

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES**



Faculté des **Hydrocarbures** et de la **Chimie**

## **Mémoire de MASTER**

Présenté par

**OULMI Wassim**

Filière : Hydrocarbures

Option : Economie des hydrocarbures

---

### **L'impact de la transition énergétique sur la consommation du gaz naturel en Algérie Etude de cas Hydrogène Vert**

---

**Devant le jury :**

Mr/Mme .....	.....	Prof/MCA	Président
Mr/Mme .....	.....	Prof/MCA/MAA	Examineur
Mr/Mme .....	.....	Prof/MCA/MAA	Examineur
Mme Fahima	Khadraoui	Prof/MCA/MAA	Promotrice

Année Universitaire : 2023/2024

## **Remerciement**

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude envers mon encadreuse, F. Khadraoui, pour son accompagnement indéfectible et ses conseils précieux tout au long de l'élaboration de cette thèse. Son expertise, son encouragement et ses retours constructifs ont été d'une valeur inestimable dans la conception et la rédaction de ce travail académique. Je suis profondément reconnaissant pour son dévouement et son mentorat, qui ont joué un rôle crucial dans la réalisation de ce projet de recherche.*

*Je voudrais également exprimer ma reconnaissance envers toutes les professeures qui ont contribué à mon éducation. Leur passion pour l'enseignement, leur profondeur de connaissance et leur volonté de transmettre leur savoir ont enrichi mon expérience académique. Je les remercie pour leur guidance, leur encouragement et leur engagement à nourrir la curiosité intellectuelle de leurs étudiants. Leur mentorat a été essentiel dans le développement de mes compétences de recherche et dans la construction de ma carrière académique, et pour cela, je leur suis sincèrement reconnaissant.*

# *Dédicaces*

*À mes chers parents,*

*Je voudrais vous exprimer toute ma gratitude pour votre soutien inconditionnel tout au long de cette thèse. Vos encouragements et votre amour ont été mes sources de force et de motivation. Cette thèse est dédiée à vous deux, en reconnaissance de tout ce que vous avez fait pour moi. Merci du fond du cœur pour tout.*

## Liste des abréviations

<b>UGTA</b>	Union Générale des Travailleurs Algériens
<b>FLN</b>	Front de Libération Nationale
<b>GNL</b>	Gaz Naturel Liquéfié
<b>MD1</b>	Forage qui a découvert le gisement de pétrole léger de Hassi Messaoud
<b>KB1</b>	Forage qui a découvert le gisement de Krechba
<b>Teg</b>	Gisement associé à Krechba
<b>Reg</b>	Gisement associé à Krechba
<b>It</b>	Italie
<b>Esp</b>	Espagne
<b>Fr</b>	France
<b>Turq</b>	Turquie
<b>USA</b>	États-Unis
<b>BP PLC</b>	British Petroleum Public Limited Company
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>EnR</b>	Énergies Renouvelables
<b>UE</b>	Union Européenne
<b>GIEC</b>	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
<b>AIE</b>	Agence Internationale de l'Énergie
<b>EEG</b>	Loi sur les énergies renouvelables (Erneuerbare-Energien-Gesetz en allemand)
<b>IRENA</b>	Agence Internationale des Énergies Renouvelables
<b>ISCC</b>	Integrated Solar Combined Cycle
<b>CSP</b>	Concentrated Solar Power
<b>HTF</b>	Heat Transfer Fluid
<b>Wc</b>	Watt-peak
<b>CdTe</b>	Cadmium Telluride
<b>CREG</b>	Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (Regulatory Commission for Electricity and Gas)

<b>FNMEERC</b>	Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie, pour les Énergies Renouvelables et la Cogénération (National Fund for Energy Management, Renewable Energy, and Cogeneration)
<b>IPC</b>	Indice des Prix à la Consommation (Consumer Price Index)
<b>ARH</b>	Autorité de Régulation des Hydrocarbures (Hydrocarbons Regulatory Authority)
<b>ALNAFT</b>	Agence Nationale pour la Valorisation des Ressources en Hydrocarbures (National Agency for the Valorization of Hydrocarbon Resources)
<b>VAT</b>	Value Added Tax
<b>SOP</b>	Start of Production
<b>GPLc</b>	Gaz de Pétrole Liquéfié pour les Véhicules à Carburant
<b>GNC</b>	Gaz Naturel Comprimé
<b>VP</b>	Véhicules Particuliers
<b>ALGERAC</b>	Organisme Algérien d'Accréditation
<b>CCs/CCUs</b>	Capture et Stockage du Carbone/Capture Utilisation et Stockage du Carbone
<b>CEREFÉ</b>	Commissariat aux Énergies Renouvelables et à l'Effcacité Énergétique
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>Gn</b>	Gaz Naturel
<b>H<sub>2</sub></b>	DiHydrogène
<b>HsE</b>	Hygiène Sécurité & Environnement
<b>IANOR</b>	Institut National de Normalisation
<b>MECSM</b>	Ministère de l'Économie de la Connaissance, des Start-Up et des Micro-Entreprises
<b>MEDGAZ</b>	Gazoduc qui relie Béni Saf en Algérie et Almería en Espagne
<b>MEER</b>	Ministère de l'Environnement et des Énergies Renouvelables
<b>MEM</b>	Ministère de l'Énergie et des Mines
<b>MESRS</b>	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
<b>MF</b>	Ministère des Finances
<b>MIPP</b>	Ministère de l'Industrie et de la Production Pharmaceutique
<b>UNEP</b>	Organisation Mondiale de l'Environnement
<b>PTX</b>	Power to X

<b>STC</b>	Systeme de Transport par Canalisation
<b>STEP</b>	Stations d'Épuration des Eaux Usées
<b>SONATRACH</b>	Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures
<b>SONELGAZ</b>	Société Nationale de l'Électricité et du Gaz
<b>TG</b>	Turbine à Gaz
<b>UPM</b>	Union pour la Méditerranée
<b>VRM</b>	Vaporéformage du Méthane

## Liste des unités

<b>kg</b>	Kilograms
<b>m</b>	Meters
<b>km</b>	Kilometers
<b>°C</b>	degrees Celsius
<b>USD</b>	United States Dollars
<b>MW</b>	Megawatts
<b>EUR</b>	Euros
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilometers carré
<b>CO<sub>2</sub></b>	Carbon dioxyde
<b>KWh/m<sup>2</sup></b>	Kilo watt-heure par mètre carré
<b>GW</b>	Giga Watt
<b>TWh/an</b>	Térawatt-heure par an
<b>GWh</b>	Gigawatt-heure
<b>M<sup>3</sup></b>	Mètres cubes
<b>KWH</b>	Kilowattheure
<b>LCOH</b>	Coût Actualisé de l'Hydrogène (\$/kg)
<b>TEP</b>	Tonnes Équivalent Pétrole
<b>MTEP</b>	Million de Tonnes Équivalent Pétrole

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b>	Consistance du programme de développement des énergies renouvelables	<b>56</b>
<b>Tableau 2</b>	Projet de 343 MWc en centrales photovoltaïques	61
<b>Tableau 3</b>	L'évolution de la production du gaz naturel en Algérie	74
<b>Tableau 4</b>	L'évolution de la consommation nationale du gaz naturel	79
<b>Tableau 5</b>	L'évolution des exportations du gaz naturel en Algérie	81
<b>Tableau 6</b>	L'évolution de la consommation d'électricité en Algérie	83
<b>Tableau 7</b>	L'économies de gaz naturel susceptibles d'être réalisées en substituent du gaz naturel par	110



## Liste des figures

<b>Figure 1</b>	La Production de barils de pétrole brut par jour en Algérie de 2012 à 2022	4
<b>Figure 2</b>	La Carte des bassins sédimentaires de l'Algérie	9
<b>Figure 3</b>	L'une des premières centrales solaires hybrides au monde est située à Hassi R'Mel.	10
<b>Figure 4</b>	Carte de l'Irradiation Globale Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)	11
<b>Figure 5</b>	La Carte de l'Irradiation Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)	12
<b>Figure 6</b>	Carte du Vent Annuel Moyen à 50m (Période 2001-2010)	13
<b>Figure 7</b>	Barrage de kherrata w de bejaia	15
<b>Figure 8</b>	Barrage de Erraguene اراقن سد	15
<b>Figure 9</b>	Structure de la consommation non énergétique par produit 2022	17
<b>Figure 10</b>	Structure de la consommation des industries énergétiques par produits 2022	17
<b>Figure 11</b>	Les énergies renouvelables dans le village feldheim	28
<b>Figure 12</b>	Production brute d'électricité en Allemagne de 1990 à 2023	29
<b>Figure 13</b>	Production d'électricité nette publique au cours du premier semestre de 2023	30
<b>Figure 14</b>	Part des sources d'énergie dans la production brute d'électricité en Allemagne en 2023	30
<b>Figure 15</b>	Électrolyse de l'eau	34
<b>Figure 16</b>	La Gazéification	35
<b>Figure 17</b>	La chaine de l'hydrogène vert	37
<b>Figure 18</b>	Coût de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité éolienne terrestre	40
<b>Figure 19</b>	Coût de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité photovoltaïque	40
<b>Figure 20</b>	Usine de génération d'hydrogène vert dans l'Allemand	42
<b>Figure 21</b>	Conception du projet H2TAS dans Tasmania	44
<b>Figure 22</b>	Potentiel de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité photovoltaïque	47
<b>Figure 23</b>	Potentiel de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité éolienne terrestre	47

<b>Figure 24</b>	Estimation de génération des énergies renouvelables	56
<b>Figure 25</b>	Centrale Hybride Solaire-Gaz	57
<b>Figure 26</b>	Ferme Eolienne	58
<b>Figure 27</b>	Centrale Pilote Photovoltaïque d'Oued N'Chou	59
<b>Figure 28</b>	Localisation des centrales photovoltaïques du projet 343 MWc	60
<b>Figure 29</b>	Organigramme de ministère d'Énergie et les mines	73
<b>Figure 30</b>	L'évolution de la production du gaz naturel en Algérie	75
<b>Figure 31</b>	L'évolution de la consommation nationale du gaz naturel	78
<b>Figure 32</b>	L'évolution des exportations du gaz naturel en Algérie	81
<b>Figure 33</b>	L'évolution de la consommation d'électricité en Algérie	83
<b>Figure 34</b>	Série chronologique	85
<b>Figure 35</b>	Projection de la production brute et commercialisé du gaz naturel du 2023 à 2050	89
<b>Figure 36</b>	Projection de la consommation nationale du gaz naturel Algérie du 2023 à 2050	91
<b>Figure 37</b>	Projection de la production brute et la consommation nationale du gaz naturel en Algérie	92
<b>Figure 38</b>	La projection de la consommation d'électricité en Algérie entre 2023 et 2050	95
<b>Figure 39</b>	Comparaison du coût de l'hydrogène livré à l'Allemagne (production + transport) à partir de différent pays, horizon 2040	104
<b>Figure 40</b>	Evolution de la production d'hydrogène, horizon 2040	105
<b>Figure 41</b>	Répartition de la production de l'hydrogène vert par technologie de production d'électricité, horizon 2040	107
<b>Figure 42</b>	Capacité EnR à installer par technologie	107
<b>Figure 43</b>	Capacité d'électrolyseurs PEM nécessaire à installer	108
<b>Figure 44</b>	Evolution des investissements pour la production de l'hydrogène vert, horizon 2040 (en millions \$)	109
<b>Figure 45</b>	Différentes applications de niches à développer en Algérie, à l'horizon 2050	113

# Tableau de matière

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations.....	I
Liste des unités.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des figures.....	VI
Tableau de matière.....	VII
<b>Introduction générale.....</b>	<b>A</b>
<b>Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie</b>	
Introduction.....	2
1) Les énergies fossiles en Algérie.....	3
1.1) Le pétrole en Algérie.....	4
1.2) Le gaz naturel en Algérie.....	5
1.2.1) La Consommation du gaz naturel.....	6
1.2.2) Les exportations du gaz naturel .....	8
1.2.3) La Production du gaz naturel .....	9
1.3) Les principaux gisements d'hydrocarbures de l'Algérie.....	10
2) Les énergies renouvelables en Algérie .....	13
2.1) L'Energie solaire en Algérie .....	13
2.2) L'Energie éolienne en Algérie .....	16
2.3) L'Energie d'hydroélectricité .....	18
Conclusion.....	20
<b>Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique</b>	
Introduction.....	22
1) La transition énergétique.....	23
1.1) Définition de la transition énergétique.....	23
1.2) Les enjeux de la transition énergétique.....	24

1.2.1) Les enjeux environnementaux de la transition énergétique.....	24
1.2.2) Les enjeux économiques de la transition énergétique.....	25
1.2.3) Les enjeux sociétaux de la transition énergétique.....	25
1.2.4) Les enjeux géopolitiques de la transition énergétique.....	26
1.3) La nécessité de la transition énergétique.....	27
1.4) L'expérience Allemande.....	28
1.5) Les avantages et les inconvénients de la transition énergétique.....	31
1.5.1) Les avantages.....	31
1.5.2) Les Inconvénients de la transition énergétique.....	32
2) L'hydrogène vert.....	33
2.1) Définition d'hydrogène.....	33
2.2) La production de l'hydrogène vert.....	34
2.3) Le stockage de l'hydrogène vert.....	35
2.4) Le transport de l'hydrogène vert.....	36
2.5) Les utilisations de l'hydrogène vert.....	38
2.6) Le coût de production d'hydrogène vert.....	39
2.7) Les expériences des pays.....	41
2.7.1) L'expérience allemande.....	41
2.7.2) L'expérience Australienne.....	43
2.8) Le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique.....	45
2.9) Le potentiel de production de l'hydrogène vert en Algérie.....	46
2.10) L'impact de la transition énergétique sur l'économie.....	48
2.11) L'impact de la transition énergétique sur l'environnement.....	49
3) Les politiques énergétiques et programmes de transition.....	50
3.1) Les lois liées au gaz naturel en Algérie.....	50
3.2) Le cadre réglementaire et incitatif.....	51
3.3) Le programme de développement des énergies renouvelables.....	52
3.4) Les réalisations des énergies renouvelables (Programme national des énergies renouvelables 2011-2014).....	57
3.5) Les Programme national d'efficacité énergétique.....	62
Conclusion.....	65

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

Introduction.....	67
1) La présentation de Ministère d'énergie et les mines.....	68
1.1) Historique de l'Organisation du Secteur de l'Energie et des Mines.....	68
1.2) L'Organisation de l'administration centrale du ministère de l'énergie.....	69
2) Présentation du marché du gaz naturel en Algérie .....	74
2.1) Situation actuelle.....	74
2.1.1) La production du gaz naturel.....	74
2.1.2) La consommation du gaz naturel.....	77
2.1.3) Les exportations du gaz naturel.....	80
2.1.4) La consommation d'électricité.....	83
2.2) Les Projections du secteur du gaz naturel en Algérie 2023-2050.....	85
2.2.1) Les séries chronologiques .....	85
2.2.2) La perspective de la production.....	89
2.2.3) La perspective de la consommation.....	91
2.2.4) La perspective de la consommation nationale et production brute.....	93
2.2.5) La perspective de la consommation d'électricité.....	94
3) Le Projet d'hydrogène vert en Algérie.....	97
3.1) Le déploiement de la filière d'hydrogène et les phases d'exécution.....	97
3.2) Mise en place d'un cadre réglementaire .....	100
3.3) Le marché mondial de l'hydrogène et ses perspectives d'évolution.....	100
3.4) le développement d'une filière hydrogène en Algérie.....	101
3.4.1) La situation géographique et le potentiel des énergies renouvelables.....	101
3.4.2) Un réseau électrique étendu et robuste.....	102
3.4.3) Le réseau de gazoducs .....	102
3.4.4) Les réserves d'eau.....	103
3.4.5) Les centres de Recherche et des universités actifs et performants .....	103
3.4.6) Le secteur industriel.....	103

3.4.7) La position géostratégique.....	104
3.4.8) Le coût de production d'hydrogène .....	104
3.5) La vision 2023-2040.....	10
3.5.1) L'évaluation des Opportunités de l'Hydrogène Vert (Objectif de 40 TWh de Production d'Ici 2040).....	105
a) La projection de production d'hydrogène.....	105
b) La production de l'électricité verte.....	106
c) Les capacités des électrolyseurs.....	108
3.5.2) Les montants d'investissement.....	108
3.5.3) Les opportunités d'économies de gaz naturel à travers l'introduction de l'hydrogène dans les centrales en exploitation.....	109
3.6) Les objectifs stratégiques et perspectives.....	111
3.6.1) Les types d'hydrogène .....	111
3.6.1.1) L'hydrogène Bleu.....	111
3.6.1.2) L'hydrogène Vert.....	112
a) Production centralisée.....	112
b) Production décentralisée.....	112
3.6.2) Le perspective de développement de l'hydrogène en Algérie.....	113
4) L'analyse de l'impact de l'hydrogène vert sur la consommation de gaz naturel en Algérie.....	114
4.1) Effets sur la gaz naturel.....	114
4.2) Les effets sur le marché du gaz naturel.....	114
4.3) Les effets socio-économiques.....	115
4.4) Les effets environnementales.....	115
Conclusion.....	116
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>118</b>
Bibliographie.....	124
Annexes	
Résumé	

# Introduction Générale

---

La transition énergétique est devenue un impératif incontournable dans le paysage mondial, et l'Algérie, en tant que nation riche en ressources hydrocarbures, est confrontée à des défis majeurs dans ce domaine. Cette transition revêt une importance cruciale pour l'avenir énergétique et économique du pays, ainsi que pour sa contribution à la lutte contre le changement climatique à l'échelle mondiale.

L'Algérie fait face à une série de défis énergétiques, notamment une dépendance historique aux énergies fossiles et une vulnérabilité aux fluctuations des prix du pétrole et du gaz sur le marché international. Dans le contexte d'une prise de conscience croissante des impacts environnementaux des combustibles fossiles et des impératifs de durabilité, le pays entreprend une transition énergétique ambitieuse. Cette transition vise à diversifier son mix énergétique, à promouvoir les énergies renouvelables et à renforcer son efficacité énergétique afin de garantir un approvisionnement énergétique fiable, durable et abordable pour ses citoyens.

Au cœur de cette transition se trouve la question de l'impact sur la consommation de gaz naturel en Algérie. Le gaz naturel, en tant que ressource clé dans le mix énergétique du pays, joue un rôle crucial dans son développement économique et social. Comprendre comment la transition énergétique affecte la consommation de gaz naturel est donc essentiel pour orienter les politiques énergétiques et économiques du pays, ainsi que pour évaluer son implication dans la lutte contre le changement climatique.

Cette étude vise à analyser en profondeur les implications de la transition énergétique sur la consommation de gaz naturel en Algérie. Plus précisément, elle cherche à :

- Examiner les tendances récentes de la consommation de gaz naturel en Algérie et leur évolution dans le contexte de la transition énergétique.
- Identifier les principaux facteurs qui influencent la consommation de gaz naturel et leur interaction avec les dynamiques de transition énergétique.
- Projeter la trajectoire future de la consommation de gaz naturel en Algérie, en tenant compte des objectifs de transition énergétique du pays.
- Évaluer l'impact potentiel de l'hydrogène vert en tant qu'alternative énergétique sur la consommation de gaz naturel et son rôle dans la transition énergétique algérienne.

# Introduction Générale

---

- Analyser la capacité et le potentiel d'Algérie à intégrer et à gérer les énergies renouvelables dans son mix énergétique, en tenant compte des défis technologiques, économiques.

La problématique que nous avons abordé dans notre travail est : **dans quelle mesure la transition énergétique, en particulier le développement de l'hydrogène vert, peut-elle influencer la consommation de gaz naturel en Algérie, et quels sont les défis et opportunités associés à cette transition pour le secteur énergétique algérien ?**

Pour répondre à cette question, nous allons explorer les sous-questions suivantes :

- Comment la transition vers des sources d'énergie renouvelables influence-t-elle la demande de gaz naturel en Algérie ?
- Quel est l'impact de la réduction de la consommation de gaz naturel sur les émissions de gaz à effet de serre en Algérie ?
- Quelles politiques publiques sont mises en place pour encourager la transition énergétique tout en gérant la consommation de gaz naturel ?
- Comment les régulations actuelles et futures influencent-elles la production et la consommation de gaz naturel en Algérie ?
- Comment l'Algérie peut-elle assurer une transition énergétique équilibrée qui prenne en compte à la fois les impératifs économiques et environnementaux ?
- Quelles sont les opportunités économiques et sociales associées à la transition vers les énergies renouvelables en Algérie ?
- Quels sont les exemples de réussite et les leçons apprises d'autres pays ou régions qui ont entrepris des transitions énergétiques similaires, et comment ces enseignements peuvent-ils être appliqués à la situation spécifique de l'Algérie ?

Nous émettons les hypothèses suivantes :

- **Hypothèse 1** : La forte dépendance de l'Algérie à la fois à ses exportations et à sa consommation interne de gaz naturel pourrait compromettre sa capacité à répondre à ses propres besoins énergétiques à long terme.



# Introduction Générale

---

- **Hypothèse 2 :** La transition énergétique en Algérie entraînera une diminution progressive de la consommation de gaz naturel dans le pays, en raison de la diversification du mix énergétique vers des sources renouvelables.
- **Hypothèse 3 :** La prise de conscience croissante de la nécessité de passer à des énergies durables, comme l'hydrogène vert, pourrait inciter des pays européens à collaborer avec l'Algérie pour développer des projets d'hydrogène propre.
- **Hypothèse 4 :** L'intégration de l'hydrogène vert dans le mix énergétique de l'Algérie réduira la consommation de gaz naturel et positionnera le pays comme un acteur clé dans la production et l'exportation d'énergies propres, soutenant son développement économique et sa durabilité environnementale.
- **Hypothèse 5 :** En cas de réussite de la transition énergétique en Algérie, le pays pourrait jouer un rôle majeur dans l'exportation de l'hydrogène vert, capitalisant sur ses ressources naturelles abondantes et son potentiel solaire pour devenir un acteur clé sur le marché mondial de l'hydrogène propre.

Notre mémoire se compose de trois chapitres :

- Dans le chapitre 1 on explore les ressources énergétiques de l'Algérie, en se concentrant sur les énergies renouvelables et fossiles, et nous aborderons les aspects généraux relatifs au gaz naturel en Algérie
- Après, on examine dans le chapitre 2 le parcours complexe de la transition énergétique, de la définition de ses contours et défis à l'examen du rôle crucial de l'hydrogène vert, ainsi qu'à l'analyse des politiques et programmes nationaux qui stimulent l'adoption des énergies renouvelables en Algérie.
- En fin on terminera par le chapitre 3 où nous étudions en détail les tendances de la consommation, de la production et de l'exportation de gaz naturel en Algérie de 2010 à 2022, avec une projection jusqu'en 2050 à l'aide de séries chronologiques. Nous incluons également une analyse de l'impact du Programme de transition énergétique de l'Algérie pour 2023 sur la consommation de gaz naturel. En parallèle, nous évaluons l'effet de la transition énergétique sur cette consommation en Algérie.

# **Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie**

## Introduction

L'Algérie est un pays d'une grande diversité énergétique, bénéficiant de ressources abondantes qui jouent un rôle crucial dans son économie et son développement. Parmi les ressources, on trouve en premier lieu les combustibles fossiles, avec des réserves significatives de pétrole, de gaz naturel et de charbon. Historiquement, ces ressources ont été au cœur de l'industrie énergétique et ont contribué de manière substantielle aux revenus du pays.

Parallèlement, l'Algérie dispose également d'un potentiel considérable en matière de ressources renouvelables telles que, l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'hydroélectricité. Le pays a progressivement investi pour diversifier son mix énergétique et réduire sa dépendance aux combustibles fossiles. Ces initiatives s'inscrivent dans une vision de développement durable et de préservation de l'environnement, conformément aux tendances mondiales de la transition énergétique.

Ce chapitre exploite en profondeur la dynamique énergétique algérienne, en se focalisant sur les ressources disponibles, aussi que leurs méthodes d'exploitation et de consommation. Nous examinons également les politiques énergétiques adoptées par le gouvernement algérien, telles que la loi sur l'énergie, qui influencent les choix énergétiques du pays encouragent l'adoption de pratiques plus durables.

De plus, nous abordons les programmes nationaux de transition énergétique, qui visent à atteindre des objectifs spécifiques en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre, d'efficacité énergétique et de développement des énergies propres. Ces programmes reflètent l'engagement de l'Algérie à jouer un rôle actif dans la lutte contre le changement climatique tout en assurant un approvisionnement énergétique stable et durable pour ses citoyens.

### 1) Les énergies fossiles en Algérie :

L'histoire du secteur des hydrocarbures en Algérie est une saga complexe qui mêle souveraineté nationale, gestion économique, jeux de pouvoir internes et externes, et une influence profonde sur la société. Depuis la décision emblématique de Houari Boumediene en 1971 de nationaliser les hydrocarbures, le 24 février est devenu une date symbolique de commémoration. Sonatrach, l'entreprise nationale, a été choyée comme une poule aux œufs d'or, générant la majeure partie des revenus en devises du pays. Cependant, l'évolution du secteur vers une ouverture progressive depuis 2005 a suscité des débats et des luttes internes.

La réforme de 2005, bien que justifiée comme une nécessité extérieure, a en réalité ouvert la voie à une concurrence étrangère accrue, remettant en question le monopole de Sonatrach. Des tensions sont apparues au sein même du pouvoir et des acteurs économiques. Des oppositions se sont manifestées, notamment au sein de l'UGTA et du FLN, reflétant des intérêts divergents quant au contrôle et à la distribution de la rente pétrolière. Ces conflits ont même conduit au retrait temporaire du projet de loi, révélant des luttes de pouvoir internes plus profondes.

L'instabilité politique et les fluctuations des revenus pétroliers ont souvent été liées en Algérie. Les tentatives de réformes et de transparence dans la gestion des hydrocarbures se sont heurtées à des intérêts puissants et à une résistance institutionnelle. Les événements politiques, comme les élections et les changements de gouvernement, ont souvent influencé la direction du secteur pétrolier.

Malgré ces défis, les hydrocarbures demeurent un pilier essentiel du régime, assurant sa stabilité financière et ses relations internationales. Les fluctuations des prix du pétrole ont eu un impact sur la politique intérieure et extérieure, soulignant l'importance stratégique de ce secteur. La quête de respectabilité internationale et de soutien diplomatique a parfois conduit à des compromis dans la gestion des ressources naturelles, soulignant les dilemmes entre souveraineté nationale et intégration mondiale. <sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Omar Benderra : *Confluences Méditerranée* ; Éditions L'Harmattan ; 2005 ; pages 51 à 58

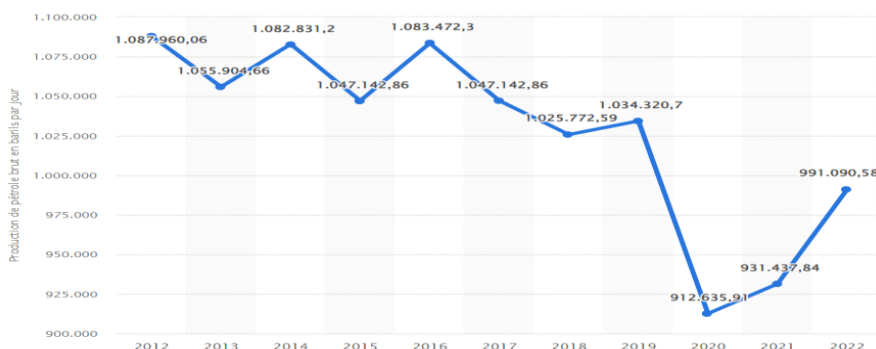
# Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

## 1.1) Le pétrole en Algérie

L'Algérie est un acteur majeur dans l'industrie pétrolière mondiale, avec le pétrole occupant une place stratégique dans ses exportations. En 1990, le pétrole raffiné représentait 12% des exportations totales du pays, démontrant ainsi son importance économique. La production de pétrole brut en Algérie est une composante essentielle de son économie, avec une production annuelle moyenne de 1,2 million de barils par jour en 2021, ce qui en fait le 16ème plus grand producteur mondial. L'Algérie dispose de réserves pétrolières estimées à 12,2 milliards de barils, ce qui la positionne au 16ème rang mondial en termes de réserves prouvées.<sup>2</sup>

Le pays a une capacité de production importante, avec des gisements pétroliers situés principalement dans le Sahara, tels que les champs de Hassi Messaoud et Hassi R'Mel. L'utilisation du pétrole en Algérie est diversifiée, répondant aux besoins nationaux en énergie et étant exporté vers des pays comme l'Italie, l'Espagne, les États-Unis et la France. Le secteur pétrolier contribue à hauteur de 60% au recettes budgétaires et de 30% au PIB de l'économie nationale.

L'Algérie a développé des infrastructures importantes pour l'exploitation, le raffinage et l'exportation du pétrole, avec des compagnies nationales telles que Sonatrach jouant un rôle clé, faisant du pays un acteur incontournable sur le marché mondial du pétrole.<sup>3</sup>



**Figure 1** : Production de barils de pétrole brut par jour en Algérie de 2012 à 2022

**Source** : Département de recherche de Statista : "Production de barils de pétrole brut par jour en Algérie de 2012 à Durant l'année en cours 2022" publié le 26 Mars 2024 ; consulté le 11 Mai 2024 sur ce site

<https://fr.statista.com/statistiques/1445488/petrole-brut-production-algerie-barils/>

<sup>2</sup> U.S. Energy Information Administration : "Country Analysis Brief : Algeria" ; Rapport ; publié le 2 Mars 2023 ; Consulté le 24 Avril 2024 ; p 2-3

<sup>3</sup> Produits Pétroliers" : Consulté le 24 Avril 2023 ; sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=produits-petroliers>

### 1.2) Le gaz naturel en Algérie

L'Algérie occupe une place significative sur le marché mondial du gaz naturel, se classant comme le 7ème plus grand exportateur de gaz en 2022, avec des exportations d'une valeur de 27,4 milliards de dollars. Ses principaux clients sont l'Italie (55% des exportations), l'Espagne (15%), la France (11%), la Tunisie (4,4%) et la Turquie (3,5%). En 2022, l'Algérie a atteint un record historique d'exportations de gaz naturel de 56 milliards de mètres cubes, faisant d'elle ce qui en fait le deuxième plus grand fournisseur de gaz par pipeline à l'Union européenne en 2023. <sup>4</sup>

L'Algérie approvisionne l'Europe via deux gazoducs majeurs : le gazoduc Transmed-Enrico Mattei vers l'Italie et le gazoduc Medgaz vers l'Espagne. Pour répondre à la demande européenne croissante, l'Algérie elle a signé des contrats pour fournir 9 milliards de mètres cubes de gaz supplémentaires par an à l'Italie et 300 millions de mètres cubes à la Slovénie.

L'Algérie occupe une place prépondérante sur l'échiquier mondial du gaz naturel, se positionnant fièrement comme le premier producteur africain et le huitième exportateur de gaz naturel liquéfié (GNL) en 2022.

En dépit de divers défis, comme un manque d'investissements, l'Algérie s'efforce de doubler sa production de gaz afin d'atteindre 100 milliards de mètres cubes d'exportations annuelles d'ici 2023, renforçant ainsi son rôle en tant que fournisseur majeur de gaz pour l'Europe.<sup>5</sup>

An 2022, l'Algérie a produit 98 milliards de mètres cubes de gaz naturel, se hissant au 10ème rang des plus grands producteurs mondiaux, malgré une légère baisse de 2,1% par rapport à 2021. Le pays détient les troisièmes plus grandes réserves de gaz de schiste au monde, et se concentre principalement sur l'exploitation du vaste gisement de Hassi R'Mel, découvert en 1956 et en activité depuis 1961.

