère de l'Energie_ME, *Promotion du GPL/C et du GN/C*, 2019.
107. Algérienne, R., *L'Algérie comptera plus de 490.000 véhicules roulant au GPLc à fin 2019*, 2019.
108. Service, A.P., *Naftal: grande expérience dans l'enfûtage du GPL et perspectives prometteuses en Afrique* 2018.