---

<sup>4</sup> DataWheel, Center for collective learning : Petroleum Gas in Algeria " ; Consulté le 14 Mai 2024 ; sur ce site <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/petroleum-gas/reporter/dza>

<sup>5</sup> A. Maktour : "Exportations de gaz de l'Algérie en 2022 " ; Article ; publié le 12 Mars 2023 ; consulté le 14 Mai 2024, sur ce site <https://www.lesoirdalgerie.com/actualites/en-hausse-de-10-selon-l-opaep-96049>

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

### 1.2.1) La consommation du gaz naturel :

La consommation de gaz naturel en Algérie a enregistré une croissance notable ces dernières années, passant de 30 milliards de mètres cubes en 2010 à plus de 40 milliards de mètres cubes en 2023.<sup>6</sup>

Cette augmentation s'explique par plusieurs facteurs :

- La mise en place d'infrastructures gazières étendues et la modernisation des réseaux de distribution ont favorisé la desserte d'un nombre accru de foyers et d'industries.
- La forte augmentation de la demande intérieure, induite par la croissance démographique, le développement économique et l'expansion du parc immobilier, notamment pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire, a été un moteur essentiel de cette évolution.<sup>7</sup>
- En 2022, la consommation totale de gaz naturel a atteint 51,7 millions de tonnes équivalent pétrole (tep), représentant ainsi 54% de la production primaire.
- Les ménages, le secteur tertiaire et l'agriculture absorbent 66% de la consommation nationale, soit plus de 12,7 millions de tep, principalement pour le chauffage et la cuisson.
- Le secteur industriel, notamment la pétrochimie, les cimenteries et les centrales électriques, consomme environ 33% du gaz naturel, soit 6,4 millions de tep.<sup>8</sup>

Malgré cette forte demande intérieure, l'Algérie reste un exportateur majeur de gaz naturel, avec 13 millions de tonnes de GNL exportées en 2023, soit le taux de croissance le plus élevé à l'échelle arabe.<sup>9</sup>

Cependant, la part de la production disponible pour l'exportation diminue, ce qui pousse le gouvernement à encourager la rationalisation de la consommation et le développement des énergies renouvelables.

---

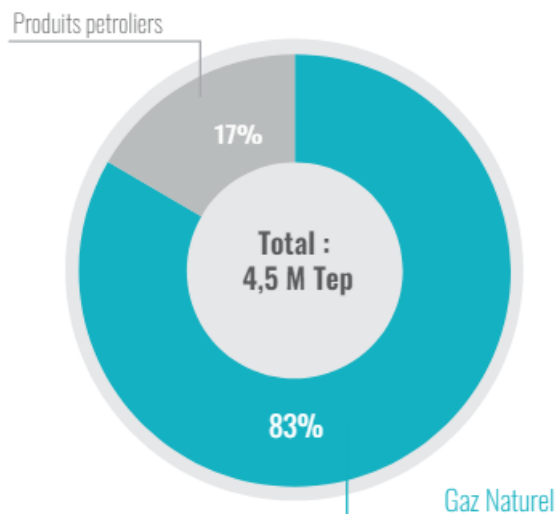
<sup>6</sup> Bilans énergétiques de Ministère d'énergie et les mines 2010-2022

<sup>7</sup> Younes Zahraoui, M. Rezasudin Basir Khan, Ibrahim Alhamrouni: "*Current Status, Scenario, and Prospective of Renewable Energy in Algeria: A Review*"; Article ; Avril 2021 ; P 2

<sup>8</sup> Bilan énergétique de Ministère d'énergie et les mines 2022

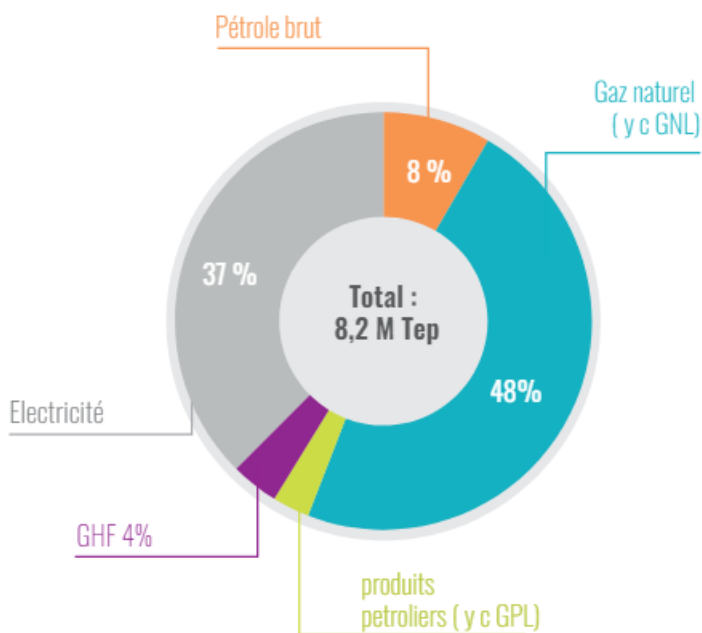
<sup>9</sup> Aps.DZ : " Gaz naturel liquéfié : l'Algérie désormais premier exportateur en Afrique" ; publié le 28 Janvier 2024 ; consulté le 19 Mai 2024 sur ce site <https://www.aps.dz/economie/165950-gaz-naturel-liquefie-l-algerie-desormais-premier-exportateur-en-afrique>

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie



**Figure 9** : Structure de la consommation non énergétique par produit

Source : Ministère d'Énergie et les mines : "**Bilan énergétique 2022**" p 22



**Figure 10** : Structure de la consommation des industries énergétiques par produits

Source : Ministère d'Énergie et les mines : "**Bilan énergétique 2022**" p 24



## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

### 1.2.2) Les exportations du gaz naturel

L'Algérie est un important exportateur de gaz naturel, en particulier vers l'Europe du Sud. Ses exportations se font à la fois par gazoducs (environ 60% du volume total exporté) et sous forme liquéfiée (près de 40%). Le pays dispose de trois gazoducs principaux reliant l'Algérie à l'Europe : le gazoduc Trans-Mediterranean vers l'Italie, le gazoduc Maghreb-Europe vers l'Espagne via le Maroc, et le gazoduc Medgaz allant directement vers l'Espagne.

L'Algérie possède également quatre terminaux de liquéfaction à Arzew et Skikda, d'une capacité totale de 34 millions de tonnes par an. Cependant, ces infrastructures sont largement sous-utilisées depuis plusieurs années en raison de la hausse de la consommation intérieure qui réduit les volumes disponibles à l'exportation, et de la concurrence accrue sur les marchés mondiaux du GNL. En 2020, les exportations totales de l'Algérie ont atteint seulement 38 milliards de mètres cubes, le plus bas niveau depuis un quart de siècle, réparties à 46% vers l'Italie, 35% vers l'Espagne, ainsi que des parts plus faibles vers la Turquie, la France et d'autres pays européens.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Luca BACCARINI, Philippe COPINSCHI, Manfred HAFNER, Nour HEDJAZI, Pierre LABOUÉ : "**LES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES EN AFRIQUE DU NORD : ALGÉRIE, LIBYE, ÉGYPTE**" ; Rapport ; Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques ; p 28-47

### 1.2.3) La Production du gaz naturel en Algérie

L'Algérie possède les deuxièmes réserves de gaz naturel en Afrique après le Nigéria, estimées à 4 500 milliards de mètres cubes. Malgré ce vaste potentiel, la production algérienne de gaz naturel stagne, voire décline légèrement ces dernières années après avoir atteint un pic à 94,8 milliards de mètres cubes en 2016. Le champ géant de Hassi R'Mel constitue le cœur de l'industrie gazière algérienne, fournissant près de la moitié de la production totale, même s'il est désormais en déclin.

Pour maintenir les niveaux de production, la compagnie nationale Sonatrach a plusieurs projets majeurs dans le sud-ouest du pays, visant notamment à développer les nouveaux champs de Tinhert, Gassi Touil, Ain Tsila et Ahnet. Leur mise en service progressive devrait permettre d'apporter un surplus de production de 8 à 13 milliards de mètres cubes par an dans les prochaines années. Malgré ces efforts, de nombreux observateurs doutent de la capacité de l'Algérie à maintenir sa production à long terme sans investissements massifs dans l'exploration et le développement de nouveaux gisements.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Ibid

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

Cependant, après près d'un demi-siècle d'exploitation intensive, la pression du gaz diminue progressivement dans ce champ vieillissant, posant d'importants des défis techniques de taille pour le traitement du gaz naturel extrait. Pour relever surmonter ces défis, plusieurs usines de traitement ultramodernes ont été installées dans la région de Hassi R'Mel. Ces installations permettant d'éliminer les impuretés et de récupérer les hydrocarbures liquides comme tels que le GPL. Un réseau de gazoducs tentaculaires étendu, dont le GR5 se s'étend sur 760 km reliant Hassi R'Mel à la côte méditerranéenne, transporte ensuite le gaz traité vers les ports d'exportation.

Les réseaux de gazoducs sous-marins acheminent également le gaz algérien vers l'Europe. En 2022, les exportations de gaz naturel de l'Algérie, représentant 2,7% des volumes mondiaux, ont atteint 14,4 milliards de mètres cubes, principalement à destination de la France, de la Turquie et de l'Italie. Cependant, ces exportations connaissent une baisse depuis 2012, avec un taux moyen annuel de -0,4%, soulignant la nécessité pour l'Algérie de rationaliser sa consommation intérieure. Le gaz naturel constitue véritablement le pilier de l'économie algérienne, alimentant non seulement la production d'électricité mais aussi les exportations.

Cependant, ces exportations sont en baisse depuis 2012, avec un taux moyen annuel de -0,4%, soulignant la nécessité pour l'Algérie de rationaliser sa consommation intérieure. Le gaz naturel est véritablement le pilier de l'économie algérienne, alimentant non seulement la production d'électricité mais aussi les exportations.<sup>12</sup>

### 1.3) Les principaux gisements d'hydrocarbures de l'Algérie

Les bassins les plus prolifiques en hydrocarbures demeurent ceux de l'Oued Mya, qui abritent les vastes gisements de Hassi Messaoud et de Hassi R'mel, ainsi que celui de Berkine, où se situent les gisements d'Ourhoud et de Hassi Berkine Sud. Les bassins du Sud-Ouest, quant à eux, se distinguent comme des zones d'exploration gazière substantielle, ainsi que des sites de développement significatif avec la mise en production des gisements gaziers de la région d'In Salah et d'Adrar. Plus de deux cents gisements sont actuellement répertoriés, principalement constitués de réservoirs gréseux et localisés principalement dans les couches du Cambro-

---

<sup>12</sup> Nnenna Amobi : "Algeria proves key to Europe hitting 90% full gas storage"; Article ; publié le 31 Aout 2023 ; consulté le 14 Mai 2024, sur ce site <https://www.bloomberg.com/professional/insights/commodities/algeria-proves-key-to-europe-hitting-90-full-gas-storage/>

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

Ordovicien,<sup>13</sup>du Siluro-Dévonien, du Carbonifère et du Trias. La production d'hydrocarbures bénéficie grandement des opérations de récupération assistée, comprenant l'injection d'eau et de gaz.

- **Le champ pétrolier de Hassi Messaoud**

Le gisement pétrolier de Hassi Messaoud, découvert en 1956 lors du forage MD1, qui a atteint les réservoirs de grès du Cambro-Ordovicien à une profondeur de 3 337 mètres, couvre une superficie de 40 x 40 km dans le Sahara algérien, à 800 km au sud d'Alger. Sa structure en dôme anticlinal découle largement de la phase orogénique hercynienne, atteignant son apogée à la fin du Paléozoïque.

- **Le champ pétrolier de Hassi Berkine Sud**

Quant au champ pétrolier de Hassi Berkine Sud (HBNS), sa découverte date de janvier 1995 lors du forage du puits HBNS-1b par l'association Sonatrach/Anadarko, et sa mise en exploitation a eu lieu en 1998. Ce gisement triasique se caractérise par une structure anticlinale asymétrique avec un relief peu prononcé.

- **Le champ pétrolier d'Ourhoud**

Le champ pétrolier d'Ourhoud, situé dans la partie centrale du bassin de Berkine à 320 km au sud-est de Hassi Messaoud, s'étend sur trois blocs d'exploration, les blocs 404a, 405 et 406a. Sa découverte remonte au forage du puits BKE-1 (Berkine Est-1) en juillet 1994, réalisé par l'association Sonatrach et Anadarko. Sa structure correspond à un horst complexe limité à l'est par une faille majeure régionale, avec un rejet vertical variant de 200 à 300 mètres.

- **Le champ pétrolier de Haoud Berkaoui**

Situé à environ 100 km à l'ouest de Hassi Messaoud, le gisement de Haoud Berkaoui fait partie du Bloc 438c et constitue, avec les structures de Benkahla et Guellala, un pôle majeur de la

---

<sup>13</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : "Principaux gisements d'hydrocarbures de l'Algérie" ; Rapport d'activité ; consulté le 1 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?article=principaux-gisements-drhydrocarbures-de-lralgerie>

dépression de l'Oued Mya. Sa découverte remonte à 1965, par le puits OK101, et sa production se fait dans les grès de la série argilo-gréseuse triasique inférieure.<sup>14</sup>

- **Le champ pétrolier d'Edjeleh**

Le champ d'Edjeleh, situé dans le Bloc 241, dans la partie sud-est du bassin d'Illizi, à environ 50 km au sud-est d'In-Amenas, s'étend sur une superficie d'environ 30 km<sup>2</sup>. Découvert en 1956, il a été mis en exploitation quelques années plus tard, présentant des hydrocarbures dans six niveaux réservoirs superposés et distincts.

- **Le champ pétrolier de Hassi R'mel**

Découvert en 1956 et mis en production en 1961, le gisement de Hassi R'mel est situé dans le Sahara algérien, à 550 km au sud d'Alger, s'étendant sur environ 3 500 km<sup>2</sup>. Il s'agit d'un gisement de gaz à condensat avec un anneau d'huile sur le flanc Est. Sa structure en anticlinal elliptique a son axe principal orienté NE-SO.

- **La région de Rhourde Nouss (RN)**

Située à 230 km au sud-est du champ de Hassi Messaoud, la région de Rhourde Nouss (RN) a été explorée dès 1961, révélant une série de réservoirs contenant du gaz à condensat à partir de la cote 2 685 mètres. Elle se caractérise par treize accumulations comportant jusqu'à une dizaine de réservoirs.

- **Le gisement de Krechba (In Salah)**

Le gisement de Krechba, localisé dans la partie nord de la région d'In Salah, a été découvert en 1957 par le forage de KB1, rencontrant les réservoirs tournaisiens du Carbonifère et siegenien-gédinnien du Dévonien inférieur entre 1 700 et 3 350 mètres de profondeur. Associé aux gisements de Teg et Reg, ainsi qu'à ceux de la région d'In Salah (Hassi Moumen, Garet el Befinat, Gour Mahmoud et la structure d'In Salah), il forme un important ensemble gazier

---

<sup>14</sup> Ibid

# Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

exploité par l'association Sonatrach–BP–StatOil. Après traitement, le gaz produit est transporté jusqu'à Hassi R'mel, situé à 450 km au nord de Krechba.<sup>15</sup>

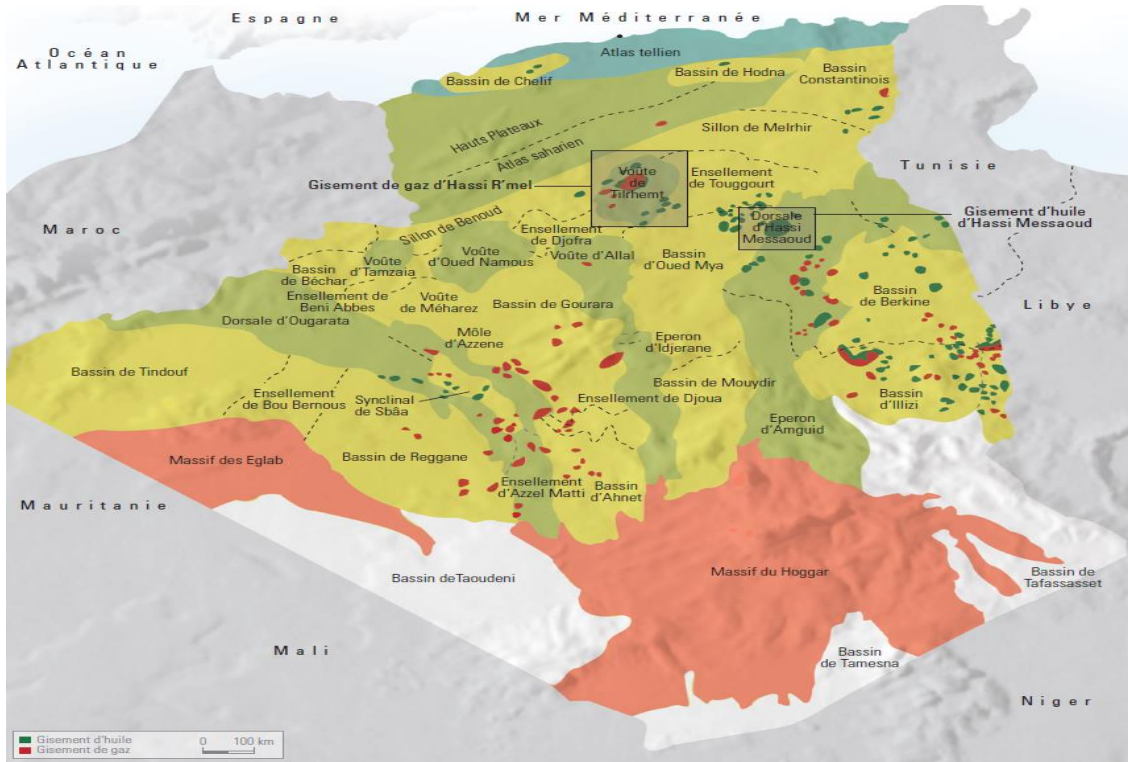


Figure 2 : Carte des bassins sédimentaires de l'Algérie

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Principaux gisements d'hydrocarbures de l'Algérie" consulté le 1 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?article=principaux-gisements-drhydrocarbures-de-lralgerie>

## 2) Les énergies renouvelables en Algérie

### 2.1) L'Énergie solaire en Algérie

L'Algérie bénéficie d'un potentiel solaire considérable, avec des niveaux d'ensoleillement parmi les plus élevés au monde, atteignant jusqu'à 3 500 heures par an dans les régions désertiques. Le rayonnement solaire quotidien oscille entre 4,66 kWh/m<sup>2</sup> dans le nord et 7,26 kWh/m<sup>2</sup> dans le sud. Cet ensoleillement exceptionnel ouvre la voie à de nombreuses opportunités

<sup>15</sup> Ibid

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

pour le développement de produits et services écologiques, tels que l'éclairage LED, la production d'électricité, ou encore les prêts sur titres automobiles.<sup>16</sup>

Afin de tirer parti de cette ressource, l'Algérie a mis en œuvre un programme ambitieux visant à atteindre une capacité électrique renouvelable de 22 000 MW d'ici 2030, dont 12 000 MW destinés à la consommation intérieure et le reste à l'exportation. Ce programme prévoit la construction d'environ soixante centrales solaires photovoltaïques et thermodynamiques au cours de la prochaine décennie.<sup>17</sup>

La centrale hybride de Hassi R'Mel, intégrant 25 MW de solaire thermodynamique à concentration et une centrale à cycle combiné au gaz de 130 MW, constitue l'un des projets pionniers de ce genre à l'échelle mondiale.<sup>18</sup> Malgré ce potentiel solaire exceptionnel, l'Algérie ne génère actuellement que 448 MW d'électricité solaire, représentant à peine 3 % de son mix énergétique.<sup>19</sup>



**Figure 3** : L'une des premières centrales solaires hybrides au monde est située à Hassi R'Mel.

**Source** : Salman Zafar : "Renewable Energy in Algeria" ; publié le 15 octobre 2023 ; Consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.ecomena.org/renewables-algeria/>

<sup>16</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : " Energies Nouvelles, Renouvelables et Maîtrise de l'Énergie " ; Rapport d'activité ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

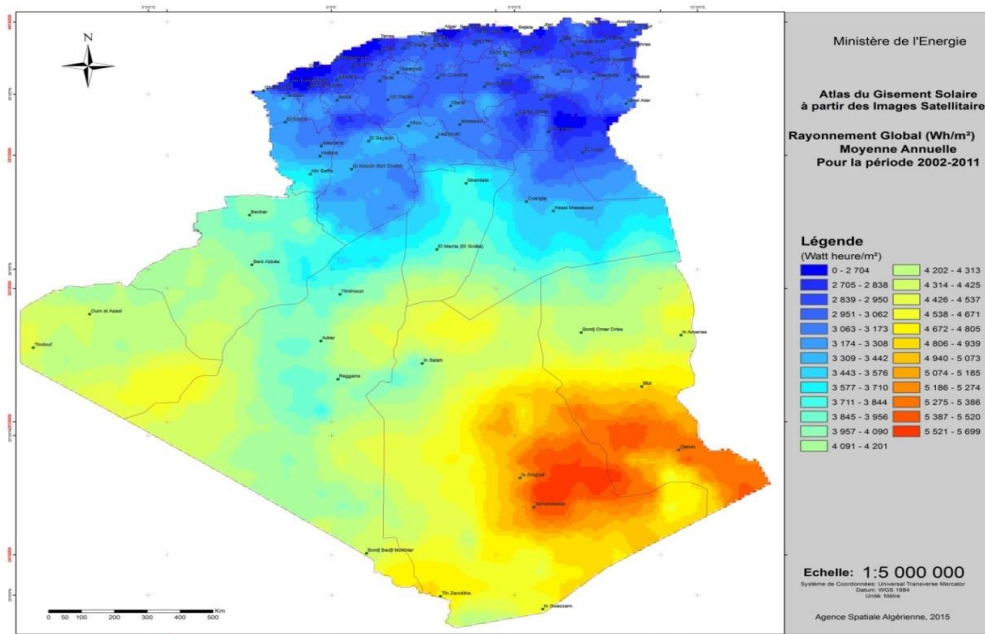
<sup>17</sup> Kamal Achab : "Algeria - Country Commercial Guide" publié le 1 Janvier 2023 ; Article ; Consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/algeria-renewable-energy>

<sup>18</sup> Salman Zafar : "Renewable Energy in Algeria" ; publié le 15 octobre 2023 ; Article ; Consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.ecomena.org/renewables-algeria/>

<sup>19</sup> Farida Larbi : " Énergie solaire : L'Algérie déterminée à exploiter son potentiel " ; Article ; publié le 21 octobre 2020 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.elmoudjahid.dz/fr/economie/energie-solaire-l-algerie-determinee-a-exploiter-son-potentiel-624>

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

En raison de sa situation géographique, l'Algérie bénéficie d'un des potentiels solaires les plus élevés au monde. L'ensoleillement moyen sur la majeure partie du territoire dépasse 2 000 heures par an, atteignant jusqu'à 3 900 heures dans les hauts plateaux et le Sahara. La quantité d'énergie solaire reçue annuellement sur un mètre carré de surface horizontale est d'environ 3 kWh/m<sup>2</sup> dans le nord, et dépasse 5,6 kWh/m<sup>2</sup> dans le Grand Sud.<sup>20</sup>



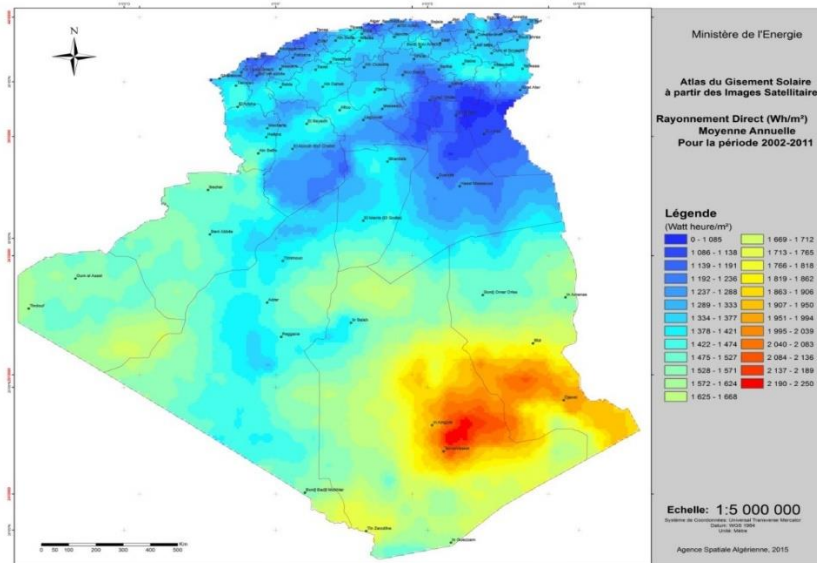
**Figure 4** : Carte de l'Irradiation Globale Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : " Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie" consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

<sup>20</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : " Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie" consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>



# Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie



**Figure 5** : Carte de l'Irradiation Directe Annuelle Moyenne (Période 2002-2011)

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : " Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie" consulté le 5 Mai 2024 sur ce site [https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-](https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie)

[renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie](https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie)

## 2.2) L'Énergie éolienne en Algérie

L'Algérie possède un potentiel éolien considérable, estimé à 7 700 GW, ce qui en fait le plus grand potentiel éolien terrestre en Afrique. Cette capacité est plus de onze fois supérieure à la capacité éolienne mondiale installée à ce jour.<sup>21</sup> Cependant, l'Algérie exploite actuellement seulement 10 MW d'énergie éolienne, provenant d'une unique ferme située à Adrar.<sup>22</sup>

Des études menées depuis les années 1980 ont permis d'identifier huit zones ventées propices à l'installation d'éoliennes, dont deux sur le littoral, trois sur les hauts plateaux et trois dans le Sahara. Le potentiel technique a été évalué à 172 TWh/an, dont 37 TWh/an économiquement exploitables.<sup>23</sup>

<sup>21</sup> Myriam Ben Yahia : " L'Algérie, pays africain disposant du plus grand potentiel éolien terrestre du continent " ; Article ; publié le 06 octobre 2020 ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site [https://www.ilboursa.com/marches/lalgerie-pays-africain-disposant-du-plus-grand-potentiel-eolien-terrestre-du-continent\\_24467](https://www.ilboursa.com/marches/lalgerie-pays-africain-disposant-du-plus-grand-potentiel-eolien-terrestre-du-continent_24467)

<sup>22</sup> Zhor Hadjam : " Assistance technique à la transition énergétique en Algérie : La Banque mondiale cible l'éolien et l'autoproduction électrique " ; Article ; publié le 27 janvier 2024 ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://elwatan-dz.com/assistance-technique-a-la-transition-energetique-en-algerie-la-banque-mondiale-cible-leolien-et-lautoproduction-electrique>

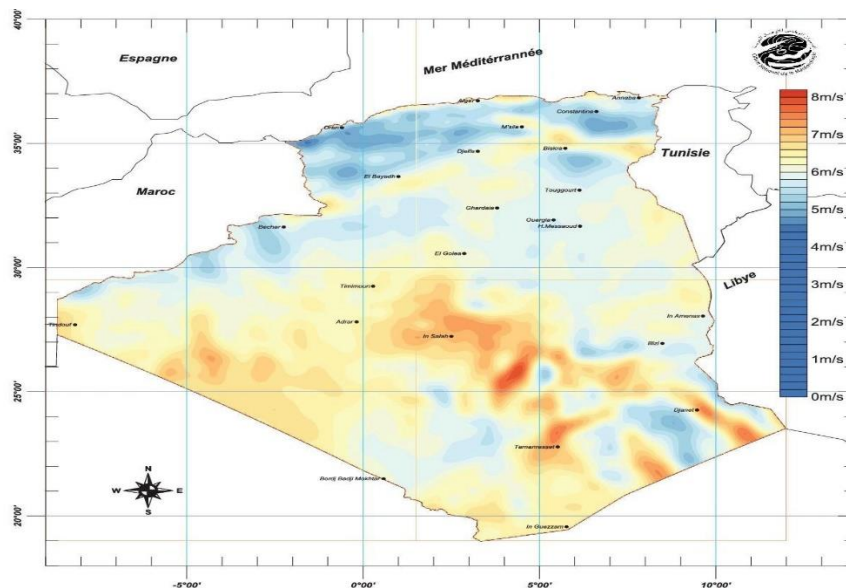
<sup>23</sup> Dr Nachida Kasbadji Merzouk : Chef de Division Energie Eolienne "Quel avenir pour l'Énergie Éolienne en Algérie ?" ; Rapport ; 2008 ; p1

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie

Pour développer cette filière, l'Algérie vise une capacité de 400 MW à l'horizon 2030-2035 dans le cadre de son programme de transition énergétique.

La disponibilité de l'énergie éolienne en Algérie varie considérablement en fonction de la topographie et du climat. Ce vaste pays se divise en deux grandes zones géographiques distinctes. Le Nord méditerranéen, avec un littoral de 1200 km et des reliefs montagneux, inclut les chaînes de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien. Entre ces zones se trouvent des plaines et des hauts plateaux au climat continental. Le Sud, en revanche, est caractérisé par un climat saharien.

Les vitesses de vent dans le Sud sont plus élevées que dans le Nord, particulièrement dans le Sud-Est, où elles dépassent les 7 m/s et atteignent plus de 8 m/s dans la région de Tamanrasset (In Amguel). Dans le Nord, les vitesses moyennes sont généralement plus basses, bien que des microclimats favorables se trouvent le long des côtes d'Oran, Bejaïa, et Annaba, ainsi que sur les hauts plateaux de Tébessa, Biskra, M'sila, et El Bayadh (6 à 7 m/s), et dans le Grand Sud (>8 m/s).<sup>24</sup>



**Figure 6** : Carte du Vent Annuel Moyen à 50m (Période 2001-2010)

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie" consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

<sup>24</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie" ; Rapport d'activité ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

### 2.3) L'Energie d'hydroélectricité

La production hydroélectrique en Algérie est limitée en raison de la richesse du pays en hydrocarbures. Cependant, l'Algérie dispose de plusieurs centrales hydroélectriques comme la Centrale d'Imayras, la Centrale d'Idless et la Centrale de Bordj El Haouas qui contribuent à la production d'électricité, le gouvernement a décidé d'abandonner la production d'électricité à partir de deux barrages, Ighil Emda et Erraguen, car ce mode de production ne convient pas au climat semi-aride de l'Algérie. Le ministère des Ressources en eau a engagé des procédures pour récupérer ces barrages afin de les consacrer à l'alimentation en eau des populations et à l'irrigation agricole. Malgré ces changements, les besoins en électricité des populations sont pris en charge par le réseau de Sonelgaz.<sup>25</sup>

En 2014, le gouvernement a pris la décision de fermer progressivement les centrales hydroélectriques du pays, considérant leur production comme insuffisante (389,4 GWh sur un total de 28 950 GWh produits en 2014). Désormais, les barrages sont principalement utilisés pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau potable. Malgré ce repli, l'hydroélectricité était la source renouvelable de production électrique à l'échelle mondiale, représentant 16,3% de la production totale en 2011. L'Algérie conserve un potentiel hydroélectrique important, notamment dans le nord du pays, qui reste à exploiter.<sup>26</sup>

Néanmoins, il convient de souligner que les ressources hydrauliques en Algérie soient importantes, évaluées à 65 milliards de mètres cubes, leur exploitation est restreinte par divers facteurs tels que la faible fréquence des précipitations, leur concentration dans des zones restreintes, l'évaporation intense et le ruissellement rapide vers la mer. De plus, les ressources en eau de surface diminuent progressivement du nord au sud, avec environ deux tiers des ressources en surface estimées à 25 milliards de mètres cubes. Actuellement, on recense 103 sites de barrages, dont plus de 50 sont opérationnels.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Wahiba Mokrane, Ahmed Kettab: "***LES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES EN ALGERIE THE HYDROELECTRIC PLANNING IN ALGERIA***" 2020

<sup>26</sup> Ziad Mohamed: "***Energy transition and development of renewable energies in Algeria : State of play and potential***"; thèse doctorat ; Abdelhamid Ben Badis université ; 2020 ; p 305

<sup>27</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : " Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Energie" consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

## Chapitre I : Le contexte énergétique en Algérie



**Figure 7** : Barrage de kherrata w de bejaia

**Source** : ddkabylie : Kherrata / Assurer une meilleure exploitation des ressources en eau ; publié le 9 Mars 2010 ; consulté le 19 Mars 2020 sur ce site <http://ddkabylie.unblog.fr/2010/03/09/kherrata-assurer-une-meilleure-exploitation-des-ressources-en-eau/>



**Figure 8** : Barrage de Erraguene اراقن سد

**Source** : Kaki Habib : Photographie prise le 13 février 2016, publiée par Wikimedia Commons, consulté le 19 Mai 2024 sur ce site [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrage\\_de\\_Erraguene](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Barrage_de_Erraguene)

### Conclusion

En conclusion, le chapitre sur le contexte énergétique en Algérie met en évidence la variété des ressources énergétiques disponibles dans le pays ainsi que les défis associés à leur exploitation et à leur consommation. Les ressources fossiles, telles que le pétrole, le gaz et le charbon, ont longtemps été les principaux piliers de l'industrie énergétique algérienne, contribuant à son économie et à son développement. Toutefois, la transition vers des sources d'énergie plus durables est devenue une priorité, avec un intérêt croissant pour les ressources renouvelables telles que l'énergie solaire, éolienne et hydroélectrique.

La consommation de gaz naturel, en particulier, a été examinée en détail, mettant en évidence son évolution historique ainsi que son contexte actuel, et soulignant les tendances et les défis associés à cette ressource essentielle pour l'Algérie. Les politiques énergétiques algériennes, notamment la loi sur l'énergie, jouent un rôle crucial dans la gestion et l'orientation du secteur énergétique, tandis que les programmes nationaux de transition énergétique fixent des objectifs ambitieux en matière de développement durable et de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

# **Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique**

### Introduction

La transition énergétique est effectivement un enjeu majeur du XXI<sup>e</sup> siècle, visant à transformer les systèmes de production et de consommation d'énergie afin de les rendre plus durables et écologiques. Cette transformation est motivée par la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, qui sont les principaux responsables du réchauffement climatique, et par l'impératif de diversifier les sources d'énergie pour accroître la sécurité énergétique à l'échelle mondiale.

La dépendance historique de l'humanité aux énergies fossiles a eu des conséquences notables sur notre environnement. L'extraction et la combustion de ressources telles que le pétrole, le charbon et le gaz naturel ont entraîné une augmentation des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), un gaz à effet de serre qui joue un rôle clé dans le changement climatique. Cette situation a suscité une prise de conscience mondiale et a encouragé la recherche et le développement de sources d'énergie alternatives et renouvelables. Des efforts sont désormais déployés pour réduire notre empreinte carbone et favoriser une transition énergétique vers des solutions plus durables, telles que l'énergie solaire, éolienne et hydroélectrique, qui offrent l'espoir d'un avenir plus propre et plus vert.

La transition énergétique est un processus essentiel pour assurer un avenir durable. En se tournant vers des sources d'énergie renouvelables telles que le solaire, l'éolien, l'hydroélectricité et la biomasse, on s'éloigne des combustibles fossiles qui sont limités et polluants. Ces énergies vertes offrent une alternative propre et inépuisable, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique. De plus, l'innovation dans les technologies de stockage d'énergie et les réseaux intelligents joue un rôle crucial en permettant une intégration harmonieuse de ces énergies renouvelables dans le réseau électrique. Ces avancées technologiques assurent non seulement une gestion plus efficace de l'énergie mais favorisent également une distribution plus fiable et adaptable aux besoins fluctuants de la consommation énergétique. La transition énergétique représente donc un pilier fondamental pour la protection de l'environnement et la préservation des ressources naturelles pour les générations futures.

### 1) La transition énergétique

#### 1.1) La définition de la transition énergétique

La transition énergétique représente un changement fondamental dans la manière dont l'énergie est produite, distribuée et consommée. Elle implique un passage progressif des sources d'énergie traditionnelles, telles que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, vers des sources plus propres et renouvelables comme le solaire, l'éolien, l'hydroélectricité et la biomasse. Cette transformation est motivée par la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour lutter contre le changement climatique, mais aussi par la volonté d'améliorer la sécurité énergétique et de stimuler l'innovation technologique.

Les gouvernements du monde entier adoptent des politiques pour encourager cette transition, y compris des incitations financières pour les énergies renouvelables, des normes d'efficacité énergétique plus strictes et des investissements dans la recherche et le développement. Les entreprises et les consommateurs jouent également un rôle clé, en adoptant de nouvelles technologies et en modifiant leurs comportements pour devenir plus économes en énergie.

Cependant, la transition énergétique n'est pas sans défis. Elle nécessite des investissements considérables, la restructuration des industries énergétiques existantes, et doit prendre en compte les impacts sociaux, notamment sur l'emploi et l'équité énergétique. Chaque pays doit naviguer dans ces eaux complexes en fonction de ses propres ressources, besoins et objectifs, tout en contribuant à l'effort mondial pour un avenir énergétique plus durable. La coopération internationale est donc essentielle pour partager les meilleures pratiques, les technologies et pour soutenir les transitions dans les économies en développement.

La transition énergétique comporte trois volets principaux :

- La transformation du système de production énergétique, qui consiste à passer d'un modèle reposant principalement sur des énergies fossiles et polluantes à un modèle basé sur des énergies renouvelables et moins polluantes.
- L'efficacité énergétique, qui vise à améliorer le rendement des systèmes énergétiques.



## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- La sobriété énergétique, qui consiste à réduire les besoins en énergie grâce à des changements structurels et une modification des modes de consommation.<sup>28</sup>

### 1.2) Les enjeux de la transition énergétique

#### 1.2.1) Les enjeux environnementaux de la transition énergétique

##### Lutte contre le réchauffement climatique

- Réduire de manière significative les émissions de gaz à effet de serre associées à la production et à la consommation d'énergie, qui constituent les principales causes du réchauffement climatique.
- Limiter les effets néfastes du changement climatique sur les écosystèmes, la biodiversité et les activités humaines.<sup>29</sup>

##### Préservation des ressources naturelles

- Transiter des énergies fossiles épuisables (pétrole, gaz, charbon) vers des énergies renouvelables inépuisables (solaire, éolien, hydraulique, géothermie, biomasse).
- Diminuer la consommation d'énergie et optimiser l'efficacité énergétique afin de préserver les ressources naturelles.

##### Protection de l'environnement et de la biodiversité

- Réduire la pollution de l'air, de l'eau et des sols associée à l'exploitation et à la combustion des énergies fossiles.
- Protéger l'intégrité des écosystèmes terrestres et marins menacés par les activités liées au système énergétique actuel.
- Stopper l'érosion de la biodiversité provoquée par les impacts environnementaux du système énergétique.

##### Amélioration de la santé publique

- Diminuer les maladies respiratoires et autres affections causées par la pollution atmosphérique.

---

<sup>28</sup> Youmatter : "Transition énergétique : définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde" ; publié le 25 mars 2024 ; consulté le 1 Avril 2024 sur ce site

<https://youmatter.world/fr/definitions/transition-energetique-definition-enjeux/>

<sup>29</sup> Christian Bouchard, Frédérick Lemarchand, Sebastian Weissenberger, Sécou Sarr, Gaëtan Lafrance, Éric Duchemin : "Transition énergétique : contexte, enjeux et possibilités" ; Article ; publié le décembre 2014 ; consulté le 4 Avril 2024 sur ce site <https://journals.openedition.org/vertigo/14346>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- Limiter les risques sanitaires émergents liés au changement climatique prolifération de bactéries, et propagation de maladies.<sup>30</sup>

### 1.2.2) Les enjeux économiques de la transition énergétique

- Sécurisation de l'approvisionnement énergétique : La transition énergétique vise à diminuer la dépendance aux énergies fossiles importées, garantissant ainsi une sécurité énergétique renforcée pour les nations.
- Contrôle des coûts de l'énergie : L'objectif est de contenir les coûts de production et de consommation d'énergie, ce qui peut avoir un impact positif sur le pouvoir d'achat des citoyens et des entreprises.
- Création d'emplois : La transition énergétique présente des opportunités de création d'emplois dans les domaines des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de la gestion durable de l'énergie, contribuant ainsi à la croissance économique et à la transition vers une économie plus verte.<sup>31</sup>

### 1.2.3) Les enjeux sociétaux de la transition énergétique

- Anticipation et gestion des crises énergétiques : La transition énergétique vise à anticiper et à gérer les crises énergétiques potentielles en diversifiant les sources d'énergie et en renforçant la résilience du système énergétique face aux chocs externes.
- Attentes citoyennes en matière de sécurité et d'environnement : Les citoyens attendent des mesures de sécurité énergétique et des actions concrètes pour protéger l'environnement, ce qui influence les politiques énergétiques et les programmes gouvernementaux.
- Promotion de modes de vie à faible intensité énergétique : La transition énergétique vise à encourager des modes de vie plus durables et économes en énergie, favorisant une consommation responsable et une réduction de l'empreinte écologique.
- Développement d'un aménagement et d'un urbanisme durables : La transition énergétique nécessite des changements dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme pour favoriser des infrastructures respectueuses de l'environnement et des modes de transport durables.

---

<sup>30</sup> Geo : "Transition énergétique : définition et enjeux" ; publié le 22 Juin 2021 ; consulté le 4 Avril 2024 sur ce site <https://www.geo.fr/environnement/transition-energetique-definition-et-enjeux-193603>

<sup>31</sup> Ibid.

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- Promotion de la justice environnementale et sociale : Il est essentiel d'assurer une transition énergétique juste et équitable, en tenant compte des impacts différenciés sur les populations et en garantissant l'accès à une énergie propre pour tous.<sup>3233</sup>

### 1.2.4) Les enjeux géopolitiques de la transition énergétique

#### Sécurité énergétique et indépendance

- La transition vers les énergies renouvelables vise à réduire la dépendance aux importations d'énergies fossiles, renforçant ainsi la sécurité énergétique et l'indépendance des nations.
- Cela réduit l'influence des pays exportateurs de combustibles fossiles tels que la Russie et l'Arabie Saoudite.<sup>34</sup>

#### Compétition pour les matières premières critiques

- La transition requiert des matières premières rares telles que les terres rares, créant ainsi une nouvelle dépendance et une compétition géopolitique pour leur approvisionnement.
- La Chine, leader actuel sur le marché des terres rares, pourrait utiliser cet avantage dans ses relations avec d'autres nations.

#### Rivalités technologiques et industrielles

- La compétition pour les technologies vertes (énergies renouvelables, véhicules électriques, etc.) accentue les rivalités entre les pays pour dominer ces marchés prometteurs.
- L'UE, les États-Unis, le Japon et la Chine cherchent à sécuriser leurs approvisionnements en composants critiques et à développer leurs propres industries.<sup>35</sup>
- La transition énergétique risque de déprécier les actifs liés aux énergies fossiles (réserves, infrastructures, etc.), ce qui aura des conséquences géopolitiques pour les pays producteurs.

---

<sup>32</sup> Jade Goumard : "Transition énergétique : quels enjeux pour les années à venir ?" ; Article ; publié le décembre 2023 ; consulté le 15 Mai 2024 sur ce site <https://www.hellocarbo.com/blog/communaute/transition-energetique/>

<sup>33</sup> Anaïs BADILLO : "Transition énergétique : définition, enjeux et loi" ; Article ; publié le 28 Septembre 2023 ; consulté le 15 Mai 2024 sur ce site <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/transition-energetique>

<sup>34</sup> Philippe Charlez : "Géopolitique de la transition énergétique" ; INSITUT CHOISEUL ; Éditions Choiseul ; 2016, pages 8-11

<sup>35</sup> Jorge E. Viñuales : "Géopolitique de la transition énergétique" ; groupe d'études géopolitiques ; Edition Groupe d'études géopolitiques ; 2021 ; p 6-7

### Géopolitique des actifs échoués

- La transition énergétique risque de dévaloriser les actifs liés aux énergies fossiles (réserves, infrastructures, etc.), avec des conséquences géopolitiques pour les pays producteurs.
- Cela pourrait affaiblir économiquement et politiquement certains régimes en place.

### Coopération internationale

- La transition énergétique nécessite une coopération internationale renforcée pour partager les technologies, harmoniser les réglementations et financer les investissements.<sup>36</sup>

### 1.3) La nécessité de la transition énergétique

La transition énergétique est désormais perçue comme une nécessité impérative pour répondre aux défis mondiaux liés au changement climatique et à l'épuisement des ressources fossiles. Les émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine ont déjà des conséquences majeures sur l'environnement, l'agriculture, la santé et les écosystèmes.<sup>37</sup>

Un changement décisif vers les énergies renouvelables et les technologies bas carbone est essentiel pour limiter le réchauffement climatique à un niveau tolérable. Au-delà de l'urgence environnementale, la transition énergétique représente une opportunité économique majeure, offrant la création de nouveaux emplois dans les secteurs verts, stimulant l'innovation technologique et renforçant la compétitivité à long terme.

Elle ouvre également la perspective d'une plus grande indépendance énergétique en réduisant la dépendance aux importations d'hydrocarbures. Bien que les changements nécessaires soient d'une ampleur sans précédent, la transition vers un modèle énergétique durable est cruciale pour préserver l'environnement, assurer la sécurité énergétique et favoriser une croissance économique pérenne.<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> Julian Kamasa : *"Enjeux géopolitiques de la transition énergétique"* ; CSS uth zurich ; Article ; juillet 2022 ; p 3-4

<sup>37</sup> International Energy Agency : "World Energy Outlook 2021" ; publié l'octobre 2021 ; Rapport ; consulté le sur ce site <https://www.iaa.org/reports/world-energy-outlook-2021>

<sup>38</sup> Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer : "AR5 Synthesis Report : Climate Change 2014" ; Article ; publié le 2014 ; consulté le 10 Avril sur ce site <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

### 1.4) L'expérience Allemande



**Figure 11** : les énergies renouvelables dans le village de Feldheim (Allemand)

**Source** : Tonya Mosley : "Small German Town Uses 100% Renewable Energy By Building Its Own Power Plants" ;  
publié le 3 Février 2020 ; consulté le 20 Mai 2024 sur ce site

<https://www.wbur.org/hereandnow/2020/02/03/carbon-free-wolfhagen-climate-change>

L'Allemagne a lancé une transformation énergétique majeure connue sous le nom d'Energiewende, visant à passer d'une production d'énergie fortement tributaire des combustibles fossiles et du nucléaire à une source d'énergie plus durable et renouvelable. Historiquement, le mix énergétique allemand était principalement alimenté par le charbon et le nucléaire, représentant ensemble plus de 80 % de la production d'électricité dans les années 1990.<sup>39</sup>

Cependant, confronté aux défis du changement climatique et aux risques inhérents au nucléaire, le gouvernement allemand a adopté l'Energiewende au début des années 2000.<sup>40</sup> Cette politique s'est caractérisée par des mesures ambitieuses telles que la fermeture progressive des centrales nucléaires, dont la dernière a été mise hors service en avril 2023,<sup>41</sup> et par une expansion considérable des capacités éoliennes et solaires.<sup>42</sup>

En 2023, les énergies renouvelables constituaient environ 50 % de la production totale d'électricité du pays, avec une prédominance de l'éolien et du solaire.<sup>43</sup>

<sup>39</sup> Bruno Burger: "[Electricity generation in Germany in 2023](#)"; Fraunhofer ISE; Rapport; 2024; p 5

<sup>40</sup> International Energy Agency (IEA): "[Energy Efficiency 2023](#)"; Rapport ; 2023; p 11

<sup>41</sup> Dimitri Pescia, Emi Ichiyanagi: "[The Energiewende in a nutshell](#)"; Agora Energiewende ; Rapport ; 2017; p 7

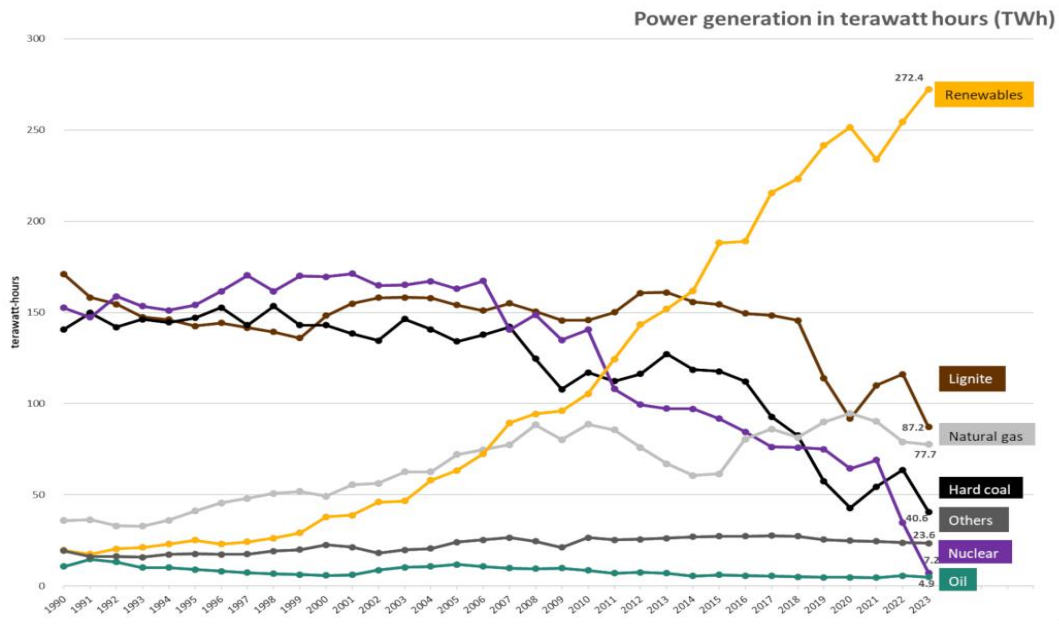
<sup>42</sup> Bruno Burger: "[Electricity generation in Germany in 2023](#)"; Fraunhofer ISE; Rapport ; 2024; p 8

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

Ce virage a été appuyé par d'importants investissements, des subventions et des réformes réglementaires visant à intégrer les sources d'énergie renouvelable dans le réseau électrique national.<sup>44</sup>

### Gross power production in Germany 1990 - 2023, by source.

Data: AGEB 2024.



**Figure 12** : Production brute d'électricité en Allemagne de 1990 à 2023

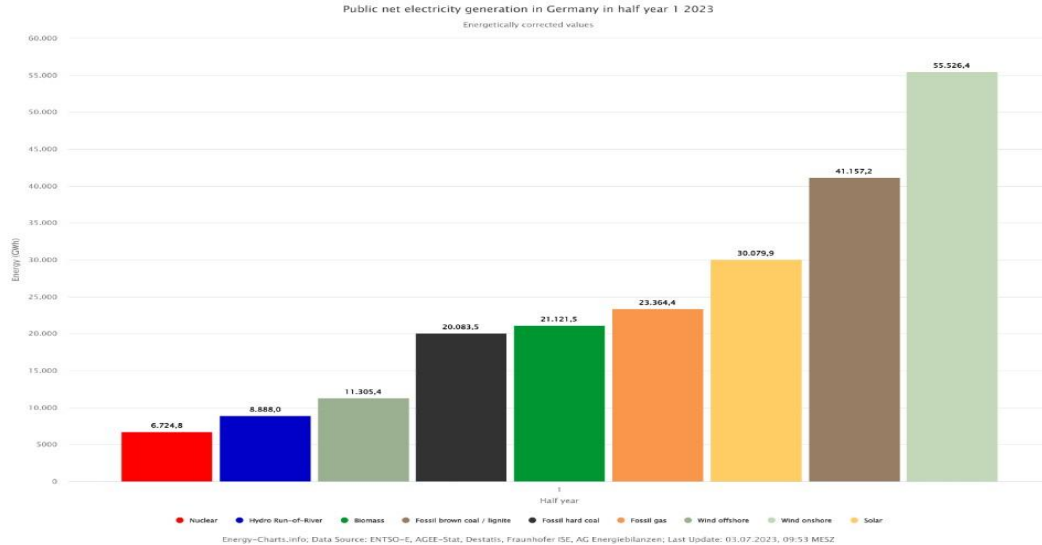
Source : Kerstine Appunn, Yannick Haas, Julian Wettengel : "Germany's energy consumption and power mix in charts" ; publié le 4 Avril 2024 consulté le 24 Avril 2024 sur ce site

<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-energy-consumption-and-power-mix-charts>

<sup>43</sup> Bruno Burger: "**Electricity generation in Germany in 2023**"; Fraunhofer ISE; Rapport ; 2024; p 12

<sup>44</sup> International Energy Agency (IEA): "**Energy Efficiency 2023**"; 2023; Rapport ; p 15

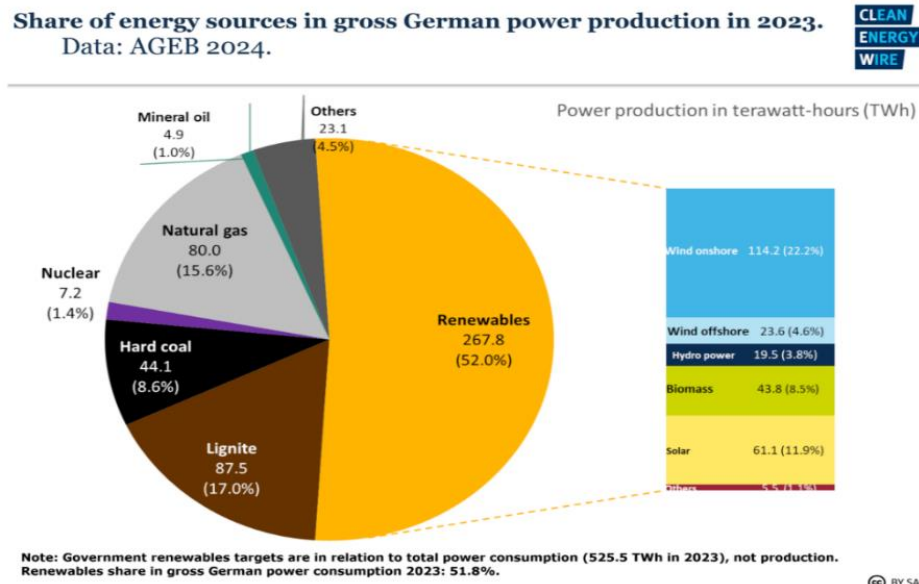
## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique



**Figure 13** : Production d'électricité nette publique d'Allemand au cours du premier semestre de 2023

Source : Bruno Burger, Claudia Hanisch: "German Net Power Generation in First Half of 2023: Record Renewable Energy Share of 57.7 Percent" ; publié le 3 Juillet 2023 ; consulté le 2 Avril 2024 sur ce site

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2023/german-net-power-generation-in-first-half-of-2023-renewable-energy-share-of-57-percent.html>



**Figure 14** : Part des sources d'énergie dans la production brute d'électricité en Allemagne en 2023

Source : Kerstine Appunn, Yannick Haas, Julian Wettengel : "Germany's energy consumption and power mix in charts" ; publié le 4 Avril 2024 ; consulté le 24 Avril 2024 sur ce site

<https://www.cleanenergywire.org/factsheets/germanys-energy-consumption-and-power-mix-charts>

### 1.5) Les avantages et les inconvénients de la transition énergétique

#### 1.5.1) Les avantages

- **Réduction des émissions de carbone :** La transition énergétique peut considérablement réduire les émissions de carbone, contribuant ainsi à atténuer les impacts du changement climatique. Les sources d'énergie renouvelable telles que l'éolien, le solaire et l'hydroélectricité ne produisent pas de dioxyde de carbone lors de leur fonctionnement, contrairement aux combustibles fossiles. Cela peut aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à ralentir le réchauffement climatique.
- **Création d'emplois :** La transition énergétique peut créer de nouveaux emplois dans le secteur de l'énergie renouvelable, allant de la fabrication et de l'installation à l'entretien et à la recherche et développement. Selon l'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA), le secteur de l'énergie renouvelable pourrait soutenir plus de 40 millions d'emplois d'ici 2050.
- **Indépendance énergétique :** La transition énergétique peut aider les pays à devenir plus énergiquement indépendants en réduisant leur dépendance aux combustibles fossiles importés. En produisant leur propre électricité à partir de sources d'énergie renouvelable, les pays peuvent réduire leur dépendance aux approvisionnements en pétrole et en gaz naturel étrangers, améliorant ainsi leur sécurité énergétique.
- **Coût-efficacité :** Les technologies d'énergie renouvelable sont devenues de plus en plus rentables ces dernières années, le coût de l'énergie éolienne et solaire ayant considérablement chuté. Dans certains cas, l'énergie renouvelable est désormais moins chère que les combustibles fossiles, ce qui en fait une option de production d'énergie rentable.
- **Diversification des sources d'énergie :** La transition énergétique peut aider à diversifier les sources d'énergie, en réduisant la dépendance à une seule source d'énergie. Cela peut améliorer la sécurité énergétique et réduire le risque de perturbations de l'approvisionnement.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup>Dominique Bureau, Remi Dorval : **"Quel rôle pour les villes dans la transition énergétique ?"** LA FABRIQUE DE LA CITE ; Article ; 2014 ; p 9-13



### 1.5.2) Les Inconvénients

- **Intermittence** : Les sources d'énergie renouvelable telles que l'éolien et le solaire sont intermittentes, ne produisant de l'électricité que lorsque le vent souffle ou que le soleil brille. Cela peut rendre difficile de compter sur ces sources pour une production d'électricité constante, nécessitant l'utilisation de systèmes de stockage d'énergie ou de sources d'énergie de secours.
- **Défis d'infrastructure** : La transition énergétique nécessite d'importants investissements dans de nouvelles infrastructures, telles que des lignes de transmission et des systèmes de stockage d'énergie, pour soutenir l'intégration de l'énergie renouvelable dans le réseau.
- **Utilisation des terres** : Les sources d'énergie renouvelable telles que l'éolien et le solaire nécessitent de vastes étendues de terre pour leur installation, ce qui peut entraîner des conflits avec d'autres utilisations des terres telles que l'agriculture et la conservation.<sup>46</sup>
- **Dépendance aux matériaux rares** : Certaines technologies d'énergie renouvelable, comme les panneaux solaires et les batteries, dépendent de matériaux rares tels que le lithium et le cobalt, qui peuvent être difficiles à obtenir et ont des impacts environnementaux et sociaux.
- **Perception du public** : Les technologies d'énergie renouvelable telles que les éoliennes et les fermes solaires peuvent être controversées, certaines communautés s'opposant à leur installation en raison de préoccupations esthétiques, de bruit et de la valeur des propriétés.<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> L'équipe de rédaction Effy : "Energies renouvelables : avantages et inconvénients" ; Article ; publié le 2 Avril 2024 ; consulté le 19 Mai 2024 sur ce site <https://www.quelleenergie.fr/magazine/energies-renouvelables-avantages-inconvenients>

<sup>47</sup>youmatter. "Transition énergétique : bonne pour le climat, mauvaise pour les écosystèmes ?" ; publié le 14 Avril 2023 ; consulté le 25 Avril 2024 sur ce site <https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/transition-energetique-consequences-biodiversite-ecosystemes/>

### 1.6) L'impact de la transition énergétique sur l'économie

La transition énergétique, visant à migrer d'une économie dépendante des énergies fossiles vers une économie plus durable et respectueuse de l'environnement, exerce un impact substantiel sur l'économie mondiale. Voici quelques points saillants à prendre en considération :

#### Les avantages économiques :

- Génération d'emplois : La transition énergétique engendre de nouvelles opportunités d'emploi dans les domaines des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et de la recherche et développement.
- Stimulus économique : En investissant dans des technologies propres et durables, les nations peuvent stimuler leur croissance économique à long terme.
- Foyer sur l'innovation : La transition énergétique favorise l'innovation et l'émergence de nouvelles technologies, renforçant ainsi la compétitivité des entreprises sur le marché mondial.
- Réduction des coûts à long terme : Bien que les investissements initiaux puissent être substantiels, à long terme, la transition énergétique peut entraîner des économies significatives en réduisant les coûts associés aux énergies fossiles et en améliorant l'efficacité énergétique.<sup>48</sup>

#### Les défis:

- Investissements requis : La transition énergétique exige d'importants investissements dans les infrastructures, les technologies et la formation, représentant ainsi un défi financier pour de nombreuses nations.
- Changements structurels : La transition énergétique induit des transformations structurelles dans l'économie, susceptibles d'engendrer des perturbations temporaires dans certains secteurs.

---

<sup>48</sup> Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires : " L'évaluation économique de la transition énergétique " ; Rapport d'activité ; publié le 28 février 2022 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-economique-transition-energetique>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- Coordination internationale : Étant donné que le changement climatique constitue un enjeu planétaire, une coordination internationale s'avère essentielle pour assurer une transition énergétique efficace et équitable.<sup>49</sup>

### 1.8) L'impact de la transition énergétique sur l'environnement

#### L'Impact positif sur l'environnement

La transition énergétique, qui implique le passage d'une économie fondée sur les énergies fossiles à une économie favorisant davantage l'utilisation des énergies renouvelables, présente des impacts environnementaux globalement positifs :

- Elle permet une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi à lutter contre le changement climatique ;
- Les énergies renouvelables telles que le solaire et l'éolien ont un faible impact environnemental voire nul, et nécessitent moins de ressources épuisables ;
- Cela contribue à la préservation des écosystèmes et de la biodiversité, actuellement menacés par les conséquences du changement climatique.<sup>50</sup>

#### Les Défis et enjeux environnementaux

Néanmoins, la transition énergétique présente également des défis et des enjeux environnementaux :

- L'expansion des énergies renouvelables nécessite davantage d'espace que les sources d'énergie fossiles, ce qui peut entraîner une pression sur les écosystèmes locaux et la biodiversité ;
- Certaines formes de bioénergie, telles que les biocarburants, peuvent contribuer à l'augmentation de la déforestation et à une utilisation accrue des terres agricoles ;
- La fabrication des technologies vertes, telles que les panneaux solaires, les éoliennes et les batteries, requiert l'extraction de matières premières, ce qui peut avoir un impact environnemental significatif.<sup>51</sup>

---

<sup>49</sup> Lauranne Garitte : "transition énergétique : quel impact économique ? " ; Article ; publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://uclouvain.be/fr/sciencetoday/actualites/transition-energetique-quel-impact-economique.html>

<sup>50</sup> WWF France : " Accélérer la transition énergétique " publié le 2024 ; Rapport ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.wwf.fr/champs-daction/climat-energie/transition-energetique>

<sup>51</sup> La Rédaction GEO : " Transition énergétique : définition et enjeux " ; Article ; publié le 22 Juin 2021 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.geo.fr/environnement/transition-energetique-definition-et-enjeux-193603>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

### L'Importance de la sobriété énergétique

Afin que la transition énergétique puisse exercer une influence bénéfique sur l'environnement à l'échelle mondiale, il est essentiel de l'associer à une politique de sobriété énergétique :

- Minimiser considérablement nos besoins en énergie en remaniant profondément nos méthodes de production et de consommation ;
- Optimiser l'utilisation de l'espace consacré aux infrastructures de production des énergies renouvelables ;

Promouvoir le recyclage et l'économie circulaire dans le cadre des technologies vertes.<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup>Lauranne Garitte : "transition énergétique : quel impact économique ? " ; Article ; publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://uclouvain.be/fr/sciencetoday/actualites/transition-energetique-quel-impact-economique.html>

### 2) L'hydrogène vert

#### 2.1) La définition d'hydrogène

L'hydrogène est l'élément chimique le plus abondant dans l'univers, présent dans la composition du soleil, des étoiles et des planètes gazeuses.

Sur terre, sa présence est moindre (0,22 %) en raison de sa volatilité (avec un point d'ébullition à -253°C, un point de fusion à -262°C et une masse volumique de 0,07 kg/L). Dans la nature, l'hydrogène se trouve principalement associé à d'autres éléments : il forme du méthane (CH<sub>4</sub>) avec le carbone et de l'eau (H<sub>2</sub>O) avec l'oxygène. Pour obtenir de l'hydrogène pur à des fins industrielles, il est nécessaire de le séparer des autres éléments chimiques avec lesquels il est lié.

L'hydrogène a été découvert par Henry Cavendish en 1765 et nommé par Lavoisier, qui a observé que le "gaz inflammable" de Cavendish réagissait avec l'oxygène pour former de l'eau. Le nom "hydrogène", dérivé du grec (hydro : eau ; gène : générateur, producteur, formeur), découle de cette observation.<sup>53</sup>

L'hydrogène est produit selon différentes méthodes, regroupées en trois catégories principales :

- **L'hydrogène gris**, généré à partir de ressources fossiles via des procédés conventionnels comme le vaporeformage du gaz naturel. Actuellement, plus de 95 % de l'hydrogène mondial appartient à cette catégorie.
- **L'hydrogène bleu**, produit de manière similaire à l'hydrogène gris, mais avec une distinction cruciale : le dioxyde de carbone émis pendant la production est soit capté et stocké (CCS), soit capté et utilisé (CCUS), contribuant ainsi à la réduction des émissions de carbone.
- **L'hydrogène vert**, obtenu par électrolyse de l'eau à l'aide d'électricité provenant de sources renouvelables. Ce processus, qui sépare la molécule d'eau en hydrogène et en oxygène, est considéré comme une solution de stockage pour l'énergie renouvelable intermittente, comme le solaire et l'éolien. L'hydrogène vert joue un rôle crucial dans

---

<sup>53</sup> RIHANE-BEGHIDJA : "**L'hydrogène**"; Mémoire master ; Université Mentouri-Constantine Faculté des Sciences Exactes ; 2019 ; p 1

l'accélération de la transition énergétique en permettant la décarbonation des secteurs d'activités difficiles à électrifier.<sup>54</sup>

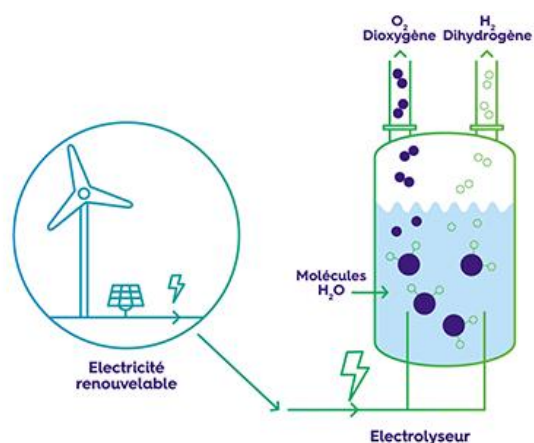
### 2.2) La production de l'hydrogène vert

La fabrication d'hydrogène vert implique l'exploitation de ressources énergétiques renouvelables afin de générer de l'hydrogène sans aucune émission de dioxyde de carbone. Les diverses procédures de production d'hydrogène vert sont identifiées comme suit :

#### Électrolyse de l'eau :

Cette technique repose sur la dissociation de l'eau en hydrogène et en oxygène à l'aide d'électricité tirée de sources d'énergie renouvelable telles que le solaire ou l'éolien. L'hydrogène ainsi obtenu est qualifié de vert du fait de son procédé de fabrication respectueux de l'écosystème.

55



**Figure 15 :** électrolyse de l'eau

**Source :** terega.fr "la production d'hydrogène : un enjeu pour la transition énergétique" ; publié le 2024 consulté le 16 Mai 2024 sur ce site <https://www.terega.fr/nos-activites/hydrogene/la-production-dhydrogene-un-enjeu-pour-la-transition-energetique/>

<sup>54</sup> Ministère de L'Énergie et des Mines : "Stratégie Nationale de Développement de l'Hydrogène en Algérie" ; 2023 ; p 7

<sup>55</sup> Philippe Schulz : "Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau" ; TotalFinaElf ; Article ; 2022 ; p 2

### Gazéification de la biomasse :

La conversion de la biomasse par gazéification est une méthode permettant de transformer la matière organique en un gaz de synthèse contenant de l'hydrogène. Cette approche présente une alternative écologiquement viable pour la production d'hydrogène vert à partir de ressources renouvelables.<sup>56</sup>

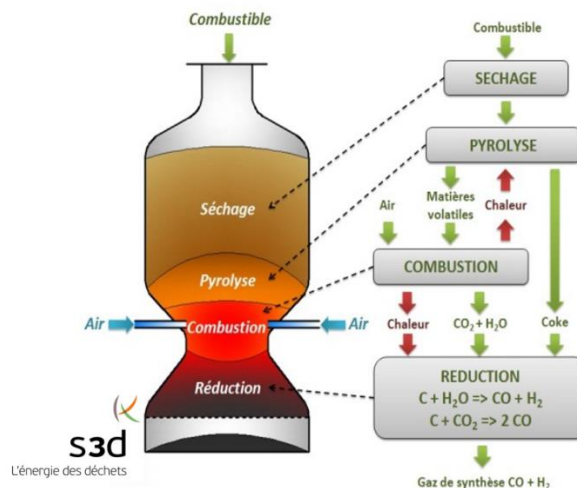


Figure 16 : Mécanisme de la gazéification

Source : gazéification info. "Principes de la gazéification" consulté le 16 Mai sur ce site

<https://www.gazeification.info/>

### 2.3) Le stockage de l'hydrogène vert

- **Stockage gazeux** : l'hydrogène peut être conservé sous forme gazeuse à haute pression, pouvant atteindre jusqu'à 700 bars. Cela permet de le stocker dans des réservoirs ou des bouteilles, notamment pour le transport. Actuellement, cette méthode est la plus répandue.
- **Stockage solide** : des recherches sont menées sur de nouveaux matériaux pour stocker l'hydrogène sous forme solide, qu'il s'agisse d'adsorption ou d'absorption. Cela offrirait la possibilité de stocker de grandes quantités d'hydrogène en occupant moins d'espace. Cependant, ces technologies sont encore en phase de développement.<sup>57</sup>
- **Stockage liquide** : l'hydrogène peut également être conservé sous forme liquide à des températures très basses, d'environ -253°C. Cela permet de réduire son volume et de

<sup>56</sup> Capucine Dupont, Guillaume Boissonnet : "Gazéification de la biomasse en lit fluidisé : Etude des déséquilibres réactionnels"; Article ; 2005 ; p 3

<sup>57</sup> Ayat-Allah Bouramdane : "Production d'hydrogène vert au Maroc : Quelle technologie est la plus adaptée à différents niveaux de pénétration renouvelable ?"; energie/mines&carriere ; Magazine ; 2023 ; p 2

stocker des quantités plus importantes. Cependant, cette méthode exige des réservoirs extrêmement bien isolés pour maintenir la température. Actuellement, ce type de stockage est principalement utilisé dans des applications spécifiques telles que le ravitaillement des moteurs de fusée.<sup>58</sup>

- **Stockage en cavités salines** : en France, un projet pilote est actuellement en développement pour le stockage d'hydrogène vert dans des cavités salines souterraines. Cette initiative vise à stocker d'importantes quantités d'hydrogène de manière économique.<sup>59</sup>

### 2.4) Le transport de l'hydrogène vert

Le transport de l'hydrogène dépend principalement de deux facteurs : la distance à parcourir et le débit. Chaque méthode de transport présente des caractéristiques spécifiques à considérer, notamment :

- **Camion-citerne** : Adapté aux petits clients non directement raccordés au réseau, ce mode de transport est utilisé pour les derniers kilomètres jusqu'à la station de compression la plus proche. Cependant, les coûts d'investissement élevés, dus à la nécessité d'une station de compression et au coût élevé du transport routier, limitent son intérêt aux petites quantités.
- **Pipeline** : Les pipelines sont généralement les méthodes les plus efficaces, surtout pour les débits et distances inférieures à 3000 km. Bien que nécessitant un investissement initial important, leurs coûts opérationnels sont relativement maîtrisés. Le coût initial est proportionnel à la distance à parcourir, mais une fois en place, ils offrent une solution économique pour le transport à longue distance.
- **Bateau** : Pour les distances supérieures à 3000 km, le transport par bateau peut être envisagé. Les coûts fixes liés à la liquéfaction ou à la transformation sont rentabilisés par l'absence de besoin d'infrastructures entre les terminaux. Bien que les coûts d'investissement soient élevés, ils sont indépendants de la distance à parcourir. Cependant, les coûts opérationnels peuvent être relativement élevés en raison de l'exploitation des bateaux et d'autres facteurs logistiques.<sup>60</sup>

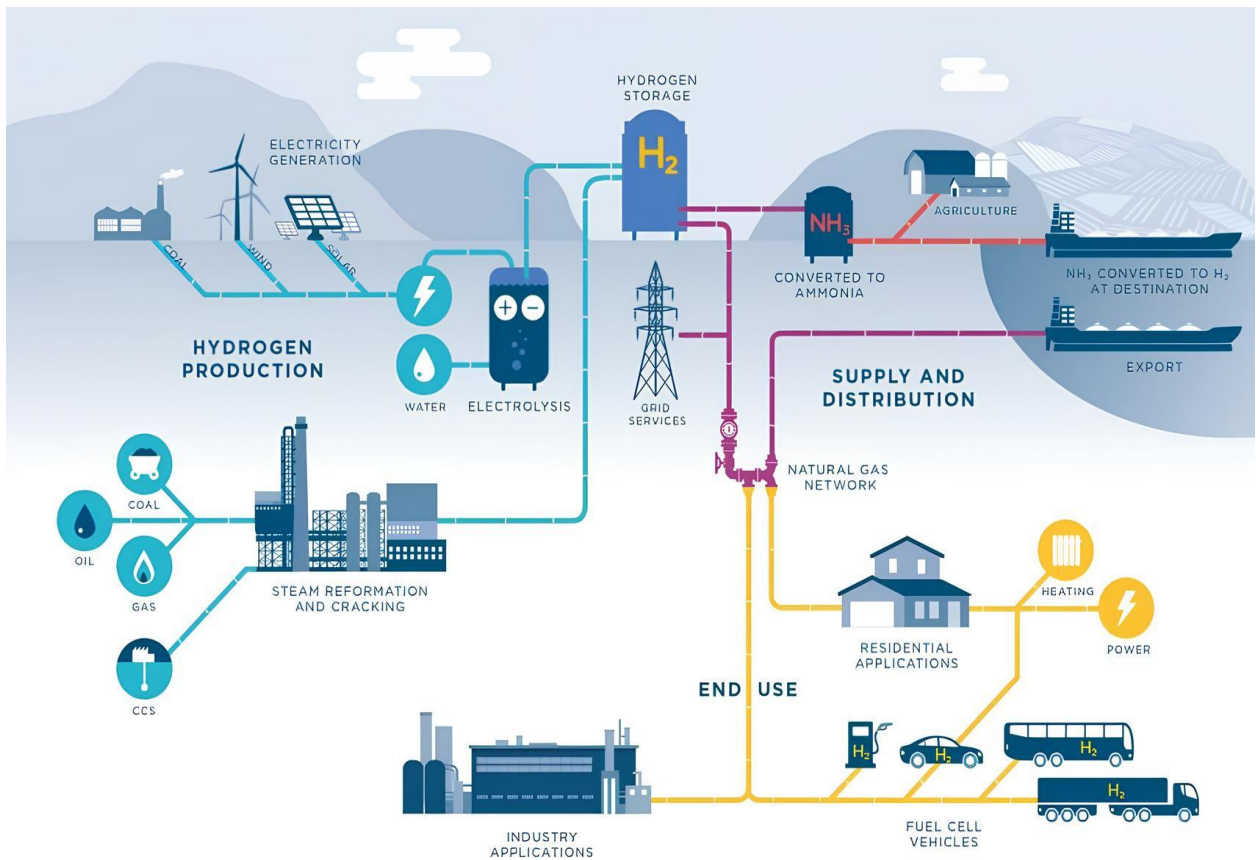
<sup>58</sup> NOUICER Ilyès : "Hydrogène vert : défi et opportunité"; Article ; Division Hydrogène Renouvelable – CDER ; p 2 -3

<sup>59</sup> Ibid

<sup>60</sup> Adrien DELPY, Timothée VAUCHY, Eliott BARBIER : "Transport de l'Hydrogène"; Rapport ; 2021 p 6-7"



## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique



**Figure 17 :** La chaine de l'hydrogène vert

**Source :** Vitalie Ciobanu : "Hydrogen Economy report (13.03-17.03.2023) " ; publié le 17 Mars 2023 ; consulté le 13 Mai 2024 sur ce site <https://www.linkedin.com/pulse/hydrogen-economy-report-1303-17032023-vitalie-ciobanu/>

### 2.5) Les utilisations de l'hydrogène vert

Les applications de l'hydrogène vert sont diverses et s'annoncent comme des vecteurs de changement majeurs dans de nombreux secteurs en raison de leur caractère décarboné et durable.

Voici un examen détaillé des différentes utilisations de l'hydrogène vert, fondé sur les références fournies :

- **Industrie Chimique** : L'hydrogène vert trouve une première application significative dans l'industrie chimique, où il est employé pour la synthèse de l'ammoniac, un composant essentiel à la production d'engrais azotés et d'autres produits. Actuellement, l'industrie chimique recourt souvent à l'hydrogène issu du gaz naturel, ce qui contribue aux émissions de carbone. En privilégiant l'hydrogène vert, obtenu par électrolyse de l'eau, il est envisageable de réduire ces émissions et de promouvoir une production d'ammoniac plus respectueuse de l'environnement.
- **Sidérurgie et Métallurgie** : Dans le domaine de la sidérurgie et de la métallurgie, l'hydrogène vert présente des perspectives prometteuses. Il peut servir de source d'énergie pour alimenter les hauts fourneaux industriels, contribuant ainsi à réduire l'empreinte carbone de ces secteurs.
- **Production d'Électricité** : L'hydrogène vert peut être utilisé comme source d'énergie pour générer de l'électricité dans des piles à combustible ou des centrales électriques. L'électricité excédentaire peut être convertie en hydrogène vert par électrolyse, stockée, puis retransformée en électricité lors des périodes de forte demande ou de faible production. Des initiatives telles que Hynamics, lancées par EDF, s'attachent à développer des solutions répondant aux besoins énergétiques des entreprises et des territoires en intégrant l'hydrogène vert dans la production d'électricité.
- **Transport et Logistique** : Dans le secteur du transport, l'hydrogène vert émerge comme une solution propre et durable en plein essor. Des projets sont en cours pour déployer cette énergie verte dans le secteur routier, notamment pour les bus et les camions. Massifier la production, le stockage et la distribution de l'hydrogène vert s'avèrent essentiels pour accroître son impact sur le marché et favoriser sa diffusion dans le secteur du transport et de la logistique. <sup>61</sup>

<sup>61</sup> IFP nouvelles energies, "Energies renouvelables Hydrogène"; Rapport d'activité ; p 5-8

### 2.6) Le coût de production d'hydrogène vert :

Le coût de production de l'hydrogène vert, également connu sous le nom de Coût actualisé de l'hydrogène (LCoH), est soumis à l'influence de divers facteurs techniques et économiques. L'évaluation du LCoH s'opère en prenant en considération les données géospatiales relatives au potentiel de production d'énergie solaire (PV) et éolienne terrestre. La détermination du LCoH s'effectue en deux phases : tout d'abord, le coût de production de l'hydrogène à partir des énergies renouvelables est estimé, puis le coût du transport de l'hydrogène, principalement par le biais de pipelines, est pris en compte.

Pour l'année 2030, le coût moyen de production d'hydrogène vert à partir de l'énergie photovoltaïque en Algérie est évalué à 4,14 USD/kg, avec des disparités régionales dues aux variations d'irradiation solaire. Les coûts les plus bas, inférieurs à 4,35 USD/kg, sont observés dans les régions de Tindouf, Béchar, et le sud de Tamanrasset et Illizi. En revanche, les coûts les plus élevés, dépassant 5,05 USD/kg, se situent dans le nord-est, entre Bejaia et Annaba. Lorsque les frais de raccordement aux pipelines sont pris en compte, le LCoH augmente en fonction de la distance séparant les sites de production des infrastructures existantes. En moyenne, le LCoH s'établit à 4,51 USD/kg, avec des zones proches des pipelines présentant une hausse modérée par rapport aux régions éloignées où les coûts peuvent dépasser 5,05 USD/kg. Les provinces de Tamanrasset, Adrar, Illizi, Tindouf, Béchar et Ouargla révèlent un potentiel de production d'hydrogène avec des coûts compétitifs.

Ainsi, la production d'hydrogène vert en Algérie démontre un potentiel significatif, mais avec des coûts variant selon les régions, soulignant l'importance cruciale de l'intégration des infrastructures de transport pour optimiser les coûts globaux de production.<sup>62</sup>

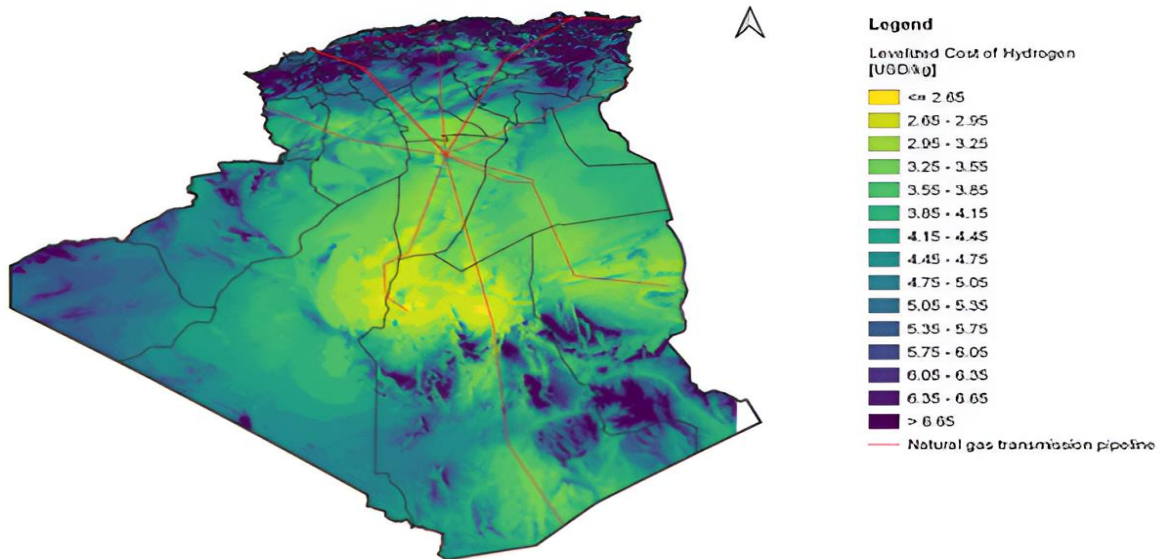
---

<sup>62</sup> Le partenariat énergétique Algéro-Allemand, "Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie"; Rapport d'activité ; p 60- 62

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

### Algeria: green hydrogen production cost from onshore wind electricity

Spatial overview of the levelized cost of hydrogen production (LCoH) incl. connection pipeline in USD/kg

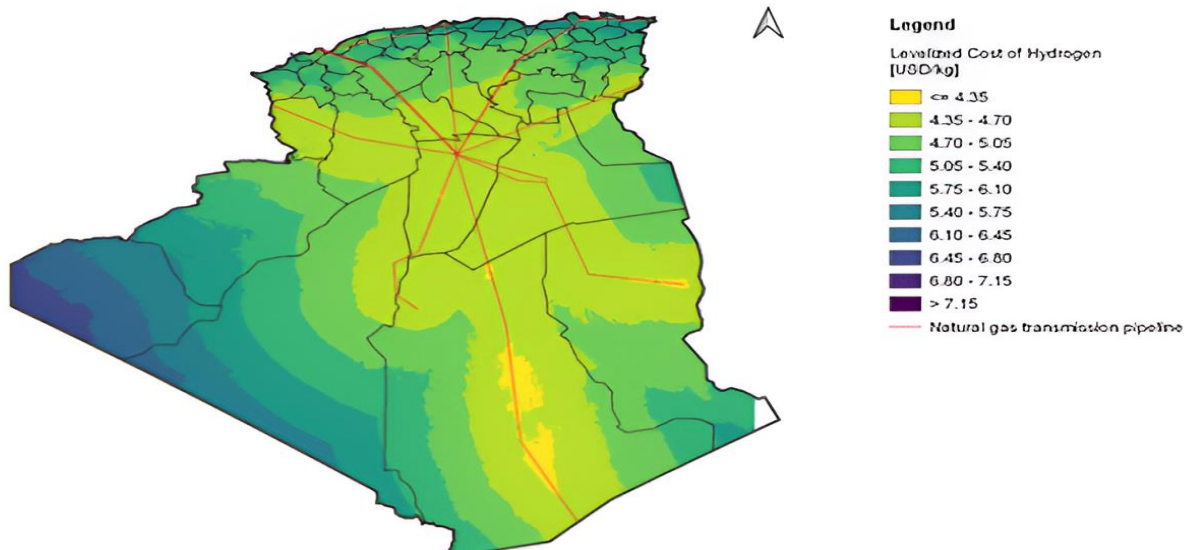


**Figure 18** : Coût de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité éolienne terrestre

Source : Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : "Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie" p 62

### Algeria: green hydrogen production cost from PV electricity

Spatial overview of the levelized cost of hydrogen production (LCoH) incl. connection pipeline in USD/kg



**Figure 19** : Coût de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité photovoltaïque

Source : Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : "Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie" p 61

### 2.7) Les expériences des pays :

#### 2.7.1) L'expérience allemande

En 2023, l'Allemagne s'est affirmée comme un pionnier mondial dans le développement et l'implémentation de la technologie de l'hydrogène vert. Le pays a placé l'hydrogène vert au cœur de sa stratégie de transition énergétique, dotée d'objectifs ambitieux et d'un ensemble complet de politiques et d'incitations visant à stimuler la croissance de cette source d'énergie propre.<sup>63</sup>

Au cœur de l'impulsion allemande pour l'hydrogène vert se trouve l'initiative H2Global, un programme de subvention novateur visant à accélérer l'importation d'hydrogène vert et de ses dérivés sur le marché européen. Grâce à ce système de double enchère, la société Hydrogen Intermediary Network Company (HintCo), détenue par le gouvernement, agit en tant qu'intermédiaire en acquérant de l'hydrogène vert auprès de producteurs internationaux pour le revendre à des clients européens, le gouvernement couvrant toute différence de coût. Cette approche novatrice contribue à réduire l'écart de prix entre l'hydrogène vert et les combustibles fossiles conventionnels, rendant ainsi le carburant propre plus économiquement viable pour les utilisateurs finaux.

En plus du programme H2Global, le gouvernement allemand a alloué une somme substantielle de 13,2 milliards d'euros pour soutenir le développement d'une vingtaine de projets d'hydrogène à travers le pays. Cela comprend le soutien d'un fonds de 700 millions d'euros pour ThyssenKrupp Nucera, un fabricant majeur d'électrolyseurs - la technologie critique utilisée pour décomposer l'eau et produire de l'hydrogène vert. L'objectif de l'Allemagne est d'atteindre une capacité de 10 GW d'électrolyseurs installés d'ici 2030, consolidant ainsi sa position de leader mondial dans la production d'hydrogène vert.<sup>64</sup>

---

<sup>63</sup> Jennifer L : " 2023 is the Year for Green Hydrogen, Here's How " ; Article ; publié le 4 Janvier 2023 ; consulté le 28 Avril 2024 sur ce site <https://carboncredits.com/2023-year-for-green-hydrogen-here-is-how/>

<sup>64</sup> Julian Wettengel : " Germany aims to accelerate hydrogen market ramp-up with strategy update " ; Article ; publié le 26 Juillet 2023 ; consulté le 28 Avril 2024 sur ce site <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-also-support-hydrogen-made-co2-capturing-under-upcoming-strategy-update-media>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

Au-delà de sa propre production nationale, l'Allemagne s'engage également dans des partenariats internationaux afin de garantir l'importation d'hydrogène vert. Le pays a conclu un accord avec l'Algérie pour soutenir la construction d'une usine pilote d'hydrogène vert de 50 MW, dans le but ultérieur d'importer ce carburant en Europe. Cette démarche illustre la stratégie globale de l'Allemagne visant à se positionner en tant que pivot pour l'hydrogène vert, non seulement en tant que producteur, mais aussi en tant qu'importateur et distributeur clé sur le marché européen.

Dans son ensemble, l'approche globale de l'Allemagne en matière d'hydrogène vert, caractérisée par des objectifs ambitieux, un soutien politique solide et des partenariats internationaux stratégiques, a consolidé sa position de leader mondial dans cette technologie émergente d'énergie propre. Alors que le monde se dirige vers un avenir plus durable, les initiatives allemandes dans le domaine de l'hydrogène vert sont appelées à jouer un rôle crucial dans cette transition.<sup>65</sup>



**Figure 20** : Usine de génération d'hydrogène vert dans l'Allemagne

**Source** : Deborah Gordon, Oleksiy Tatarenko : "Germany Can Lead a Green Hydrogen Revolution" ; publié le 4 Octobre 2022 ; consulté le 17 Mai 2024 sur ce site <https://www.brinknews.com/germany-can-lead-a-green-hydrogen-revolution/>

<sup>65</sup> Heiko Staubitz : "Green Hydrogen" ; Article ; Consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://www.gtai.de/en/invest/industries/energy/green-hydrogen>

### 2.7.2) L'expérience Australienne

L'Australie ambitionne de se positionner en tant que leader mondial dans la production d'hydrogène vert et aspire à devenir un exportateur d'envergure internationale dans ce domaine. Le nouveau gouvernement australien, fraîchement élu, s'est engagé à intensifier les efforts de transition vers une énergie propre, avec pour objectif de réduire les émissions de 43% d'ici 2030. Les autorités des États à travers le pays consentent d'importants investissements pour le développement des industries de l'hydrogène vert et bleu.

Plusieurs projets dans ce domaine, bénéficiant d'un financement substantiel à tous les échelons gouvernementaux, montrent des avancées prometteuses en vue d'une production commerciale et compétitive d'hydrogène en tant que carburant et source d'énergie verte. La viabilité future de l'Australie en tant qu'exportateur d'énergie verte repose largement sur le développement à grande échelle du secteur de l'hydrogène, avec une focalisation particulière sur les méthodes de production verte et bleue.<sup>66</sup>

On estime que la production d'hydrogène renouvelable en Australie pourrait dépasser les 100 MW d'ici 2025, avec plus de 90 projets prévus, représentant un investissement total de 250 milliards de dollars australiens. La majeure partie de la demande d'hydrogène au cours de cette décennie devrait être nationale, destinée à la production chimique, aux processus industriels et à d'autres applications. À plus long terme, une demande d'exportation significative est anticipée en provenance de la région Asie-Pacifique.

D'ici 2040, on prévoit que les coûts de production d'hydrogène vert en Australie seront parmi les plus bas au monde. L'électrolyse, procédé qui permet de séparer les molécules d'eau en hydrogène et en oxygène, sera la principale méthode de production de cet hydrogène vert. Toutefois, il est également impératif de garantir un approvisionnement en eau de haute qualité pour soutenir l'agriculture, l'industrie, les centres urbains, les zones rurales et les collectivités. Les défis posés par le changement climatique et la croissance démographique accentueront la pression sur ces ressources. Une consultation communautaire s'avère nécessaire pour déterminer

---

<sup>66</sup> International Trade Administration : "AUSTRALIA'S GREEN HYDROGEN FUTURE" ; Rapport ; publié le 8 Juillet 2022 ; consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://www.trade.gov/market-intelligence/australias-green-hydrogen-future>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

la source d'eau pour la production d'hydrogène. Il est essentiel de veiller à ce que le développement de cette industrie naissante ne pénalise pas les autres utilisateurs de l'eau. <sup>67</sup>



**Figure 21** : Conception du projet H2TAS dans Tasmania

**Source** : Pamela Largue : "Progress made on 1.7GW Tasmanian hydrogen project" ; publié le 15 Novembre 2021 ; consulté le 17 Mai 2024 sur ce site <https://www.powerengineeringint.com/hydrogen/progress-made-on-1-7gw-tasmanian-hydrogen-project/>

---

<sup>67</sup> Rebecca Lester, David Downie, Don Gunasekera, Wendy Timms : " For Australia to lead the way on green hydrogen, first we must find enough water" ; Article ; publié le 20 Decembre 2022 ; consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://theconversation.com/for-australia-to-lead-the-way-on-green-hydrogen-first-we-must-find-enough-water-196144>



### 2.8) Le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique

L'hydrogène vert occupe une place prépondérante dans la transition énergétique, se déclinant à travers divers aspects fondamentaux :

- **Réduction des émissions dans les secteurs difficiles à électrifier** : L'hydrogène vert constitue une solution cruciale pour atténuer les émissions de CO<sub>2</sub> dans des secteurs où l'électrification directe s'avère ardue ou coûteuse, tels que l'industrie (sidérurgie, chimie, etc.), le transport lourd (camions, trains, bateaux, avions) ou encore certains procédés industriels nécessitant une forte chaleur. Son application dans ces domaines permet ainsi une diminution significative des émissions de gaz à effet de serre.<sup>68</sup>
- **Stockage et transport d'énergie renouvelable** L'hydrogène vert se présente comme un vecteur énergétique essentiel, facilitant le stockage et le transport de l'électricité générée à partir de sources renouvelables intermittentes telles que le solaire et l'éolien. Cette fonctionnalité contribue à réguler la production d'électricité verte et à son intégration optimale au sein du réseau électrique.<sup>69</sup>
- **Synergie avec les autres outils de la transition** L'hydrogène vert nécessite une approche complémentaire avec d'autres solutions de décarbonation telles que l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables directes et la capture du carbone. Son expansion doit être envisagée dans le cadre d'une approche systémique afin d'optimiser son efficacité et son impact global.
- **Développement d'une filière industrielle** La mise en place d'une filière industrielle de l'hydrogène vert, de la production à l'utilisation, présente une opportunité significative de création de valeur économique et d'emplois. Ce processus est crucial pour les nations aspirant à jouer un rôle de premier plan sur un marché en expansion. Toutefois, malgré les progrès réalisés, le déploiement à grande échelle de l'hydrogène vert nécessite encore des efforts supplémentaires pour réduire les coûts de production, développer les infrastructures et promouvoir les divers usages. Des politiques publiques ambitieuses sont donc

---

<sup>68</sup> Julien Armijo : "HYDROGÈNE : QUEL RÔLE DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ? " ; Article ; publié le 20 février 2020 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://lvsl.fr/lhydrogene-quel-role-dans-la-transition-energetique/>

<sup>69</sup> Alexis Gazzo , Elodie Randrema : "Le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique" ; Article ; publié le 17 Avril 2023 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site [https://www.ev.com/fr\\_fr/climate-change-sustainability-services/le-role-de-l-hydrogene-dans-la-transition-energetique](https://www.ev.com/fr_fr/climate-change-sustainability-services/le-role-de-l-hydrogene-dans-la-transition-energetique)

indispensables pour accélérer la diffusion de cette technologie et réaliser pleinement son potentiel dans le contexte de la transition énergétique.<sup>70</sup>

### 2.9) Le potentiel de production de l'hydrogène vert en Algérie :

L'Algérie détient un potentiel considérable en matière de production d'hydrogène vert, tirant parti de ses vastes ressources en énergie solaire et éolienne. La performance de la production d'hydrogène vert est étroitement corrélée au potentiel des énergies renouvelables et à l'efficacité des systèmes de conversion. Selon des études récentes, l'Algérie bénéficie d'un gradient nord-sud en termes d'irradiation solaire, les régions méridionales telles que les montagnes Ahaggar et Tassili-N-Ajjer affichant les rendements les plus élevés, pouvant atteindre jusqu'à 43 millions de kg d'hydrogène par km<sup>2</sup> par an. En revanche, les régions septentrionales, telles que la côte méditerranéenne et les chaînes de l'Atlas, présentent des rendements inférieurs, variant entre 29 et 39 millions de kg par km<sup>2</sup> par an.

Le potentiel éolien est également significatif, bien que plus dispersé géographiquement. Les zones à fort potentiel incluent le plateau de Tademait et le massif d'El Eglab, où les rendements peuvent atteindre jusqu'à 0,66 million de kg d'hydrogène par km<sup>2</sup> par an. D'ici 2030, il est estimé que la capacité de production d'hydrogène vert à partir de l'énergie éolienne pourrait atteindre 994 millions de tonnes par an, tandis que l'énergie photovoltaïque pourrait produire jusqu'à 6 650 millions de tonnes par an.

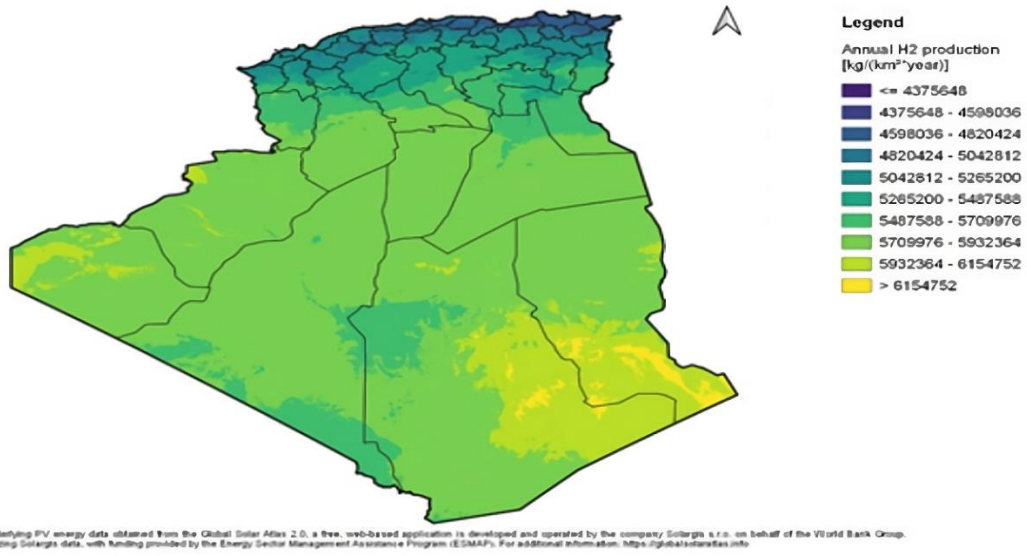
Les provinces de Tamanrasset, Adrar, Illizi, Tindouf, Béchar et Ouargla sont identifiées comme les principales régions possédant un potentiel de production d'hydrogène vert, représentant respectivement 27%, 19%, 13%, et 7% de la production totale. Ce potentiel technique, bien qu'encore théorique, démontre que l'Algérie pourrait jouer un rôle majeur dans le domaine de l'hydrogène vert, contribuant de manière significative à une économie énergétique durable et décarbonée.<sup>71</sup>

<sup>70</sup> "Hydrogène vert" consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://learnandconnect.pollutec.com/guide-hydrogene-vert/guide-hydrogene-vert-energie-renouvelable/>

<sup>71</sup> Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : *Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie* ; Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi) ; Rapport d'activité ; p 57-59

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

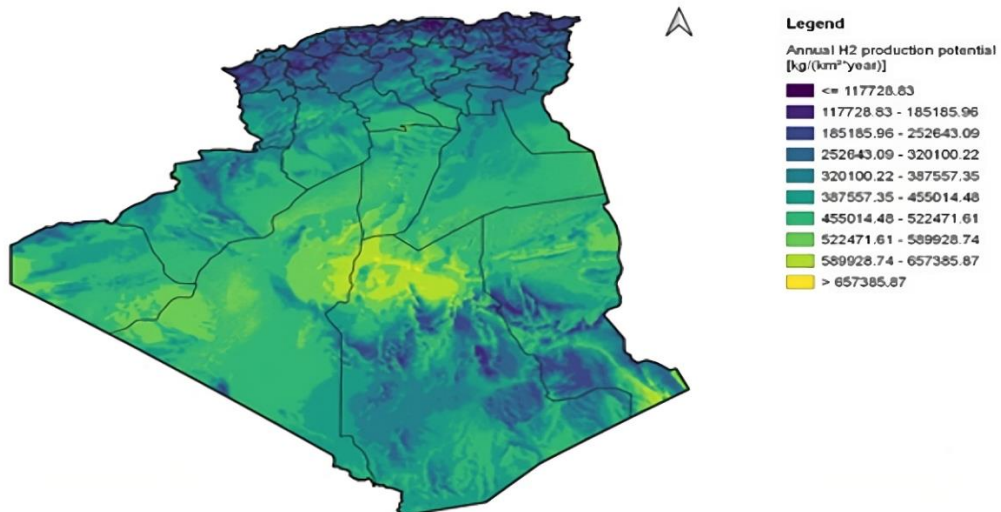
**Algeria: green hydrogen production potential from PV electricity (capacity ratio 1.5)**  
Spatial overview of the technical annual production potential in kg/(km<sup>2</sup>\*year)



**Figure 22** : Potentiel de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité photovoltaïque

Source : Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie ; Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi)

**Algeria: green hydrogen potential from onshore wind electricity**  
Spatial overview of the technical annual production potential in kg/(km<sup>2</sup>\*year)



**Figure 23** : Potentiel de production d'hydrogène vert en Algérie à partir de l'électricité éolienne terrestre

Source : Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie ; Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi)

### 3) Les politiques énergétiques et programmes de transition

#### 3.1) Les lois liées au gaz naturel en Algérie

Le cadre juridique régissant les activités pétrolières et gazières en Algérie est principalement basé sur la loi n° 05-07 du 28 avril 2005, qui a été modifiée et complétée par l'ordonnance n° 06-10 du 29 juillet 2006 et par la loi n° 13-01 du 20 février 2013 (la loi sur les hydrocarbures). Cette loi offre un cadre juridique complet pour les activités liées aux hydrocarbures, avec Sonatrach détenant une participation majoritaire dans tous les projets d'exploration et de production en Algérie. Conformément à cette loi, toutes les ressources pétrolières et gazières en Algérie sont la propriété de l'État.

L'Agence Nationale pour la Valorisation des Ressources en Hydrocarbures (ALNAFT) est responsable de la promotion du développement des ressources en hydrocarbures en Algérie, tandis que l'Autorité de Régulation des Hydrocarbures (ARH) maintient des réglementations techniques, y compris des normes de sécurité et environnementales.

La loi exige qu'une étude d'impact environnemental et un plan de gestion environnementale soient présentés pour chaque projet de développement pétrolier et gazier. Ces documents sont présentés à l'ARH, qui collabore avec le ministère de l'Environnement pour procéder à l'autorisation appropriée.<sup>72</sup>

La loi établit une interdiction de flaring, sauf dérogation spécifique, avec une taxe appliquée au gaz brûlé. Lorsqu'une dérogation est accordée, la loi applique une taxe de DZD 12 000 par millier de mètres cubes normaux de gaz brûlé à partir d'un site particulier, révisée annuellement en fonction de l'indice des prix à la consommation (IPC) algérien.

La loi définit également différents impôts liés à l'exploration pétrolière et gazière, y compris des redevances sur le revenu pétrolier. Cependant, elle ne crée pas de normes environnementales limitant la libération de méthane ni de exigences en matière de tenue de registres et de rapports.

---

<sup>72</sup> Iea. "Law No. 19-13 – Law governing hydrocarbon activities" ; publié le 28 Juin 2022 ; consulté le 01 Mai 2024 sur ce site <https://www.iea.org/policies/11809-law-no-19-13-law-governing-hydrocarbon-activities>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

La loi n° 19-13 de décembre 2019 a remplacé la loi n° 05-07. Selon la nouvelle loi, les contrats existants en vertu de la loi précédente restent en vigueur mais ne peuvent pas être prolongés ou renouvelés.<sup>73</sup>

### 3.2) Le cadre réglementaire et incitatif

L'adoption d'un cadre juridique favorable à la promotion des énergies renouvelables et à la réalisation des infrastructures associées est principalement définie par les mesures suivantes :

- La Loi n° 11-11 du 18 juillet 2011 portant loi de finances complémentaire pour 2011 a augmenté la redevance pétrolière, qui alimente principalement le Fonds National pour les Énergies Renouvelables et la Cogénération (FNER), de 0,5 % à 1 % et a élargi son application aux installations de cogénération ;
- Le Décret exécutif n°11-423 du 08 décembre 2011 fixe les modalités de fonctionnement du compte d'affectation spécial n° 302-131 intitulé "Fonds national pour les énergies renouvelables et la cogénération" ;
- Le Décret exécutif n°13-218 de juin 2013 établit les conditions d'octroi des primes au titre des coûts de diversification de la production d'électricité ;
- Le Décret exécutif n°13-424 du 18 décembre 2013 modifie et complète le décret exécutif n° 05-495 du 26 décembre 2005 relatif à l'audit énergétique des établissements grands consommateurs d'énergie ;
- Les Arrêtés ministériels du 02 février 2014 fixent les tarifs d'achat garantis pour la production d'électricité à partir d'installations utilisant la filière photovoltaïque et les conditions de leur application ;
- Les Arrêtés ministériels du 02 février 2014 fixent les tarifs d'achat garantis pour la production d'électricité à partir d'installations utilisant la filière éolienne et les conditions de leur application ;
- De plus, la Loi n° 11-11 du 18 juillet 2011 portant loi de finances complémentaire pour 2011 a relevé le niveau de la redevance pétrolière qui alimente principalement le Fonds National pour les Énergies Renouvelables de 0,5 % à 1 % et a étendu son champ d'application aux installations de cogénération ;

---

<sup>73</sup> Iea. "Law No. 05-07 – Law concerning Hydrocarbons" ; publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 01 Mai 2024 sur ce site <https://www.iea.org/policies/11808-law-no-05-07-law-concerning-hydrocarbons>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- La réglementation en vigueur prévoit également un mécanisme d'encouragement basé sur les tarifs d'achat garantis. Le producteur d'énergie renouvelable bénéficie ainsi de tarifs d'achat garantis pour une durée de 20 ans pour les installations photovoltaïques et éoliennes. En plus du cadre général régissant le développement de l'investissement, le régime spécifique de la convention peut être ouvert à la promotion des énergies renouvelables. Le cadre juridique en vigueur prévoit des soutiens directs et indirects aux énergies renouvelables. Afin d'encourager et de soutenir les industriels dans la réalisation de ce programme, il est prévu, entre autres, la réduction des droits de douane et de la TVA à l'importation pour les composants, matières premières et produits semi-finis utilisés dans la fabrication des équipements en Algérie, dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.<sup>74</sup>

### 3.3) Le programme de développement des énergies renouvelables

À travers cette initiative dans le domaine des énergies renouvelables, l'Algérie aspire à occuper une position de premier plan dans la production électrique en exploitant le potentiel du photovoltaïque et de l'éolien, tout en intégrant d'autres sources telles que la biomasse, la cogénération, la géothermie, et après 2021, le solaire thermique. Ces différentes filières énergétiques seront les moteurs d'une croissance économique durable, propulsant ainsi un nouveau modèle de développement économique.

D'ici 2030, l'Algérie vise à ce que 37 % de sa capacité installée et 27 % de sa production électrique destinée à la consommation nationale proviennent de sources renouvelables. Avec un potentiel national considérable dans le solaire, l'Algérie perçoit cette énergie comme une opportunité clé pour stimuler le développement économique et social, notamment en favorisant la création d'industries génératrices de richesse et d'emplois.<sup>75</sup>

Cependant, cette démarche n'exclut pas la mise en œuvre de nombreux projets de parcs éoliens et l'exploration de projets expérimentaux dans la biomasse, la géothermie et la

---

<sup>74</sup> Hebri Assia, : "***Le programme des énergies renouvelables en Algérie Vers une efficacité énergétique d'ici 2030***", ; Thèse doctorat ; Faculté des sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion Université de Mascara – Algérie ; 2018 ; p 5

<sup>75</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOVELABLES", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?article=programme-de-developpement-des-energies-renouvelables>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

cogénération. Les projets d'énergies renouvelables dédiés à la production électrique pour le marché national se dérouleront en trois phases distinctes :

- **La première phase (2015-2020)** de ce plan verra la mise en place d'une capacité de 4010 MW entre le photovoltaïque et l'éolien, ainsi que 515 MW entre la biomasse, la cogénération et la géothermie.
- **La deuxième phase (2021-2030)** impliquera le développement de l'interconnexion électrique entre le Nord et le Sahara (Adrar), facilitant ainsi l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans des régions comme In Salah, Adrar, Timimoune et Bechar, et leur intégration dans le réseau électrique national. À ce stade, le solaire thermique pourrait devenir économiquement viable.

La stratégie de l'Algérie dans ce domaine vise à bâtir une véritable industrie des énergies renouvelables tout en mettant en place un programme de formation et de capitalisation des connaissances. Ceci permettra à terme de mobiliser le savoir-faire local algérien, notamment dans les domaines de l'ingénierie et de la gestion de projets. En outre, le programme des énergies renouvelables pour le marché national de l'électricité engendrera la création de plusieurs milliers d'emplois directs et indirects.

Au niveau réglementaire, le ministère de l'Énergie a mis en place plusieurs mesures de soutien pour favoriser le développement des énergies renouvelables connectées aux réseaux. Cela s'est concrétisé par l'instauration d'un cadre juridique favorable et la création du Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie, pour les Énergies Renouvelables et la Cogénération, connu sous le nom de FNMEERC, alimenté chaque année par 1% de la redevance pétrolière et le produit de certaines taxes, comme 55% de la taxe sur les activités de torchage.

Ce cadre juridique, établi en 2013 lors de la première phase du programme national de développement des énergies renouvelables, reposait notamment sur le mécanisme des tarifs d'achat garantis (Feed-in Tariff), une pratique de moins en moins courante dans les pays développés.<sup>76</sup>

---

<sup>76</sup> Ibid

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

Ce système garantissait aux producteurs d'énergie renouvelable des tarifs assurant une rentabilité raisonnable de leurs investissements sur une période d'éligibilité de 20 ans.<sup>77</sup>

Les coûts supplémentaires engendrés par ces tarifs étaient pris en charge par le FNMEERC dans le cadre des coûts de diversification. Dans cette optique, le décret exécutif n°15-319, qui modifie et complète les modalités de fonctionnement du CAS 302-131, a été publié en décembre 2015.

En outre, d'autres mesures incitatives ont été mises en place, notamment :

- L'optimisation de l'acquisition et de la mise à disposition de terrains adaptés pour les centrales EnR ;
- L'assistance tout au long du processus d'obtention des autorisations nécessaires ;
- L'évaluation du potentiel des différentes zones concernées par les énergies renouvelables ;
- La réalisation de projets tests dans chaque filière ;
- L'établissement d'organismes et de laboratoires dédiés à l'homologation et au contrôle de la qualité et des performances des composants, équipements et procédés liés à la production d'électricité d'origine renouvelable et/ou aux systèmes de cogénération ;
- Le soutien à travers un plan de recrutement et de formation de techniciens par les établissements de formation professionnelle, les universités et les organismes de recherche nationaux pour la recherche et la formation des ingénieurs.

Pour dynamiser la mise en œuvre du programme, compte tenu de la baisse des coûts des équipements sur le marché international et de l'adoption par de nombreux pays de la procédure d'appels d'offres, le Ministère de l'Énergie a élaboré une nouvelle stratégie en 2016 pour le développement des énergies renouvelables. Cette stratégie, encadrée par le décret exécutif n° 17-98 du 26 février 2017, repose sur la procédure d'appel d'offres pour la production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable.

L'objectif de cette nouvelle approche est de valoriser les ressources nationales et de renforcer le développement durable en Algérie, tout en favorisant l'émergence d'une industrie des énergies renouvelables en tant que moteur de diversification de l'économie nationale.

---

<sup>77</sup> Ibid



## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

L'encouragement des énergies renouvelables par le biais d'appels d'offres vise à mettre en concurrence les investisseurs afin de réduire autant que possible le prix du kilowattheure produit à partir de sources d'énergie renouvelable et à éviter les risques de profits excessifs.

Le décret susmentionné prévoit deux modes d'initiatives pour les appels d'offres, à savoir les appels d'offres aux investisseurs et les appels d'offres aux enchères.

Concernant les appels d'offres aux investisseurs, le Ministère de l'Énergie lancera des projets énergétiques portant sur la réalisation et l'exploitation d'installations d'énergies renouvelables (telles que les centrales électriques EnR) de grande capacité, ainsi que la vente de l'électricité produite par ces installations. Ce mode concerne les installations produisant plus de 20 gigawattheures par an par site, avec des sites préalablement sélectionnés et mis à la disposition des investisseurs retenus.

Quant aux appels d'offres aux enchères, ils seront lancés par la Commission de Régulation de l'Électricité et du Gaz (CREG) et porteront sur la réalisation et l'exploitation d'installations d'énergie renouvelable de petite capacité, avec un volume annuel d'énergie renouvelable fixé dans le cahier des charges, variant entre 10 et 20 gigawattheures par an par site. Dans ce cas, les investisseurs assumeront les frais d'acquisition des terrains.<sup>78</sup>

---

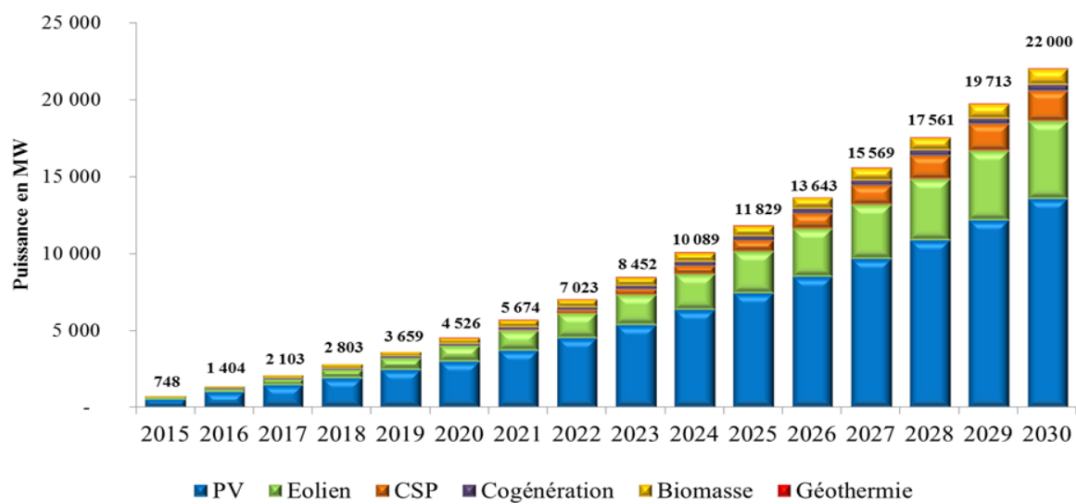
<sup>78</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUELABLES", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?article=programme-de-developpement-des-energies-renouvelables>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

**Tableau 1** : Consistance du programme de développement des énergies renouvelables

Unité : MW	1ère phase 2015 - 2020	2éeme phase 2021- 20230	TOTAL
Photovoltaïque	3000	10575	13575
Eolien	1010	4000	5010
CSP	/	2000	2000
Cogénérations	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
<b>TOTAL</b>	<b>4525</b>	<b>17475</b>	<b>22000</b>

Source : par nous-même selon les données de la ministère d'énergie



**Figure 24** : Estimation de génération des énergies renouvelables

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site

<https://www.energy.gov.dz/?article=programme-de-developpement-des-energies-renouvelables>

### 3.4) Les réalisations des énergies renouvelables (Programme national des énergies renouvelables 2011-2014) <sup>79</sup>

- **Centrale Hybride Solaire-Gaz de 150 MW :**

Localité : Hassi R'mel (Laghouat)

Capacité : 150 MW

Technologie : Système ISCC (Integrated solar Combined Cycle), 120 MW cycle combiné, 30 MW Solaire Thermique (CSP parabolique) ;

Système HTF (Heat Transfert Fluide) 393°C;

Système de poursuite du soleil (Trackeur) ;

Mise en service : juillet 2011



**Figure 25 :** Centrale Hybride Solaire-Gaz

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

<sup>79</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- **Ferme Eolienne de 10MW**

Localité : Kabertène (ADRAR)

Capacité : 10,2 MW

Technologie : Gamesa 850 KW (12 x 850 KW)

Mise en service : juin 2014<sup>80</sup>



**Figure 26** : Ferme Eolienne de 10MW

**Source** : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

---

<sup>80</sup> Ibid

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- **Centrale Pilote Photovoltaïque d'Oued N'Chou 1,1 MWc :**

Localité : Oued N'chou (Ghardaïa) ;

Capacité : 1 131 816 Wc ;

Technologie : huit sous champs des quatre technologies (Monocristallin, polycristallin, amorphe et couche mince CdTe) montées sur des structures fixes et motorisées ;

Mise en service : juin 2014. <sup>81</sup>



**Figure 27** : Centrale Pilote Photovoltaïque d'Oued N'Chou

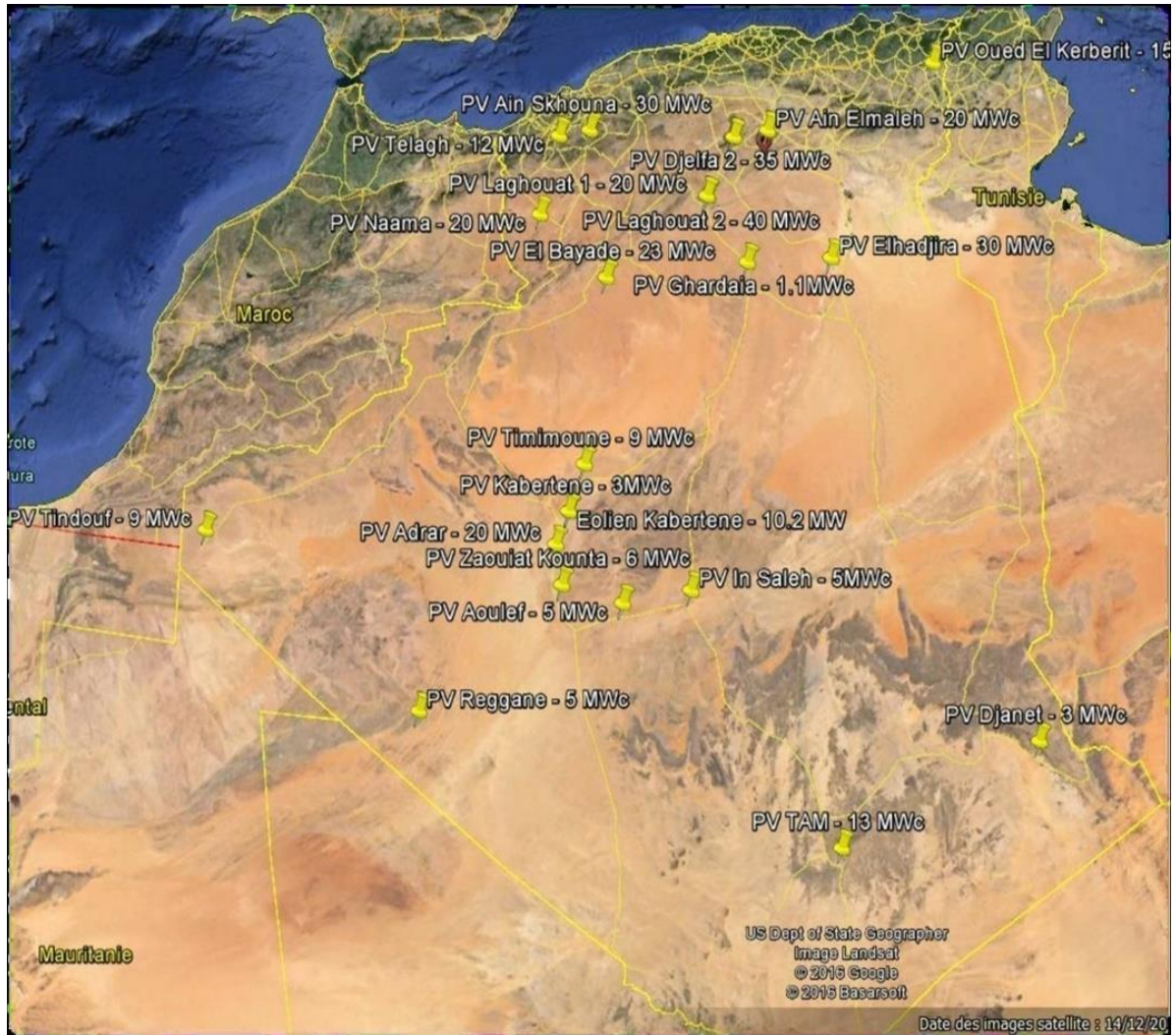
**Source** : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lenergie>

---

<sup>81</sup> Ibid

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

- **Projet de 343 MWc en centrales photovoltaïques :**



**Figure 28** : Localisation des centrales photovoltaïques du projet 343 MWc

Source : MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site [https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-](https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie)

[renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie](https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie)

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

**Tableau 2** : Projet de 343 MWc en centrales photovoltaïques

Wilaya	Localité	Capacité Installée (MW)	Mise en Service
ILLIZI	Djanet	03	19/02/2015
ADRAR	Adrar	20	28/10/2015
ADRAR	Kabertene	03	13/10/2015
TAMANRASSET	Tamanrasset	13	03/11/2015
TINDOUF	Tindouf	09	14/12/2015
ADRAR	Zaouiet.Kounta	06	11/01/2016
ADRAR	Reggane	05	28/01/2016
ADRAR	Timimoun	09	07/02/2016
TAMANRASSET	In-Salah	05	11/02/2016
ADRAR	Aoulef	05	07/03/2016
LAGHOUAT	El Khnag (I)	20	08/04/2016
LAGHOUAT	El-Khnag (II)	40	26/04/2017
DJELFA	Ain-El-Ibel (I)	20	08/04/2016
DJELFA	Ain-El-Ibel (II)	33	06/04/2017
SOUK AHRAS	Oued El Keberit	15	24/04/2016
NAAMA	Sedrate Leghzal	20	03/05/2016
SAIDA	Ain-Skhouna	30	05/05/2016
SIDI-BEL-ABBES	Telagh	12	29/09/2016
EL BAYADH	Biodh Sidi Chikh	23	26/10/2016
M'SILA	Ain-El-Melh	20	26/01/2017
OUARGLA	El-Hdjira	30	16/02/2017
BATNA	Oued El-Ma	02	16/01/2018

**Source** : par nous-même selon les données de la ministère d'énergie

### 3.5) Les Programme national d'efficacité énergétique

Le programme d'efficacité énergétique répond à l'engagement de l'Algérie en faveur d'une utilisation plus judicieuse de l'énergie, visant ainsi à préserver les ressources tout en favorisant une consommation optimale et efficiente.

Son objectif principal est de produire les mêmes biens ou services en minimisant la quantité d'énergie utilisée. Pour ce faire, le programme prévoit la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'utilisation des formes d'énergie les plus adaptées à chaque usage, nécessitant ainsi des ajustements comportementaux et des améliorations des équipements.

Ces mesures d'efficacité énergétique seront notamment introduites dans les secteurs du bâtiment, du transport et de l'industrie. De plus, le programme encourage la création d'une industrie locale dédiée à la fabrication de lampes performantes, de chauffe-eau solaires et d'isolants thermiques, en soutenant les investissements, qu'ils soient locaux ou étrangers.

- **Plan d'Action pour l'Efficacité Energétique**

L'efficacité énergétique est destinée à jouer un rôle pivot dans le contexte énergétique national, caractérisé par une croissance soutenue de la consommation. Cette tendance est particulièrement notable dans le secteur résidentiel en raison de la construction de nouveaux logements, du développement des infrastructures publiques et de la reprise de l'industrie.

La mise en œuvre de ce programme, à travers une gamme variée d'actions et de projets, est susceptible de favoriser l'émergence d'un marché pérenne de l'efficacité énergétique en Algérie à long terme.

Les retombées économiques et sociales de l'intégration de l'efficacité énergétique dans divers secteurs d'activité sont multiples. Cette intégration contribue à améliorer la qualité de vie des citoyens et offre une réponse adéquate au défi de la préservation de l'énergie, avec des impacts positifs sur l'économie nationale en termes d'emplois, de création de richesse et de protection de l'environnement.<sup>82</sup>

---

<sup>82</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "ENERGIES RENOUVELABLES ET EFFICACITE ENERGETIQUE", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>



## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

Le programme se concentre principalement sur les secteurs de consommation ayant un impact significatif sur la demande d'énergie, notamment le bâtiment, le transport et l'industrie.

- **Pour le secteur du bâtiment :**

Le programme vise à promouvoir l'adoption de pratiques et de technologies innovantes pour assurer une isolation thermique efficace des constructions existantes et nouvelles dès la phase de conception architecturale des logements.

Il s'agit également de favoriser l'utilisation généralisée d'équipements performants disponibles sur le marché local, tels que les chauffe-eaux solaires et les lampes économiques, dans le but d'améliorer le confort intérieur tout en réduisant la consommation énergétique.

La mise en place d'une industrie locale dédiée à la fabrication d'isolants thermiques et d'équipements performants tels que les chauffe-eaux solaires et les lampes économiques revêt une importance capitale pour le développement de l'efficacité énergétique dans ce secteur.

Au total, plus de 30 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP) sont prévues pour être économisées d'ici 2030, avec des objectifs clairement définis :

- ✓ Isolation thermique : économie de plus de 7 millions de TEP ;
- ✓ Chauffe-eau solaire : économie de plus de 2 millions de TEP ;
- ✓ Lampes basse consommation (LBC) : économie d'environ 20 millions de TEP ;
- ✓ Éclairage public : économie d'un million de TEP d'ici 2030, entraînant une réduction des coûts énergétiques pour les collectivités.

- **Pour le secteur des transports :**

Le programme cherche à encourager l'utilisation des carburants les plus accessibles et les moins polluants, tels que le GPLc et le GNC, afin d'enrichir l'offre en carburants et de réduire la dépendance au diesel, avec des bénéfices tant pour la santé que pour l'environnement. Cette initiative devrait permettre d'économiser plus de 16 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP) d'ici 2030.<sup>83</sup>

- **Pour le secteur de l'industrie :**

Le programme incite les industriels à diminuer leur consommation énergétique, compte tenu du poids significatif de l'industrie dans la consommation énergétique nationale, une part qui est

---

<sup>83</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "ÉNERGIES RENOUVELABLES ET EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>

## Chapitre 02 : Les éléments de la transition énergétique

susceptible d'augmenter avec la relance du secteur. Plus de 30 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP) pourraient être économisées dans ce domaine.

- **Pour accroître l'efficacité énergétique, le programme prévoit :**

La généralisation des audits énergétiques et du contrôle des processus industriels est envisagée pour identifier les opportunités d'économie d'énergie et formuler des plans d'action correctifs.

De plus, l'État apportera un soutien financier aux initiatives visant à réduire la surconsommation énergétique dans le secteur industriel.<sup>84</sup>

---

<sup>84</sup> MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>

### Conclusion

La transition énergétique est une étape cruciale et inévitable pour assurer un avenir durable et respectueux de l'environnement. Elle nécessite une transformation profonde des systèmes énergétiques mondiaux, reposant sur l'adoption généralisée des énergies renouvelables et des technologies innovantes. Cette transition, bien que complexe et coûteuse, offre de nombreux avantages, notamment la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la diminution de la dépendance aux énergies fossiles et l'amélioration de la sécurité énergétique.

Les défis à relever sont nombreux : il s'agit non seulement de développer et de déployer des technologies propres, mais aussi de mettre en place des politiques publiques efficaces, de mobiliser les investissements nécessaires et d'assurer une transition équitable pour toutes les parties prenantes. Le rôle des gouvernements, des entreprises et des citoyens est primordial pour réussir cette transition.

En fin de compte, la transition énergétique n'est pas seulement une réponse aux défis climatiques et environnementaux, mais aussi une opportunité de promouvoir un développement économique durable, de créer de nouveaux emplois et d'améliorer la qualité de vie. En adoptant une approche proactive et collaborative, nous pouvons construire un avenir énergétique plus sûr, plus propre et plus résilient pour les générations à venir.

**Chapitre 03 :**  
**L'Impact de l'Hydrogène Vert**  
**sur la Consommation de Gaz**  
**Naturel en Algérie : Analyse**  
**et Perspectives**

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

### **Introduction**

Dans un contexte mondial de transition énergétique, l'Algérie explore de nouvelles voies pour diversifier ses sources d'énergie et réduire sa dépendance aux combustibles fossiles. L'hydrogène vert, produit à partir de sources renouvelables, se présente comme une solution prometteuse. Ce chapitre se propose d'analyser l'impact potentiel de l'hydrogène vert sur la consommation de gaz naturel en Algérie. Nous examinerons les différentes phases de développement de l'hydrogène vert, les infrastructures nécessaires, les cadres réglementaires et normatifs, ainsi que les perspectives économiques et environnementales. Cette analyse mettra en lumière les défis et les opportunités associés à l'intégration de l'hydrogène vert dans le système énergétique algérien, tout en évaluant ses implications pour les marchés nationaux et internationaux du gaz naturel.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

### **1) La présentation de Ministère d'énergie et les mines :**

#### **1.1) L'historique de l'Organisation du Secteur de l'Energie et des Mines**

Au lendemain de l'indépendance nationale (05.07.1962) deux ordonnances ont été promulguées pour créer un cadre réglementaire de prise en charge du secteur, se sont :

- La Direction de l'Energie et des Carburants dont l'organisation et les attributions ont été fixées par l'ordonnance n° 62-029 du 25.08.1962 (JO n° 10 du 01.09.1962).
- Le Bureau Algérien du Pétrole créée par ordonnance n° 62-030 du 25.08.1962 (JO n° 10 du 01.09.1962).

Après cette étape la gestion et l'exploitation des richesses du sous- sol saharien (énergie et mines) a été confiée à un organisme technique Algéro-Français de mise en valeur des richesses du sous-sol saharien, dont les représentants algériens au conseil d'administration ont été désignés par décret n° 62-523 du 08.09.1962. (JO N° 14 du 14 Septembre 1962).

Cet organisme a été institué et régi par les accords d'Evian (accords gouvernementaux, notamment l'accord du 28.08.1962).

- Création du Comité de Gestion de l'Electricité et Gaz par ordonnance n° 62-053 du 21.09.1962. (JO N° 18 du 23.09.1962),
- En 1963, une première organisation du ministère de l'industrialisation et de l'énergie a été mise en place en vertu du décret n° 63-267 du 24.07.1963. Ce dernier est principalement chargé de la recherche dans le domaine de l'énergie et de l'exploitation des mines,
- Création du bureau d'études, de réalisations et d'interventions industrielles et minières par décret n° 63-56 du 11.02.1963,
- Création de la Sonatrach par décret n° 63-491 du 31.12.1963,
- Entre 1964 et 1965 la Direction de l'Energie et des Carburants qui relevait du Ministère de l'Industrialisation et de l'Energie a été rattachée au Ministère de l'Economie,
- Entre 1965 et 1977, la Direction de l'Energie et des Carburants a été rattachée de nouveau au Ministère de l'Industrie et de l'Energie,
- Création de la SONAREM par décret n° 67-79 du 11.05.1967,
- Création de la Sonelgaz par Ordonnance n° 69-59 du 28.07.1969,

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- Création et organisation du Ministère de l'Industrie et de l'Energie (Décret n° 71-199 du 15.07.1971),
- 1977, en vertu du décret n° 77-217 du 31.12.1977 (JO n° 04 du 24.01.1978), une répartition des structures a eu lieu entre le Ministère de l'Energie et des Industries Pétrochimiques, le Ministère de l'Industrie Lourde et le Ministère des Industrie légères.
- 1984, en vertu du décret n° 84-122 du 19.05.1984, les attributions du Ministre de l'Energie et des Industries Chimiques et Pétrochimiques ont été fixées (JO n° 21),
- 1991 : le décret présidentiel n° 91-199 du 18.06.1991 portant nomination des membres du gouvernement a donné lieu à la création du Ministère des Mines et de l'Industrie et du Ministère de l'Energie dont l'organisation a été fixée par décret exécutif n° 91-440 du 16.11.1991,
- 1995 : le décret présidentiel n° 95-450 du 31.12.1995, portant nomination des membres du gouvernement a donné lieu à la création d'un Ministère de la Restructuration Industrielle et de la Participation et d'un Ministère de l'Energie et des Mines dont l'organisation a été fixée par décret exécutif n° 96-215 du 15.06.1996 (JO n° 37).
- 2007 : le décret présidentiel n° 07-172 du 04.06.2007 portant nomination des membres du gouvernement a donné lieu à la création du Ministère de l'Energie et des Mines dont l'organisation a été fixée par décret exécutif n° 07-267 du 09.09.2007 modifié et complété par le décret exécutif n° 10-238 du 10.10.2010.
- 2015 : Décret présidentiel N° 15 -125 du 14 mai 2015 portant nomination des membres du gouvernement a donné lieu à la création du Ministère de l'Energie dont l'organisation a été fixée par décret exécutif n° 15-303 du 02 décembre 2015, modifié et complété, par le décret exécutif n° 18-67 du 13 février 2018 portant organisation de l'administration centrale du Ministère de l'Energie.

### **1.2) L'Organisation de l'administration centrale du ministère de l'énergie :**

Sous l'autorité du ministre de l'énergie et des mines, l'administration centrale du ministère de l'énergie et des mines comprend :

Le secrétaire général, assisté de deux (2) directeurs d'études auquel sont rattachés le bureau du courrier et le bureau ministériel de la sûreté interne d'établissement.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

Le chef de cabinet, assisté de huit (8) chargés d'études et de synthèse.

L'inspection générale dont l'organisation, le fonctionnement et les missions sont fixées par décret exécutif.

Les structures suivantes :

- La direction générale des hydrocarbures ;
- La direction générale de l'électricité, des énergies nouvelles, du gaz et des produits pétroliers ;
- La direction générale des mines ;
- La direction générale des études et de la prospective ;
- La direction générale de l'administration et des finances ;
- La direction de la réglementation et des études juridiques ;
- La direction de la protection du patrimoine énergétique et minier ;
- La direction de la coopération internationale.

### **1.3) La direction générale des études et de la prospective, est chargée :**

- D'élaborer les études technico-économiques et de prospective d'intérêt pour le secteur ;
- De contribuer à la définition et de suivre la mise en œuvre des politiques et stratégies de développement du secteur ;
- D'élaborer, de gérer et de diffuser les bases et annuaires statistiques du secteur ;
- De suivre et d'analyser les marchés pétroliers, gaziers et des ressources minérales et leurs perspectives ;
- De préparer et de suivre les participations du secteur dans les organisations internationales ;
- D'assurer une veille énergétique et minière.

**Elle comprend deux (2) directions :**

#### **1.3.1) La direction de la prospective, chargée :**

- De réaliser les études et travaux de prospective d'intérêt pour le secteur ;
- D'assurer le suivi et l'analyse des marchés pétroliers et gaziers et des ressources minérales ;
- De l'étude des perspectives énergétiques globales de la veille énergétique ;



## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- De la veille et de l'étude des perspectives minières ;
- De contribuer à la définition du modèle national de consommation énergétique et de suivre la mise en œuvre.

**Elle comprend trois (3) sous-directions :**

### **1.3.1.1) La sous-direction des études prospectives, chargée :**

- De réaliser des études de prospective énergétique et minière ;
- De développer les outils de prospective énergétique et minière ;
- De contribuer au travail gouvernemental en matière de prospective.

### **1.3.1.2) La sous-direction de l'analyse des marchés pétrolier, gazier et des ressources minières, chargée :**

- De suivre et d'analyser la conjoncture des marchés pétrolier, gazier et des ressources minières ;
- D'élaborer des prévisions sur l'évolution des marchés pétrolier, gazier et des ressources minières ;
- De suivre et d'analyser les réalisations et performances d'exportation d'hydrocarbures et des ressources minières ;
- De suivre les activités des organisations internationales spécialisées.

### **1.3.1.3) La sous-direction de la veille énergétique et minière, chargée :**

- D'assurer le suivi et l'analyse des prévisions énergétiques globales ;
- D'assurer le suivi et l'analyse des politiques et stratégies des acteurs ;
- D'élaborer des rapports périodiques de veille énergétique et minière ;
- De développer l'activité de veille énergétique et minière.

### **1.3.2) La direction des études économiques et des statistiques, chargée :**

- D'élaborer des études économiques et de prévision du secteur ;
- D'établir les statistiques, bilans et synthèses des réalisations du secteur ;
- De contribuer aux travaux de régulation économique des activités du secteur.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

Elle comprend trois (3) sous-directions :

### **1.3.2.1) La sous-direction des études économiques, chargée :**

- De consolider les plans et programmes de développement du secteur et le suivi de leur réalisation
- D'élaborer des études sur l'évolution du secteur et d'analyser ses performances ;
- De contribuer aux études et travaux économiques intersectoriels ;
- De contribuer au travail gouvernemental relatif à l'investissement et aux participations de l'Etat.

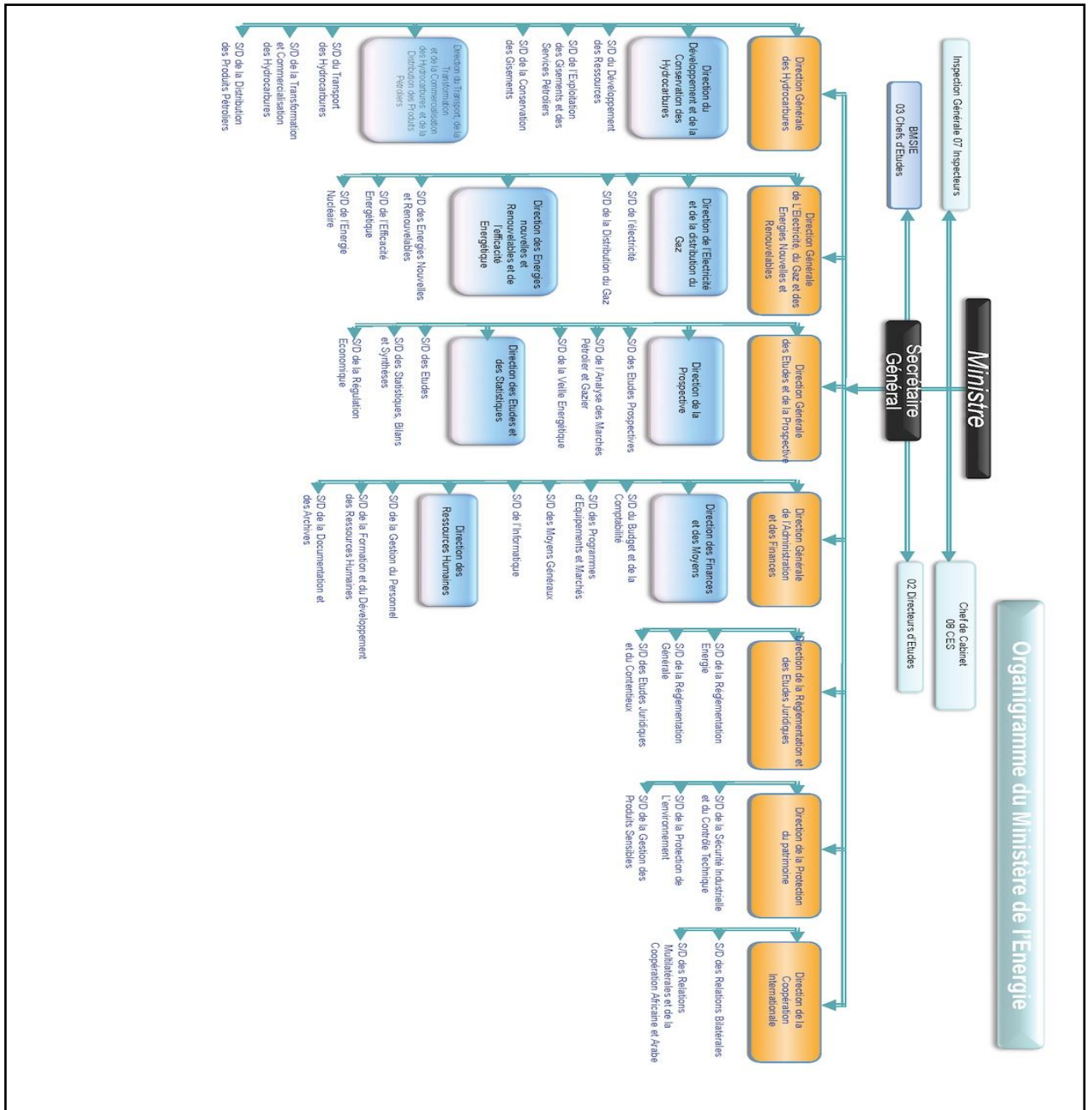
### **1.3.2.2) La sous-direction des statistiques, bilans et synthèses, chargée :**

- De développer et de gérer la banque de données statistiques du secteur ;
- D'établir et de diffuser les statistiques et rapports de conjoncture du secteur ;
- D'élaborer le bilan énergétique national annuel ;
- D'élaborer le bilan annuel relatif aux activités minières ;
- De contribuer aux travaux des institutions nationales et internationales spécialisées.

### **1.3.2.3) La sous-direction de la régulation économique, chargée :**

- De coordonner les travaux sectoriels dans le cadre de la préparation des lois de finances ;
- De participer à l'élaboration des mesures de régulation économique des activités du secteur et de suivre leur mise en œuvre ;
- De suivre la mise en œuvre de la fiscalité pétrolière et celle relative aux activités minières ;
- De contribuer aux travaux intersectoriels relatifs aux prix et à la fiscalité.

# Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



**Figure 29** : L'organigramme de ministère d'Énergie et les mines

Source Ministère d'énergie et les mines : A propos du Ministère de l'Énergie et des Mines ; consulté le 27 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=a-propos-du-ministere-de-l-energie>

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### 2) Présentation du marché du gaz naturel en Algérie

#### 2.1) La situation actuelle

##### 2.1.1) La production du gaz naturel :

- Entre la période 2010-2012 : La production de gaz naturel en Algérie diminue de 168330 millions m<sup>3</sup> en 2010 à 159118 millions m<sup>3</sup> en 2012, ce qui représente une baisse de 5,5 % par an.
- Entre la période 2013-2016 : La production connaît une augmentation, de 179489 en 2013 atteignant 189139 millions m<sup>3</sup> en 2016, ce qui représente une croissance de 5,38 %.
- Entre la période 2017-2019 : La production demeure relativement stable, avec une légère baisse de 188742 millions m<sup>3</sup> en 2017 à 175353 millions m<sup>3</sup> en 2019, ce qui représente une baisse de 7,1 %.
- Durant l'année 2020 : la production de gaz naturel en Algérie a connu une baisse de production, passée de 175353 millions de m<sup>3</sup> en 2019 à 168280 millions de m<sup>3</sup> en 2020, soit baisse d'environ 4,03 %.
- Entre la période 2021-2022 : la production de gaz naturel en Algérie a augmenté, passée de 178947 millions de m<sup>3</sup> en 2021 à 183068 millions de m<sup>3</sup> en 2022, ce qui représente une croissance de 2,3 %

**Tableau 3** : L'évolution de la production du gaz naturel en Algérie

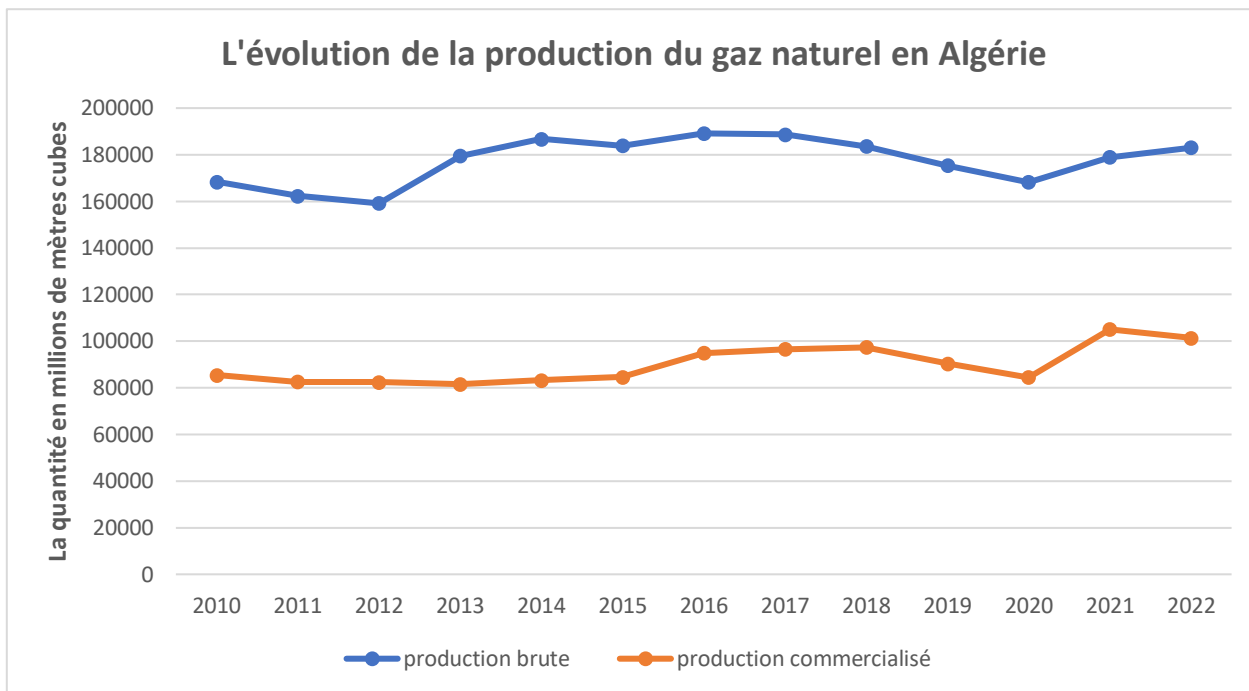
En millions de mètres cubes

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
production brute	168330	162370	159118	179489	186754	183826	189139	188742	183549	175353	168280	178947	183068
production commercialisé	85464	82607	82430	83296	83296	84583	94953	96599	97467	90349	84482	105079	101418

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

Figure 30 : l'évolution de la production du gaz naturel en Algérie



Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### L'interprétations :

- La baisse de production durant la période 2010 – 2012 : Attribuée à plusieurs facteurs. D'abord, un manque d'investissements dans les infrastructures pétrolières et gazières a limité la capacité de production, un environnement peu favorable aux investissements étrangers, marqué par une législation instable et des risques sécuritaires, a dissuadé les investisseurs, la demande intérieure croissante, soutenue par des subventions gouvernementales, a réduit les capacités d'exportation, et des problèmes techniques et des retards dans l'approbation des projets par le gouvernement ont également contribué à cette baisse de la production. La production de gaz naturel a diminué en raison de la réduction de la production des gisements de gaz de l'île de Sable.
- L'augmentation de production durant la période 2013 – 2016 : Cette croissance a été attribuée à des découvertes gazières majeures et à des investissements dans les infrastructures pétrolières et gazières, ce qui a permis d'augmenter la capacité de production et d'exportation.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- La baisse de production entre la période 2017 – 2019 : Cette diminution a été attribuée à une combinaison de facteurs, notamment une stagnation de la production due à un sous-investissement chronique et une augmentation rapide de la consommation intérieure, réduisant ainsi le surplus exportable.
- La baisse de la production de gaz naturel en Algérie durant l'année 2020 a été causée principalement par l'impact de la pandémie de COVID-19. Cette situation a entraîné une réduction de la demande mondiale d'énergie et une baisse des prix du gaz naturel. Les retombées économiques de la pandémie ont provoqué des perturbations dans la production et les chaînes d'approvisionnement, conduisant à des niveaux de production plus bas.
- Entre 2021 et 2022, la production de gaz naturel en Algérie a connu une reprise et une croissance. Cette augmentation a été due à la reprise économique mondiale postpandémie, à une hausse de la demande de gaz naturel et aux investissements réalisés par l'Algérie pour développer ses capacités de production afin de répondre à la demande croissante, notamment sur le marché européen.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### 2.1.2) La consommation du gaz naturel :

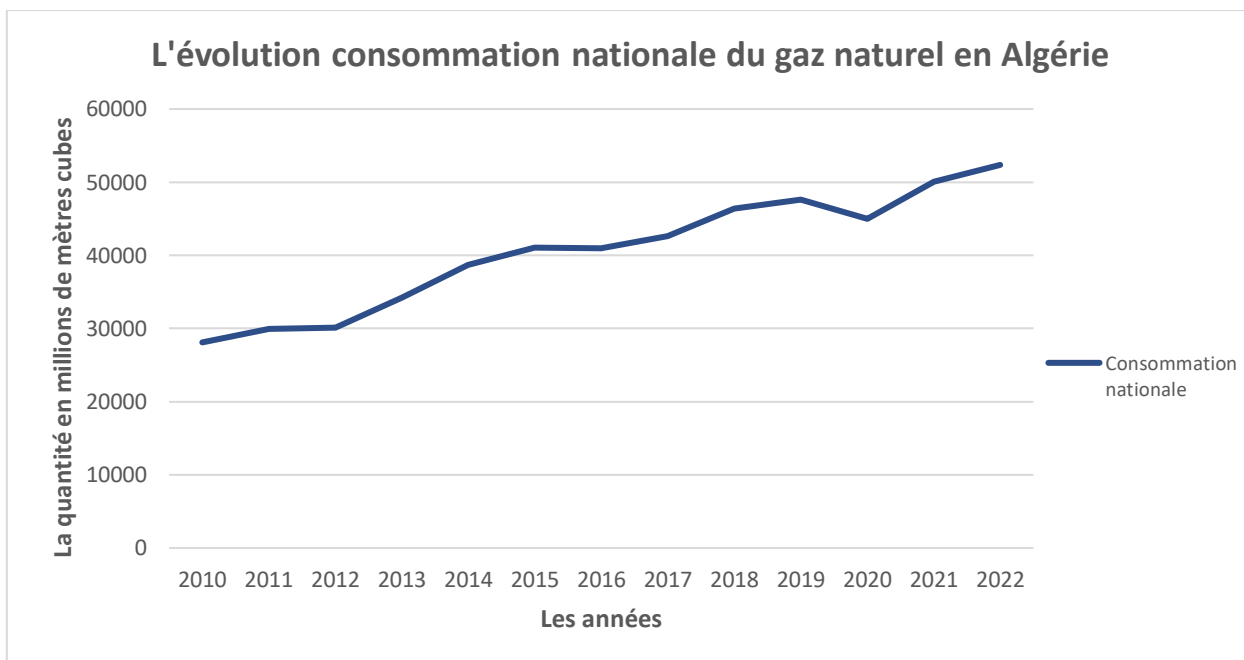
- ❖ **La consommation non énergétique** : La consommation non énergétique désigne l'utilisation de ressources énergétiques comme le gaz naturel et les produits pétroliers (bitumes et lubrifiants) à des fins autres que la production d'énergie. Ces ressources sont principalement employées comme matières premières dans l'industrie pétrochimique pour fabriquer divers produits chimiques et matériaux, plutôt que pour générer de l'électricité ou de la chaleur.
- ❖ **La consommation industrielle** : La consommation industrielle de gaz naturel désigne l'utilisation de gaz naturel par divers secteurs industriels, notamment la construction, la sidérurgie, la chimie, les industries manufacturières (comme l'agroalimentaire et le textile), ainsi que le bâtiment et les travaux publics (BTP). Le gaz naturel est utilisé pour alimenter les processus de production, chauffer les installations, et comme matière première dans certains procédés industriels.
- ❖ **La consommation des industries énergétiques** : La consommation des industries énergétiques désigne l'utilisation d'énergie par les industries qui produisent, transforment, et transportent des ressources énergétiques. Cela inclut les raffineries, les unités de liquéfaction, les gazoducs et oléoducs, ainsi que les centrales électriques et autres infrastructures liées à l'énergie.
- ❖ **La consommation de ménages et autres** : La consommation de gaz naturel des ménages et autres catégories englobe l'utilisation de gaz naturel par les secteurs résidentiel, agricole, tertiaire, et autres.
  - Résidentiel : Utilisation de gaz naturel pour le chauffage, la cuisine, et l'eau chaude dans les foyers.
  - Agriculture : Utilisation de gaz naturel pour chauffer les serres, sécher les récoltes, et d'autres besoins énergétiques agricoles.
  - Tertiaire et autres : Utilisation dans les bâtiments commerciaux, les bureaux, les institutions publiques, et autres installations pour le chauffage, la climatisation, et d'autres besoins énergétiques.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

Augmentations de la consommation entre la période 2010-2019 : La consommation nationale en Algérie a connu une phase de croissance continue, passant de 28,105 millions de mètres cubes en 2010 à 47,580 millions de mètres cubes en 2019, soit une augmentation de 69,2%.

Diminution de la consommation durant l'année 2020 : la consommation nationale de gaz naturel en Algérie a diminué par rapport à 2019, la consommation était de 47580 millions de mètres cubes, tandis qu'en 2020, elle est tombée à 45017 millions de mètres cubes, soit une baisse de 5,39 %,

Augmentations de la consommation entre la période 2021-2022 : la consommation nationale de gaz naturel en Algérie est passée de 50036 millions de mètres cubes à 52364 millions de mètres cubes, soit une croissance de 4,65 %.



**Figure 31** : L'évolution de la consommation nationale du gaz naturel en Algérie

**Source** : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines



## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

**Tableau 4 : L'évolution de la consommation nationale du gaz naturel en Algérie**

Année													
Type de consommation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Consommation non énergétique	1499	1478	2061	1822	2831	3660	4002	3182	4751	4223	3597	4087	3964
Consommation dans l'industrie énergétique	5112	4986	5764	5965	6766	5662	5298	4825	4446	4827	4419	4387	4102
Consommation industrielle	3540	3554	3520	3682	3825	4039	4207	4463	5105	5742	5800	6658	6813
Transport	6	6	7	8	8	9	9	11	12	12	22	86	255
Ménages et autres	4988	5734	6748	7487	8027	8913	9174	9789	11840	12238	12001	12230	13483
Pertes	200	200	586	743	288	305	312	261	283	416	234	647	315
Consommation nette	12760	14018	11406	14484	16930	18488	17985	20064	19969	20122	18944	21941	23432
<b>Consommation nationale</b>	<b>28105</b>	<b>29976</b>	<b>30092</b>	<b>34191</b>	<b>38675</b>	<b>41076</b>	<b>40987</b>	<b>42595</b>	<b>46406</b>	<b>47580</b>	<b>45017</b>	<b>50036</b>	<b>52364</b>

En millions de mètres cubes

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### L'interprétation :

- L'augmentation de la consommation nationale entre la période 2010-2019 :
  - La croissance économique de l'Algérie a été stable entre 2010 et 2019, ce qui a contribué à l'augmentation de la consommation nationale.
  - Des investissements dans les infrastructures ou le pays a continué à investir dans des projets d'infrastructure, ce qui a amélioré l'efficacité globale du secteur énergétique.
  - Le développement du secteur des services a également stimulé la consommation nationale.
  - Les citoyens ont vu leurs revenus augmenter, ce qui a encouragé la consommation.
  - La croissance constante de la consommation de gaz naturel dans le secteur résidentiel a significativement contribué à l'augmentation de la consommation nationale de gaz naturel (tableau de la consommation nationale).
- La diminution de la consommation durant l'année 2020 : L'impact de la pandémie de COVID-19 La pandémie a entraîné des fermetures de commerces, des restrictions de déplacement et des pertes d'emplois, ce qui a réduit la consommation nationale.
- L'augmentation de la consommation entre la période 2021-2022 : cette croissance est attribuée à une augmentation de la demande intérieure, notamment dans les secteurs résidentiel et tertiaire, ainsi qu'à une augmentation de la subvention du gaz naturel par le gouvernement algérien.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### 2.1.3) Les exportations du gaz naturel

#### Les exportations par Gazoducs

- Entre la période de 2010 à 2012 : Les exportations de gazoducs ont diminué de 27,5%, passant de 37847 à 27035 millions de m3.
- Entre la période de 2012 à 2016 : Les exportations de gazoducs ont augmenté de 42,3% en 2016 et de 39,1% en 2017, passant de 27035 à 38440 millions de m3.
- Entre la période de 2018 à 2021 : Les exportations de gazoducs ont diminué de 4,0% en 2018 et augmenté de 54,6% en 2021, passant de 38440 à 39005 millions de m3.
- Durant l'année 2022 : Les exportations de gazoducs ont diminué de 9,2%, passant de 39005 à 35405 millions de m3.

#### Les exportations par GNL

- Entre la période de 2010 à 2012 : Les exportations de GNL ont diminué de 23,0%, passant de 19512 à 15008 millions de m3.
- Entre la période de 2012 à 2014 : Les exportations de GNL ont augmenté de 16,9%, passant de 15008 à 17545 millions de m3.
- Entre la période de 2014 à 2016 : Les exportations de GNL ont diminué de 11,5%, passant de 17545 à 15526 millions de m3.
- Entre la période de 2017 à 2019 : Les exportations de GNL ont augmenté de 5,7% en 2017 et de 22,3% en 2019, passant de 15526 à 16471 millions de m3.
- Entre la période de 2020 à 2022 : Les exportations de GNL ont diminué de 13,6% en 2020 et de 15,0% en 2022, passant de 16471 à 13649 millions de m3.

**Tableau 5** : l'évolution des exportations du gaz naturel en Algérie

En millions de mètres cubes

Années													
Exportations	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
<b>GNL</b>	19512	16912	15008	15156	17545	16472	15526	16410	13469	16471	14233	16038	13649
<b>PIPELINE</b>	37847	35719	37330	32236	27076	27035	38440	37594	37592	26298	25232	39005	35405

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

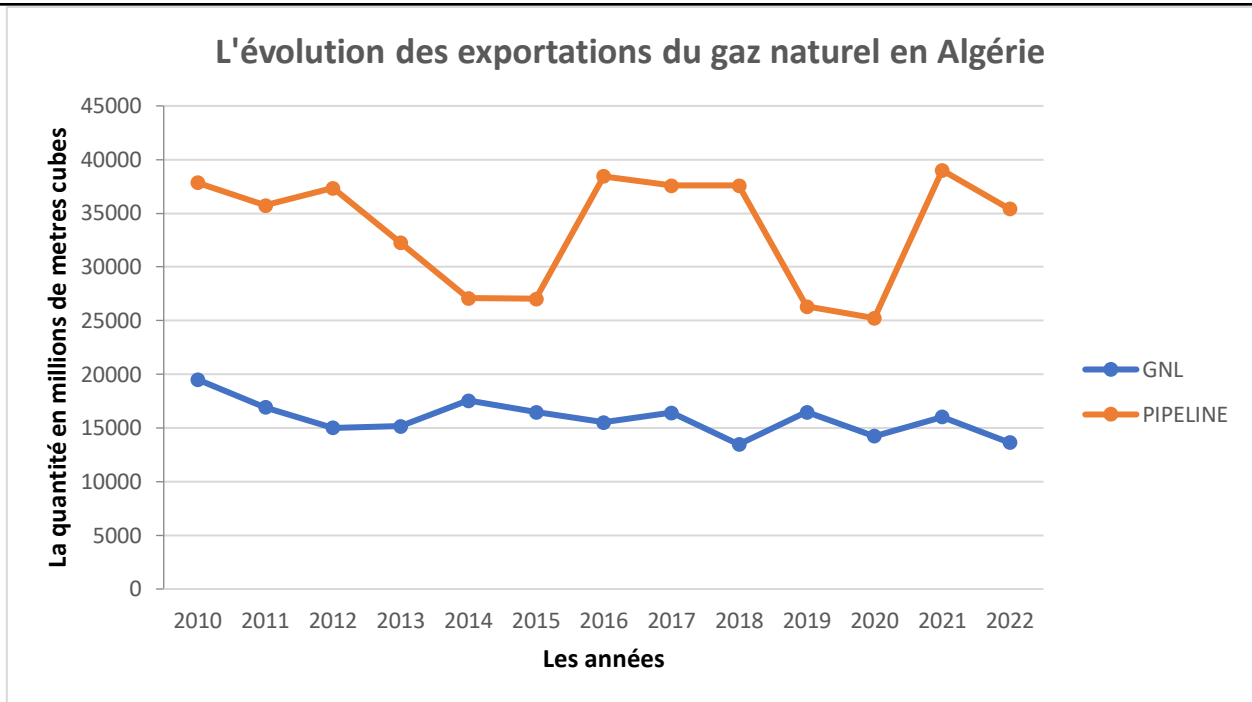


Figure 32 : L'évolution des exportations du gaz naturel en Algérie

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### Les exportations par GNL :

#### L'augmentation de les exportations a été causé par :

- Investissements dans les infrastructures : L'Algérie a investi dans la construction de nouveaux terminaux de GNL et la modernisation des infrastructures existantes pour augmenter sa capacité d'exportation.
- Demande accrue en Europe : La demande de gaz en Europe a augmenté en raison de la transition énergétique et de la diversification des sources d'énergie, ce qui a stimulé la demande de GNL algérien.
- Flexibilité accrue : Les exportations de GNL offrent une flexibilité accrue pour l'Algérie, permettant de répondre à la demande de gaz en Europe et en Asie, ainsi que de diversifier ses marchés.
- Partenariats stratégiques : L'Algérie a développé des partenariats commerciaux et industriels pour exporter davantage de GNL, notamment avec l'Europe et l'Asie.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- Mise en service de nouveaux champs gaziers : De nouveaux champs gaziers ont été mis en service, augmentant la production et la disponibilité de gaz pour l'exportation.

### **La diminution des exportations a été causé par :**

- Concurrence accrue : La concurrence accrue sur le marché international des GNL, notamment avec les États-Unis et la Russie, a réduit la compétitivité des exportations algériennes.
- Vieillesse des infrastructures : Le vieillissement des infrastructures de GNL a réduit la capacité d'exportation et nécessité des investissements pour la modernisation.
- Prix du gaz : Les fluctuations des prix du gaz ont affecté la compétitivité des exportations algériennes, notamment en cas de prix élevés sur le marché international.
- Contraintes de transport : Les contraintes de transport et les limitations des infrastructures ont réduit la capacité d'exportation et augmenté les coûts.
- Demande réduite : La demande de gaz a diminué en raison de la transition énergétique et de la croissance des énergies renouvelables, ce qui a réduit la demande de GNL algérien.
- Les tensions internationales, telles que la guerre en Ukraine, peuvent affecter les marchés énergétiques et rediriger les flux de GNL, impactant potentiellement les exportations algériennes.
- En tant que membre de l'OPEP, l'Algérie doit se conformer aux décisions de l'organisation concernant les quotas de production et les politiques de prix, ce qui peut limiter sa capacité à exporter librement et à répondre à la demande internationale.

### **2.1.4) La consommation d'électricité**

- Durant la période 2010 à 2019 : La consommation d'électricité en GWh a augmenté de 34,4%, passant de 45,666 à 61,384 GWh.
- Durant l'année 2020 : La consommation d'électricité en GWh a diminué de 1,4%, passant de 61,384 à 60,094 GWh.
- Durant la période 2021-2022 : La consommation d'électricité en GWh a augmenté de 9,4%, passant de 60,094 à 65,659 GWh.

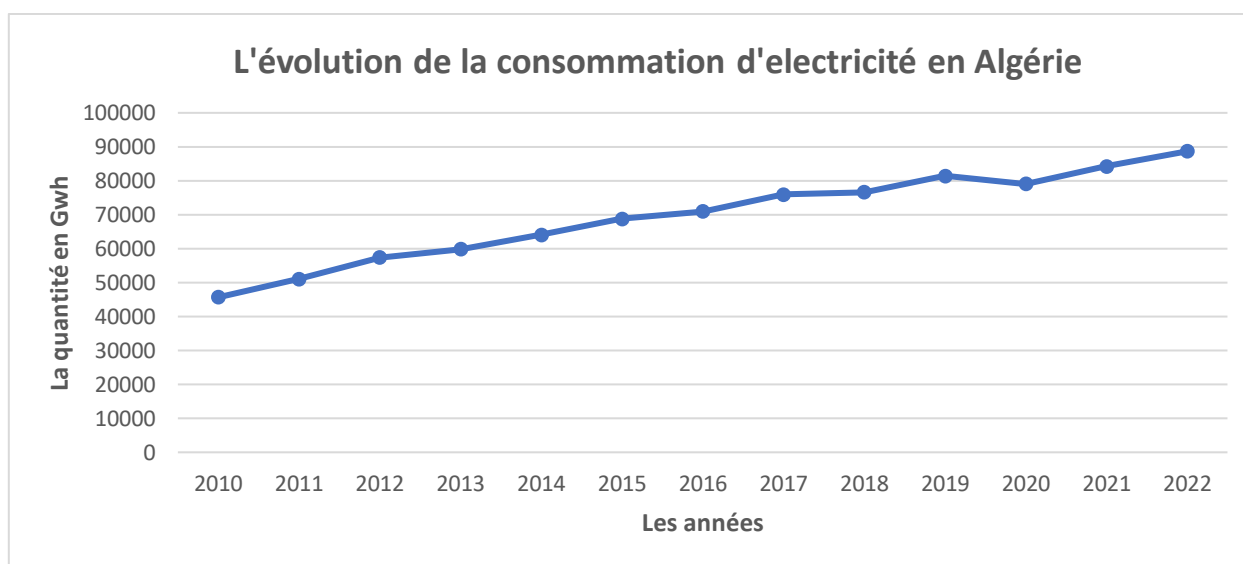
## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

**Tableau 6** : L'évolution de la consommation d'électricité en Algérie

En Gwh

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Consommation	45666	51082	57348	59802	64050	68766	71000	76000	76572	81384	79094	84240	88659

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines



**Figure 33** : L'évolution de la consommation d'électricité en Algérie

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### L'interprétation

**La diminution de la consommation (2020) a été causé par :** la pandémie de COVID-19, la consommation d'électricité en Algérie a connu une baisse notable en raison des mesures de confinement et des restrictions économiques mises en place pour limiter la propagation du virus. Ces mesures ont entraîné une réduction de l'activité économique et donc une demande en électricité moindre, en particulier dans les secteurs du transport, de l'hôtellerie et de la restauration

**L'augmentation de la consommation (2010-2019/2021-2022) a été causé par :**

- Croissance de la Population : L'augmentation de la population en Algérie au cours de cette période a également contribué à une demande croissante en électricité, notamment avec la construction de nouveaux logements et l'expansion des infrastructures.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- **Facteurs Climatiques** : Les conditions météorologiques modérées de cette année pourraient également avoir influencé la consommation d'électricité, avec des besoins moindres en chauffage ou en climatisation.

### **2.2) Les projections du secteur du gaz naturel en Algérie 2023-2050**

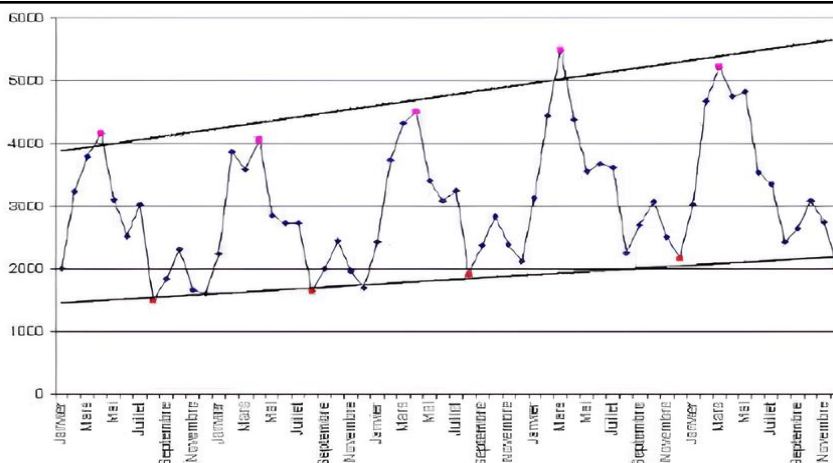
Cette étude vise à anticiper l'avenir du secteur gazier algérien de 2024 à 2050 à l'aide d'une méthode statistique basée sur l'analyse de séries temporelles. L'objectif est de dresser un portrait cohérent des tendances prévisibles et des évolutions envisageables pour l'industrie du gaz en Algérie au cours de cette période. En exploitant des techniques de modélisation mathématique pointues et en examinant en détail les données historiques pertinentes, nous avons pu générer une série de projections éclairant les différents scénarios plausibles en termes de production gazière, de consommation et de dynamique du marché en Algérie.

Ces projections constituent un outil précieux pour guider la réflexion et la prise de décision des parties prenantes, qu'il s'agisse des décideurs politiques, des acteurs économiques ou de la communauté scientifique. Elles permettent en effet de mieux anticiper les transformations potentielles du secteur gazier algérien et de prendre des décisions stratégiques étayées par des données et des analyses approfondies.

#### **2.2.1) Les séries chronologiques :**

Une série chronologique est une séquence de données ordonnées dans le temps. Ces données peuvent représenter différentes variables telles que la température, les ventes, la population, etc. L'organisation chronologique des données est primordiale pour analyser les évolutions et les fluctuations temporelles d'un phénomène. En utilisant des méthodes statistiques, il est possible d'identifier les tendances, les cycles et les variations qui caractérisent une série chronologique.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



**Figure 34** : série chronologique

Source : Agnes Lagnoux ; Series Chronologiques ; Universite de toulouse le miral ; p18

### Les composantes de la série chronologique

La décomposition d'une série chronologique vise à identifier trois composantes distinctes dans son évolution : une tendance générale, des variations saisonnières qui se répètent chaque année, et des fluctuations aléatoires imprévisibles. Cette démarche permet, d'une part, de mieux comprendre et décrire l'évolution de la série, et d'autre part, de prévoir ses futures évolutions en s'appuyant sur la tendance et les variations saisonnières identifiées.

- **La tendance  $Ct$**  : La tendance représente l'évolution à long terme de la série, reflétant ainsi la dynamique fondamentale de son évolution.
- **Les variations saisonnières  $St$**  : correspond à un phénomène périodique dont la période est identifiée. Elle est notée  $(St ; 1 < t < n)$ . C'est une composante cyclique relativement régulière, qui dépend généralement de notre environnement et qui correspond souvent à des phénomènes saisonniers ou à des habitudes. Elle décrit les fluctuations périodiques de la série au cours de l'année.
- **La composante résiduelle  $Rt$**  : Elle englobe tout ce que les autres composantes n'ont pas pu expliquer du phénomène observé. Cette composante contient de nombreuses fluctuations, notamment accidentelles. Elle peut refléter une structure de corrélation existante dans le phénomène étudié ou être due à des événements qui ne se reproduisent pas à des dates fixes.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

Pour déterminer la tendance (trend) dans une série de données, vous pouvez utiliser plusieurs méthodes statistiques et mathématiques. Voici les étapes générales et les méthodes courantes pour calculer la tendance :

Méthodes courantes pour calculer la tendance

- **La moyenne arithmétique simple :**

La moyenne arithmétique simple est une mesure statistique qui représente la valeur centrale d'un ensemble de données. On l'obtient en ajoutant toutes les valeurs et en divisant le total par le nombre de valeurs.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- **La variance**

La variance est une mesure de la dispersion des valeurs dans un ensemble de données. Elle indique à quel point les valeurs individuelles d'un ensemble sont éloignées de la moyenne de cet ensemble. Pour calculer la variance, on prend chaque valeur, on soustrait la moyenne de l'ensemble, on élève le résultat au carré, puis on fait la moyenne de ces carrés. Une variance plus élevée indique une dispersion plus grande des valeurs autour de la moyenne, tandis qu'une variance plus faible indique une dispersion plus petite.

$$v(x) = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

- **L'écart type :**

L'écart-type est une mesure de dispersion similaire à la variance, c'est la racine carrée de la variance. Il fournit une estimation de la dispersion moyenne des valeurs autour de la moyenne de l'ensemble de données. Un écart-type plus élevé indique une dispersion plus grande, tandis qu'un écart-type plus faible indique que les valeurs sont regroupées plus étroitement autour de la moyenne.



## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

- **La covariance :**

La covariance est une mesure statistique qui exprime la relation linéaire entre deux variables aléatoires. Elle indique comment les variations dans une variable sont associées aux variations dans une autre variable. Une covariance positive signifie que les deux variables ont tendance à augmenter ou diminuer ensemble, tandis qu'une covariance négative indique une relation inverse, c'est-à-dire que lorsque l'une des variables augmente, l'autre tend à diminuer. Une covariance proche de zéro indique une faible relation linéaire entre les variables.

Cependant, la covariance seule ne fournit pas d'indication sur la force de la relation entre les variables ni sur l'échelle de mesure, c'est pourquoi elle est souvent normalisée en divisant par les écarts-types des variables correspondantes pour obtenir le coefficient de corrélation.

$$cov(x, y) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

- **L'équation de régression linéaire :**

L'équation de la régression linéaire,  $y = ax + b$ , modélise la relation entre deux variables. Ici,  $y$  est la variable dépendante,  $x$  la variable indépendante,  $a$  l'ordonnée à l'origine, et  $b$  la pente de la droite. Cette équation permet de prédire  $y$  en fonction de  $x$  en supposant une relation linéaire.

$$a = \frac{COV(x;y)}{VAR(x)} \quad ; \quad b = \bar{y} - a\bar{x}$$

- **Le coefficient de corrélations :**

Un coefficient de corrélation est une mesure statistique qui indique l'ampleur et la direction de la relation linéaire entre deux variables. Sa valeur varie entre -1 et 1 :

- Une valeur de 1 indique une corrélation positive parfaite, où les deux variables augmentent ou diminuent ensemble.
- Une valeur de -1 indique une corrélation négative parfaite, où une variable augmente lorsque l'autre diminue.
- Une valeur de 0 indique qu'il n'y a pas de corrélation linéaire entre les deux variables.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### 2.2.2) La perspective de la production

On peut observer une tendance à la hausse de la production brute du gaz naturel en Algérie tout au long de la période considérée. En 2023, la production brute est estimée à 192386,46 millions de m<sup>3</sup>. Cette production augmente progressivement chaque année, atteignant 249964,41 millions de m<sup>3</sup> en 2050.

En ce qui concerne la production commercialisée du gaz naturel en Algérie, on peut observer une tendance similaire, mais avec des valeurs légèrement différentes. En 2023, la production commercialisée est estimée à 194518,98 millions de m<sup>3</sup>. Cette production augmente également progressivement chaque année, atteignant 249964,41 millions m<sup>3</sup> en 2050

#### ➤ Production brute :

- $Y = 2132,52x + 162531,23$
- $R = 0,4150$

Un coefficient de corrélation de **0,4150** entre la production brute de gaz naturel en Algérie et les années indique une relation positive modérée entre ces deux variables. Voici ce que cela signifie dans ce contexte spécifique :

Une valeur de 0,4150 signifie qu'il y a une tendance à ce que la production brute de gaz naturel augmente au fil des années, mais cette relation n'est pas très forte. Cela indique qu'il existe une légère tendance à la hausse de la production de gaz naturel au fil du temps.

La corrélation n'étant que modérée, cela suggère que bien que la production de gaz naturel ait tendance à augmenter avec les années, il existe de nombreux autres facteurs qui influencent cette production. Ces facteurs peuvent inclure les politiques énergétiques, les investissements dans les infrastructures, les découvertes de nouveaux gisements, les fluctuations des prix du gaz naturel, etc.

Ces informations peuvent être utiles pour analyser les tendances à long terme et planifier des stratégies de développement et d'investissement dans le secteur de l'énergie

#### ➤ La production commercialisée :

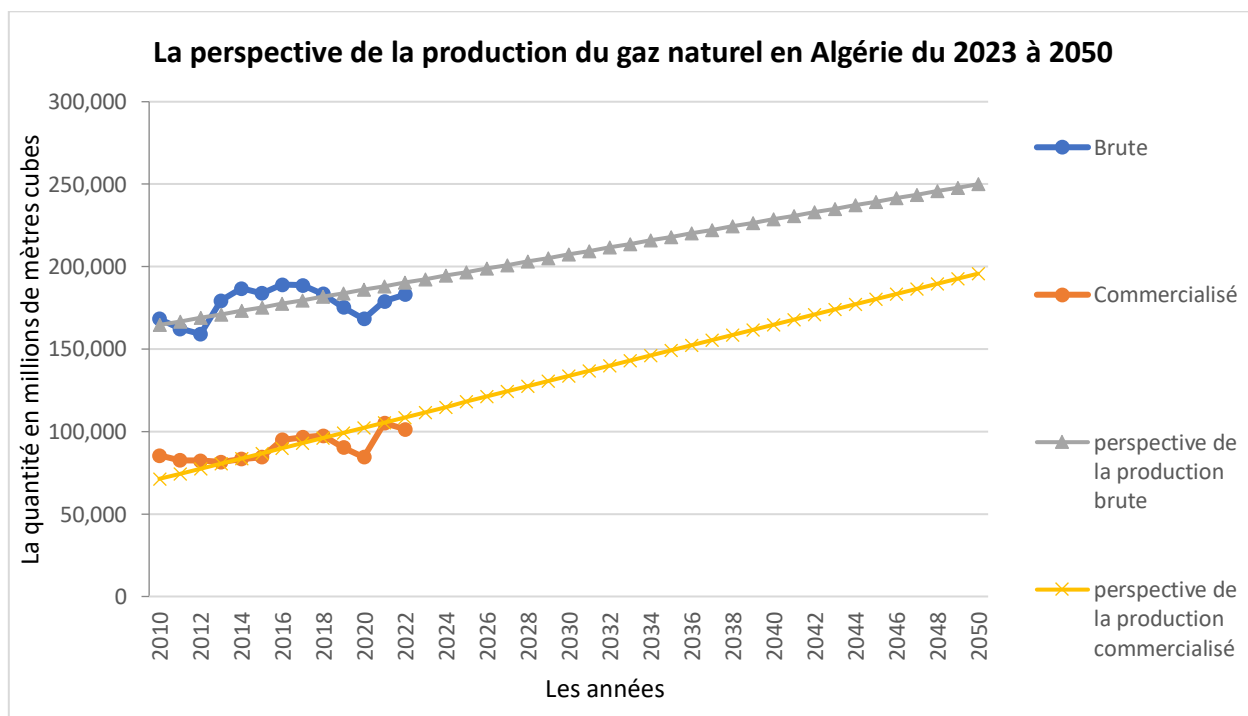
- $Y = 3109,32x + 68258,615$
- $R = 0,746$

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

(Les détails du calcul se trouvent dans l'Annexe 1)

Un coefficient de corrélation de **0,746** entre la production commercialisée de gaz naturel en Algérie et les années indique une relation positive relativement forte. Voici ce que cela signifie dans ce contexte spécifique :

Cette corrélation élevée montre qu'il y a une tendance marquée à la hausse de la production commercialisée de gaz naturel au fil des années. Cela peut être dû à divers facteurs tels que l'augmentation de la demande, l'amélioration des technologies de production, les investissements dans l'infrastructure gazière, et les politiques gouvernementales favorables à la production et à l'exportation de gaz naturel.



**Figure 35** : La perspective de la production brute et commercialisé du gaz naturel en Algérie du 2023 à 2050

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### L'interprétation

- Ce qui pourrait causer cette augmentation à l'avenir est
  - Investissements dans l'exploration et la production : L'Algérie pourrait augmenter ses investissements dans l'exploration de nouveaux gisements de gaz naturel et dans l'amélioration des technologies d'extraction, ce qui permettrait d'augmenter la production globale.
  - Découvertes de nouveaux gisements : De nouvelles découvertes de gisements de gaz naturel pourraient être réalisées au cours de cette période, ce qui augmenterait les réserves prouvées et potentielles du pays et stimulerait la production.
  - Demande croissante sur les marchés internationaux : Avec la croissance de la demande mondiale de gaz naturel, en particulier dans les secteurs de l'énergie et de l'industrie, l'Algérie pourrait chercher à augmenter sa production pour répondre à cette demande et bénéficier des prix favorables sur les marchés internationaux.
  - Modernisation des infrastructures : L'Algérie pourrait investir dans la modernisation de ses infrastructures gazières, telles que les pipelines et les installations de traitement, ce qui permettrait d'augmenter l'efficacité de la production et de la distribution.

### 2.2.3) La perspective de la consommation

Une tendance significative à la hausse de la consommation de gaz naturel est observée de 2023 à 2050. En 2023, la consommation est estimée à 152146.77 millions de mètres cubes, une augmentation notable par rapport aux années précédentes. Cette tendance ascendante se poursuit de manière régulière chaque année, atteignant 176061.19 millions de mètres cubes en 2050, mettant en évidence une augmentation spectaculaire de la demande de cette ressource.

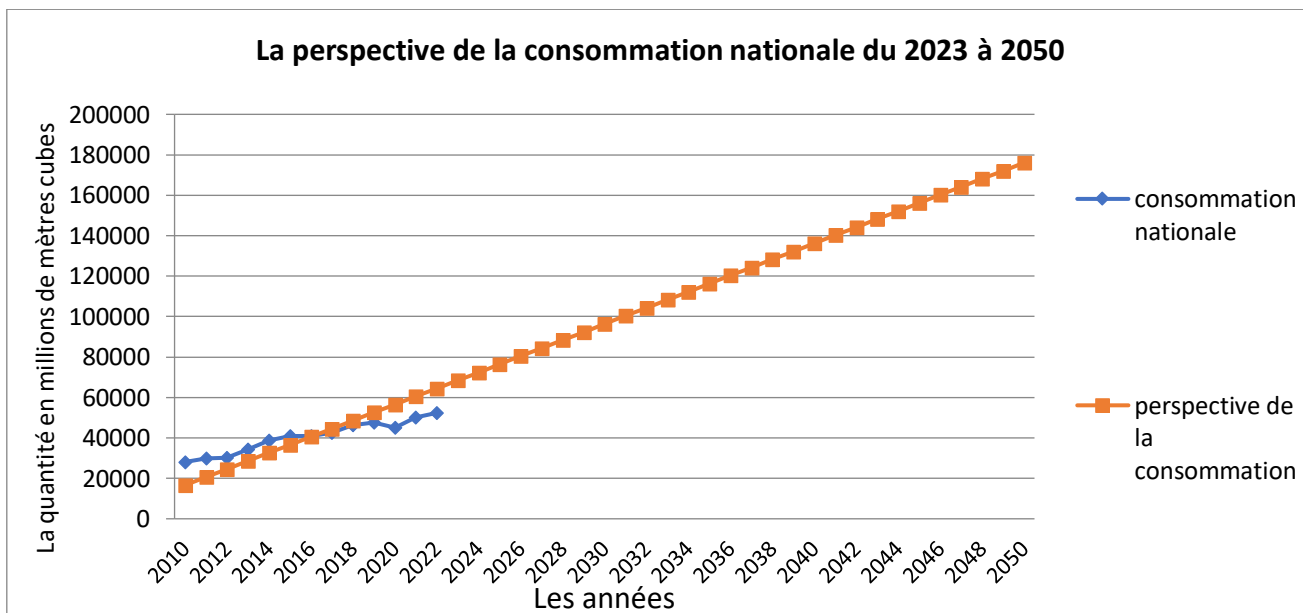
- $Y = 3985.74 + 12646.000$
- $R = 0.9766$

(Les détails du calcul se trouvent dans l'Annexe 2)

Un coefficient de corrélation de **0,977** entre la consommation nationale de gaz naturel en Algérie et les années indique une relation extrêmement forte et positive. Voici ce que cela signifie dans ce contexte spécifique :

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

- ✓ Une valeur de 0,977 signifie qu'il y a une tendance très marquée à ce que la consommation nationale de gaz naturel augmente avec les années. La relation entre les deux variables est extrêmement forte, indiquant que presque toutes les variations de la consommation de gaz naturel peuvent être expliquées par le passage du temps.
- ✓ Cette corrélation très élevée suggère une tendance quasi-linéaire à la hausse de la consommation de gaz naturel au fil des années. Cela pourrait être le résultat de divers facteurs tels que la croissance économique, l'augmentation de la population, l'expansion industrielle, et la hausse des besoins énergétiques domestiques et commerciaux.
- ✓ Un coefficient de corrélation de 0,977 signifie que les années sont un excellent prédicteur de la consommation nationale de gaz naturel. La relation est suffisamment forte pour permettre des prévisions très fiables de la consommation future basée sur les tendances historiques.
- ✓ Pour les décideurs, cette forte corrélation indique que les politiques et les investissements visant à répondre à la demande croissante de gaz naturel doivent être prioritaires. Cela peut inclure l'expansion des infrastructures de distribution de gaz, l'augmentation de la capacité de production, et la mise en place de politiques pour encourager l'efficacité énergétique.



**Figure 36** : La perspective de la consommation nationale du gaz naturel Algérie du 2023 à 2050

**Source** : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### L'interprétation :

- La possibilité pour l'Algérie de commencer à produire de l'hydrogène gris ou bleu pourrait être un facteur important conduisant à une augmentation de la consommation de gaz naturel, cela offrirait à l'Algérie une nouvelle opportunité d'utiliser ses réserves de gaz naturel pour répondre à la demande croissante d'hydrogène, tant sur les marchés nationaux qu'internationaux.

### 2.2.4) La perspective de la consommation nationale et production brute :

La production brute de gaz naturel en 2022 était de 183068 millions de mètres cubes, avec une consommation de 52364 millions de mètres cubes, créant ainsi un écart de 130704 millions de mètres cubes entre la production et la consommation. En 2050, la production brute devrait atteindre 249964,41 millions de mètres cubes, tandis que la consommation devrait augmenter jusqu'à 176061,19 millions de mètres cubes. L'écart entre la production et la consommation en 2050 est estimé à 73903,22 millions de mètres cubes. Ces chiffres révèlent une tendance où la consommation de gaz naturel se rapproche rapidement de la production brute. Si cette trajectoire se poursuit, il est envisageable que les courbes de production et de consommation se croisent, indiquant ainsi une situation où la production brute pourrait ne plus suffire à satisfaire notre consommation nationale. Cette évolution soulève des questions cruciales sur la sécurité énergétique à long terme et met en lumière la nécessité de repenser nos politiques énergétiques et nos stratégies de gestion des ressources.

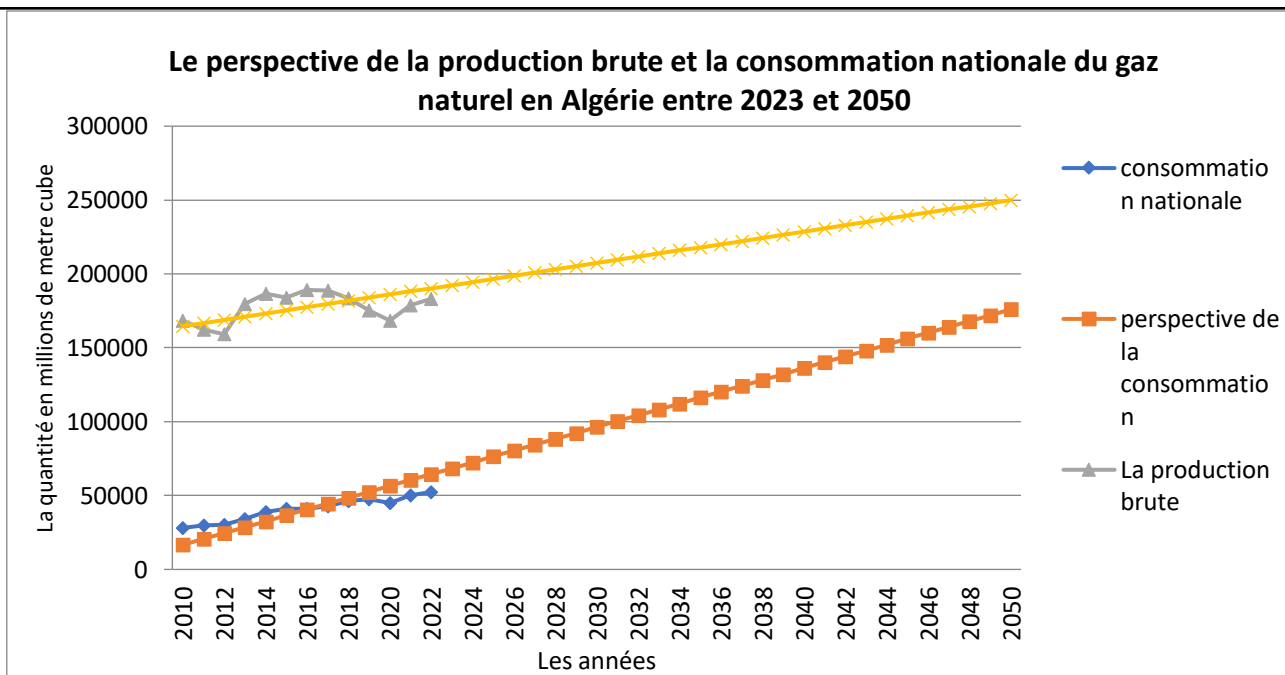
- La production brute

$$Y = 2132,52x + 162531,23$$

- La consommation nationale

$$Y = 3985.74 + 12646.000$$

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



**Figure 37** : La perspective de la production brute et la consommation nationale du gaz naturel en Algérie

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### 2.2.5) La perspective de la consommation d'électricité

D'après la projection de la consommation d'électricité en Algérie entre 2023 et 2050, on peut faire l'observation que la consommation d'électricité connaîtra une augmentation significative, passant de 116 263 GWh en 2023 à 296 586 GWh en 2050, soit une hausse de plus de 150% sur cette période.

- $Y = 6678.64 + 22762.077$
- $R = 0.9851$

(Les détails du calcul se trouvent dans l'Annexe 3)

Un coefficient de corrélation de **0,985** entre l'évolution de la production d'électricité à partir de gaz naturel et les années en Algérie indique une relation extrêmement forte et positive. Voici ce que cela signifie dans ce contexte :

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

- ✓ Une valeur de 0,985 signifie qu'il y a une relation extrêmement forte entre les années et l'évolution de la production d'électricité à partir de gaz naturel. En d'autres termes, la production d'électricité à partir de gaz naturel a tendance à augmenter de manière très cohérente au fil des années.
- ✓ Cette corrélation très élevée suggère que presque toute la variation dans l'évolution de la production d'électricité à partir de gaz naturel peut être expliquée par le passage du temps. Cela indique une tendance linéaire presque parfaite, où la production augmente régulièrement chaque année.
- ✓ Un coefficient de corrélation de 0,985 signifie que les années sont un prédicteur extrêmement fiable de l'évolution de la production d'électricité à partir de gaz naturel. Cela permet des prévisions très précises sur la croissance future de cette production.

Pour les décideurs et les planificateurs du secteur de l'énergie, cette corrélation très forte indique que l'utilisation de gaz naturel pour la production d'électricité est en augmentation constante. Cela pourrait être dû à plusieurs facteurs, tels que :

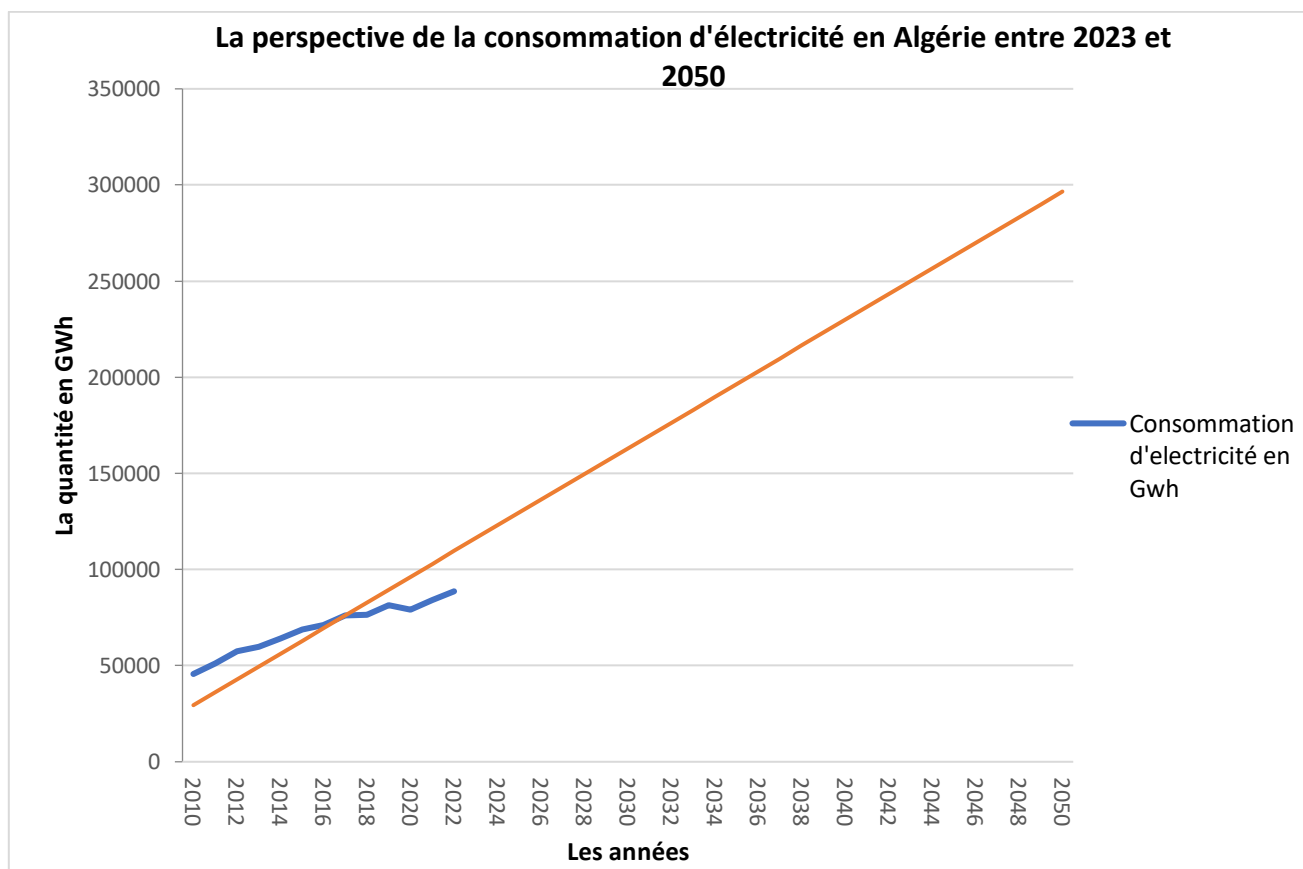
- ✓ L'augmentation de l'utilisation des TIC entraîne une demande accrue d'électricité, car les infrastructures numériques (centres de données, réseaux de communication, etc.) nécessitent une quantité importante d'énergie
- ✓ L'augmentation du revenu national et du niveau de vie peut entraîner une plus grande demande d'appareils électriques et de services énergétiques, augmentant ainsi la consommation d'électricité.
- ✓ Le manque d'efficacité énergétique peut conduire à une utilisation plus élevée de l'électricité. Les appareils électroménagers inefficaces, les pratiques industrielles et les infrastructures obsolètes peuvent augmenter la demande d'électricité.
- ✓ La croissance urbaine et le développement industriel nécessitent davantage d'électricité pour alimenter les infrastructures, les usines, et les résidences.
- ✓ Les politiques gouvernementales favorisant l'accès à l'électricité et les subventions pour les énergies fossiles peuvent également jouer un rôle significatif.
- ✓ Une population croissante augmente naturellement la demande d'électricité pour les besoins domestiques et commerciaux.



## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

Ce coefficient de corrélation est crucial pour la planification stratégique à long terme. Les autorités et les entreprises énergétiques doivent continuer à investir dans les infrastructures nécessaires pour répondre à la demande croissante d'électricité produite à partir de gaz naturel. De plus, cela souligne l'importance de développer des sources d'énergie alternatives pour diversifier le mix énergétique et assurer la durabilité.

Bien que la forte dépendance à l'électricité produite à partir de gaz naturel puisse avoir des avantages économiques et logistiques, il est également important de considérer les impacts environnementaux et de travailler sur des solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre associées à la production de gaz naturel.



**Figure 38** : La perspective de la consommation d'électricité en Algérie entre 2023 et 2050

Source : établi par nous-même selon les données de la ministère d'énergies et les mines

### L'interprétations :

D'après la projection de la consommation d'électricité en Algérie entre 2023 et 2050, on peut faire l'observation que la consommation d'électricité connaîtra une augmentation significative, passant

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

de 116 263 GWh en 2023 à 296 586 GWh en 2050, soit une hausse de plus de 150% sur cette période. Plusieurs facteurs pourraient expliquer cette tendance :

- D'une part, l'Algérie connaît une croissance économique et industrielle soutenue, ce qui stimule la demande en électricité pour alimenter de nouvelles entreprises et infrastructures.
- D'autre part, l'urbanisation rapide du pays ainsi que la modernisation des infrastructures contribuent également à cette augmentation de la demande.
- De plus, l'électrification croissante de divers secteurs et une démographie en expansion peuvent également exercer une pression supplémentaire sur la demande en électricité.

Il est également important de noter que l'Algérie dépend fortement du gaz naturel pour la production d'électricité, avec environ 98% de sa production électrique provenant du gaz naturel.

### **3) Le projet d'hydrogène vert en Algérie**

#### **3.1) Le déploiement de la filière d'hydrogène et les phases d'exécution**

La mise en place et le lancement d'une filière industrielle pour la production d'hydrogène renouvelable et propre en Algérie seraient basés sur une phase initiale impliquant divers projets pilotes et de démonstration. Cette étape, indispensable à la mise en œuvre efficace du programme Hydrogène, permettra de développer une expertise, un savoir-faire et une maîtrise industrielle locale, de tester diverses solutions technologiques et procédés industriels, et d'identifier les contraintes opérationnelles (maintenance, coûts d'exploitation, coûts de revient, etc.), tout en bénéficiant de l'expertise et du soutien de partenaires divers et de pays ayant déjà une certaine expertise. Ces projets pourraient bénéficier de financements des institutions financières algériennes et internationales.

Des études de faisabilité et de rentabilité économique de la transition vers l'hydrogène renouvelable et propre seront réalisées pour compléter celles existantes. Elles permettront d'analyser la chaîne de valeur (industrie et services) de l'hydrogène, le potentiel des acteurs publics et privés nationaux dans le développement de la filière hydrogène, ainsi que la structure du marché de l'hydrogène et son adéquation avec la stratégie énergétique du pays.

Pour atteindre des coûts compétitifs de production d'hydrogène renouvelable à long terme, les différents aspects liés à la maîtrise des coûts de production seront étudiés. Cela impliquera

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

une connaissance approfondie du potentiel du pays en termes de gisements solaires et éoliens, ainsi que ses capacités en eau de surface et souterraine, à travers toutes les régions et localités du pays. Ces études permettront d'identifier les régions les plus favorables pour accueillir les premiers projets pilotes et de démonstration, et d'élaborer des cartographies des sites éligibles à une production en masse d'énergies renouvelables et d'hydrogène vert.

D'autres études visant à identifier le potentiel national en matière de traitement des eaux usées et leur utilisation dans la production d'hydrogène vert, pour chaque localité du pays, seront menées. Les capacités de transport de l'hydrogène par canalisation seront également étudiées et serviront d'outils pour la prise de décision quant au déploiement local et à l'exportation de l'hydrogène.

Les projets pilotes et de démonstration devraient permettre de maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeur de production d'hydrogène, d'élaborer les modèles économiques les plus favorables, et d'aider les entreprises et les pouvoirs publics à comprendre, maîtriser et réguler la chaîne de valeur de l'hydrogène, avant de s'engager dans un déploiement de projets à grande échelle, à la fois capitalistiques et techniquement contraignants.

En fin de compte, cette phase initiale devrait permettre d'évaluer les coûts d'investissement et d'exploitation, et de capitaliser sur l'expérience, dans le but d'éclairer à la fois les opérateurs et les pouvoirs publics sur les meilleures perspectives d'investissements ciblées et coordonnées, en vue d'un déploiement industriel à plus grande échelle. Les opportunités de partenariat, notamment avec des pays leaders dans la réalisation d'autres projets pilotes et de démonstration, seront saisies si nécessaire.

Le développement de la filière Hydrogène dépend également de la réalisation du programme national de développement des énergies renouvelables, et de l'accélération de l'industrialisation des technologies renouvelables.

Trois étapes de base avec des jalons généraux sont définies afin de couvrir toutes les phases nécessaires au développement de l'hydrogène renouvelable et propre dans le pays : il s'agit de l'évaluation de la maturité technologique et industrielle, du déploiement massif et de l'industrialisation, et de l'exportation. Ces étapes de base sont échelonnées comme suit :

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

- Une première phase de démonstration à travers des projets pilotes à court terme 2023-2030 (phase d'apprentissage et d'amorçage).
- Une deuxième phase de mise à grande échelle et création de marché 2030 - 2040 (phase de déploiement).
- Une troisième phase de marché de compétition. 2040-2050 (phase d'exportation).

- **La première phase (2023-2030) :**

Au cours de cette période, un cadre réglementaire et normatif spécifique à l'hydrogène sera mis en place. Des projets pilotes ou de démonstration de production d'hydrogène renouvelable et propre seront réalisés. La production d'hydrogène sera principalement effectuée localement et de manière décentralisée, avec un développement limité des infrastructures. L'introduction de l'hydrogène dans les centrales électriques sera testée à travers des projets pilotes.

L'utilisation des piles à combustible pour la production d'électricité dans les zones éloignées du réseau sera également envisagée. À ce stade, l'accélération du déploiement des infrastructures de distribution, notamment pour l'hydrogène vert, sera favorisée. Pour garantir le succès de cette phase, des mesures de soutien et d'aide pour la recherche et développement, ainsi que pour les projets de démonstration, seront mises en œuvre.

- **La deuxième phase (2030-2040) :**

La mise en œuvre de technologies éprouvées opérationnellement et la maîtrise des aspects technologiques contribuent à réduire les coûts et à améliorer la rentabilité. À ce point, le pays commencera également à tirer parti des synergies entre l'augmentation de la demande d'hydrogène et la réalisation d'économies d'échelle. Le développement du marché du Power-to-X (PtX) doit être dirigé par la demande internationale ; les investissements nécessitent une demande fiable.

- **La troisième phase (2040-2050) :**

À ce stade, l'hydrogène vert et ses dérivés seront largement adoptés et deviendront compétitifs, tant en termes d'offre que dans leurs utilisations finales.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

### **3.2) La mise en place d'un cadre réglementaire :**

Le Ministère de l'Énergie et des Mines, en collaboration avec les secteurs concernés, élaborera un cadre réglementaire, normatif et institutionnel adapté au développement de cette filière, afin de prendre en charge tous les aspects liés à l'évolution de toute la chaîne de valeur de l'hydrogène.

Durant la période 2023-2025, un cadre réglementaire couvrant toutes les activités liées à la production, au stockage, au transport et à l'utilisation de l'hydrogène sera établi. Cela impliquera la révision et la modification de certains textes de lois existants, ainsi que l'élaboration de textes réglementaires spécifiques portant sur les points suivants :

- Production d'hydrogène par électrolyse
- Stockage de l'hydrogène
- Transport de l'hydrogène par citernes et bouteilles
- Stations de distribution d'hydrogène et usage de celui-ci
- Utilisation de l'hydrogène dans le transport (piles à combustibles ou carburant)
- Injection de l'hydrogène dans les gazoducs et le réseau de transport et de distribution du gaz naturel.

L'introduction de l'hydrogène dans le système énergétique national nécessitera une révision régulière des scénarios des programmes indicatifs, ainsi que des ajustements dans la composition et la structure des coûts. Si nécessaire, un programme indicatif spécifique à l'intégration de l'hydrogène dans le système énergétique pourrait être élaboré. Son utilisation dans la production d'électricité, comme carburant pour la mobilité, et comme source d'énergie pour l'industrie sera également prise en considération.

### **3.3) Le marché mondial de l'hydrogène et ses perspectives d'évolution**

Pour des raisons stratégiques, économiques et environnementales liées à la sécurité énergétique et à l'indépendance, de nombreux pays à travers le monde ont publié des feuilles de route fixant des objectifs de décarbonation de leurs économies respectives, visant la neutralité carbone d'ici 2050 et au-delà. Dans ce contexte, plus de 350 projets ont déjà été annoncés, couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène vert, avec des plans d'investissement

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

matures mobilisant plus de 80 milliards de dollars, provenant à la fois du financement public et privé.

Par ailleurs, l'Union européenne, soucieuse de garantir sa sécurité énergétique et son leadership dans ce domaine, a mis en place une stratégie ambitieuse de développement de l'hydrogène décarboné dans le cadre de son « Pacte Vert pour le Climat » ou « Climate Green Deal ».

D'autre part, la capacité d'électrolyse pour la production d'hydrogène vert a doublé au cours des cinq dernières années pour atteindre 500 MW de capacités installées à travers le monde à la fin de 2021 (Energy Technology Perspectives 2023, IEA). Le déploiement des électrolyseurs devrait connaître une forte accélération et pourrait atteindre entre 134 GW et 240 GW d'ici 2030 (Energy Technology Perspectives 2023, IEA). Ainsi, toutes les projections de la demande finale en énergie d'ici 2050 laissent présager une part de plus en plus importante pour l'hydrogène.

### **3.4) Le développement d'une filière hydrogène en Algérie**

L'Algérie dispose de plusieurs atouts qui la placent en position de leader pour devenir un acteur régional et international majeur dans le domaine du développement de l'hydrogène, en particulier de l'hydrogène vert. Ces atouts comprennent :

#### **3.4.1) La situation géographique et le potentiel des énergies renouvelables**

L'Algérie, de par sa position géographique et son étendue, bénéficie d'un gisement solaire considérable, parmi les plus importants au monde. Cette caractéristique est renforcée par la disponibilité de vastes surfaces, en particulier dans le sud du pays, propices à la réalisation d'installations solaires de grande capacité.

La durée d'ensoleillement sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2000 heures annuellement et peut atteindre jusqu'à 3900 heures dans les hauts plateaux et le Sahara. L'Irradiation Horizontale Globale (IGH) est estimée à près de 1700 kWh/m<sup>2</sup>/an au Nord et 2263 kWh/m<sup>2</sup>/an au Sud du pays.

Par ailleurs, l'Algérie dispose d'un potentiel éolien appréciable qui peut jouer un rôle clé dans la réduction des coûts de production de l'hydrogène vert.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

Sa proximité du marché européen, ses infrastructures portuaires et sa côte maritime de plus de 1200 km constituent un autre avantage comparatif, lui permettant d'explorer d'autres voies d'exportation de l'hydrogène et de ses dérivés. Cela positionne l'Algérie en pole position pour devenir un hub de l'hydrogène renouvelable et propre dans le bassin méditerranéen.

Néanmoins, des efforts substantiels seront nécessaires pour moderniser et mettre à niveau les infrastructures existantes, voire pour en construire de nouvelles si nécessaire, afin d'assurer une gestion opérationnelle optimale et une meilleure maîtrise des coûts.

### **3.4.2) Un réseau électrique étendu et robuste**

L'Algérie dispose de trois réseaux électriques en constante expansion :

- Le Réseau Pole d'Adrar - In Salah - Timimoun (PIAT)
- Les Réseaux Isolés du Grand Sud (RIGS)
- Le Réseau Interconnecté Nord (RIN)

Le RIN, en particulier, est un réseau étendu qui couvre une grande partie du territoire national et qui est interconnecté avec les pays voisins par des liaisons frontalières. Il s'étend sur 33 533 km de longueur, avec 387 postes de transport ayant une capacité de transformation de 69 898 MVA. Le réseau de distribution, quant à lui, totalise 367 576 km.

### **3.4.3) Le réseau de gazoducs (Algérie/Europe) :**

L'Algérie bénéficie d'un vaste réseau de gazoducs nationaux et transnationaux qui la relie à l'Europe, ouvrant ainsi des perspectives prometteuses pour l'exportation d'hydrogène, éventuellement sous forme de mélange avec le gaz naturel, vers le marché européen. Parmi ces infrastructures, on compte le MEDGAZ et le Gazoduc Enrico Mattei, entre autres. Ce réseau pourrait être étendu avec la mise en place de nouveaux gazoducs.

Sonatrach, la compagnie nationale algérienne, gère un réseau de transport d'hydrocarbures, comprenant 22 Systèmes de Transport par Canalisation (STC) d'une longueur totale de 20 705 km. Les capacités de transport réelles, réservées et disponibles des différents STC pour l'année 2022 se présentent comme suit :

- Capacité totale réelle : 406 MTEP, dont 264 MTEP pour le Réseau Nord et 142 MTEP pour le Réseau Sud.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

- Capacité totale réservée : 230 MTEP, représentant 57 % de la capacité réelle.
- Capacité totale disponible : 175 MTEP.

En outre, l'Algérie dispose d'un système de transport du gaz géré par le Gestionnaire du Réseau de Transport du Gaz, Sonelgaz-transporte du gaz, qui approvisionne le marché national avec une longueur totale de 23 193 km.

### 3.4.4) Les réserves d'eau :

L'Algérie bénéficie de vastes nappes phréatiques, notamment l'Albien dans le Sahara, qui se caractérisent par un débit spécifique d'environ 250 litres par seconde et une faible profondeur des toits des réservoirs, situés entre 1000 et 2000 mètres. Cela représente un avantage considérable. De plus, le pays dispose de capacités croissantes de dessalement d'eau de mer, atteignant actuellement 2,1 millions de mètres cubes par jour.

Les volumes d'eau disponibles sont largement suffisants pour répondre aux besoins de l'électrolyse, en particulier en utilisant les eaux issues des stations d'épuration des eaux usées (STEP). Le parc national compte plus de 200 stations en exploitation, avec une capacité de traitement de plus de 480 millions de mètres cubes d'eau brute par an, dont un tiers est actuellement utilisé pour l'agriculture.

Dans cette optique, il est recommandé de privilégier l'utilisation de l'eau provenant des stations d'épuration et du dessalement de l'eau de mer dans la production d'hydrogène vert, afin de préserver les nappes phréatiques pour les générations futures.

### 3.4.5) Les centres de Recherche & des universités actifs et performants

L'Algérie bénéficie d'un vaste réseau d'établissements d'enseignement supérieur, comprenant 109 établissements au total, dont 54 universités, 9 centres universitaires, 11 écoles nationales supérieures et 35 écoles supérieures. Ce réseau comprend également de nombreux centres de recherche dans divers secteurs tels que l'énergie, l'agriculture, les télécommunications et l'industrie.

### 3.4.6) Le secteur industriel

Le tissu industriel algérien est diversifié et comprend de nombreuses entreprises, PME, PMI, entreprises familiales et startups en pleine croissance. Le pays dispose d'une expérience



## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

significative dans la production, la liquéfaction et le transport du gaz naturel, ainsi que dans la production d'hydrogène gris pour les besoins des unités de production de Sonatrach.

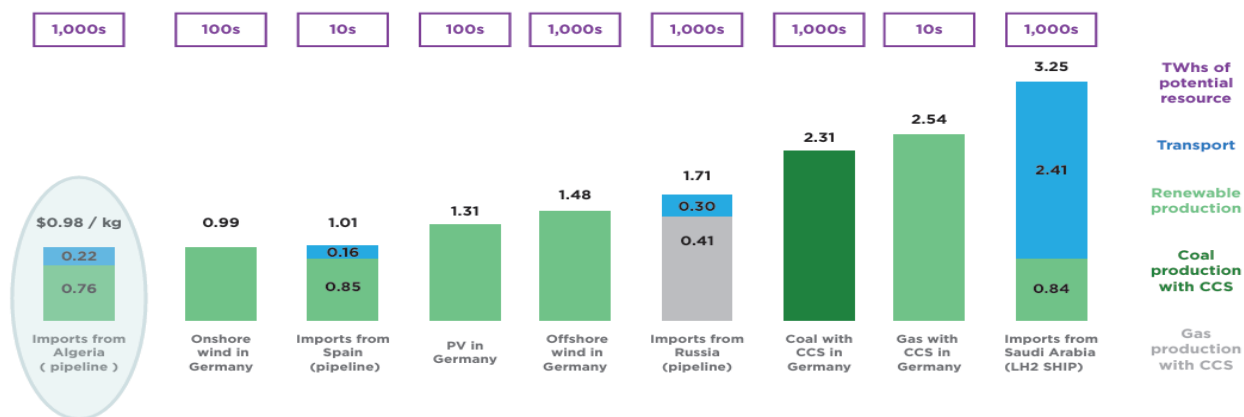
Des sociétés internationales telles que Linde Gaz, Air Product et SIEMENS, présentes en Algérie, possèdent une grande expérience dans la fabrication d'électrolyseurs et la production d'hydrogène gris pour répondre aux besoins des industriels nationaux. De plus, un secteur industriel axé sur la chaîne de valeur des énergies renouvelables, notamment le solaire, émerge progressivement avec des usines de production de panneaux solaires photovoltaïques, des installations de câblerie et des fabrications de structures métalliques.

### 3.4.7) La position géostratégique

En raison de sa position géostratégique et de sa réputation en tant que fournisseur fiable d'énergie sur le marché international, l'Algérie est en mesure de conclure des accords stratégiques et des contrats d'approvisionnement en hydrogène renouvelable et propre. Elle peut exploiter plusieurs sources et utiliser ses atouts pour la production d'hydrogène à travers diverses méthodes telles que le vaporeformage du méthane, l'électrolyse à partir de sources renouvelables et la récupération des gaz torchés.

### 3.4.8) Le coût de production d'hydrogène

Grâce à ses multiples atouts et à sa proximité du marché européen, l'Algérie pourrait produire et fournir de l'hydrogène vert à des coûts très compétitifs.



Source : Global Gas Report 2020, SNAM, IGU, BloombergNEF

**Figure 39** : Comparaison du coût de l'hydrogène livré à l'Allemagne (production + transport) à partir de différents pays, horizon 2040

Source : Ministère d'énergies et les mines

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

### **3.5) La vision 2023-2040**

L'Algérie a pour ambition de devenir un leader régional et international dans le domaine de la production et de la commercialisation de l'hydrogène renouvelable et propre ainsi que de ses dérivés. Dans cette perspective, elle compte exploiter son potentiel technique de production d'hydrogène et ses avantages comparatifs pour produire et exporter entre 30 à 40 TWh sous forme d'hydrogène gazeux, liquide et/ou ses dérivés d'ici à 2040. Ces quantités sont prévues pour approvisionner le marché européen à hauteur d'environ 10 % de ses besoins à l'horizon 2040. Avec un prix de vente très compétitif de cette molécule d'hydrogène, l'Algérie pourrait ainsi attirer environ 10 milliards de dollars par an. En outre, environ 10 TWh d'hydrogène propre (bleu) seront produits pour répondre aux besoins du marché national.

Pour atteindre cet objectif, l'Algérie envisage dans un premier temps de réaliser des projets pilotes de 2 MW à 50 MW de capacité d'électrolyse, ce qui lui permettra de tester différentes technologies de production et d'utilisation d'hydrogène et de ses dérivés, et d'évaluer divers « business models ».

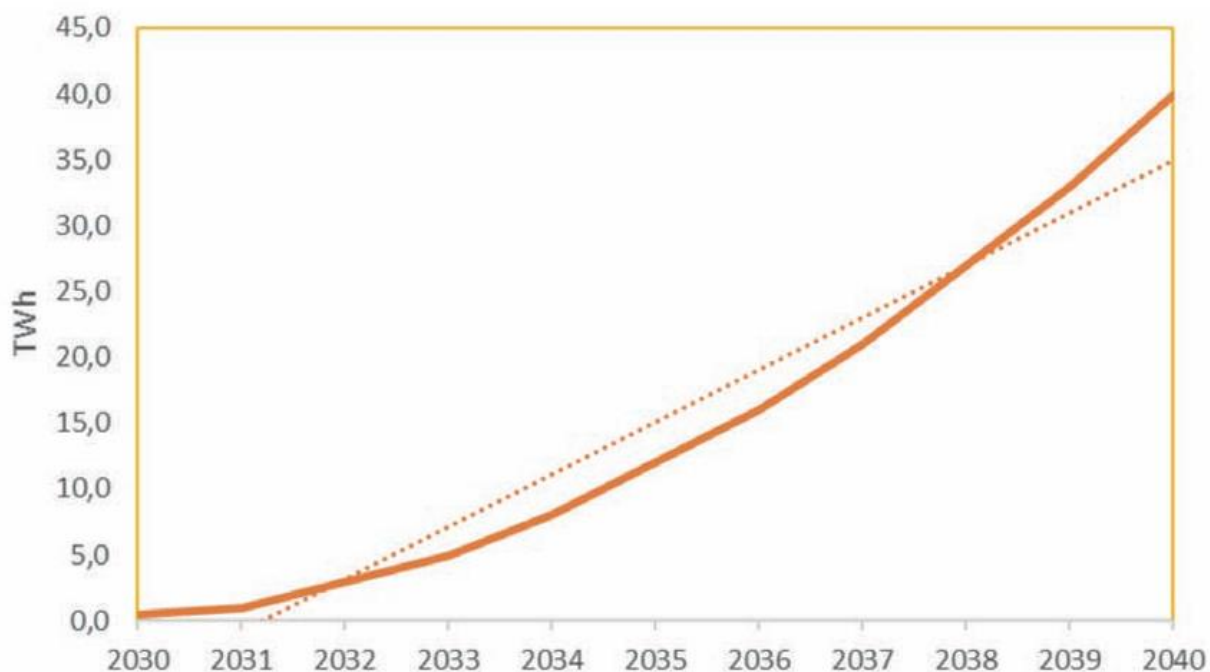
Ensuite, elle mettra l'accent sur les applications les plus avantageuses et les plus adaptées au contexte énergétique national, ainsi que sur les mécanismes de financement les plus appropriés. Cette approche vise à atteindre, à moyen et long terme, des coûts de production très compétitifs et à exporter de l'hydrogène et/ou ses dérivés vers l'Europe en particulier.

#### **3.5.1) L'évaluation des opportunités de l'hydrogène Vert (objectif de 40 TWh de production d'ici 2040)**

##### **a) La projection de production d'hydrogène**

En supposant que l'objectif de production d'hydrogène vert de 40 TWh d'ici 2040 soit atteint, avec un démarrage à partir de 2030, cette évolution se fera de manière progressive, en fonction de la maturité de la technologie et du taux de pénétration des énergies renouvelables dans le mix énergétique national.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



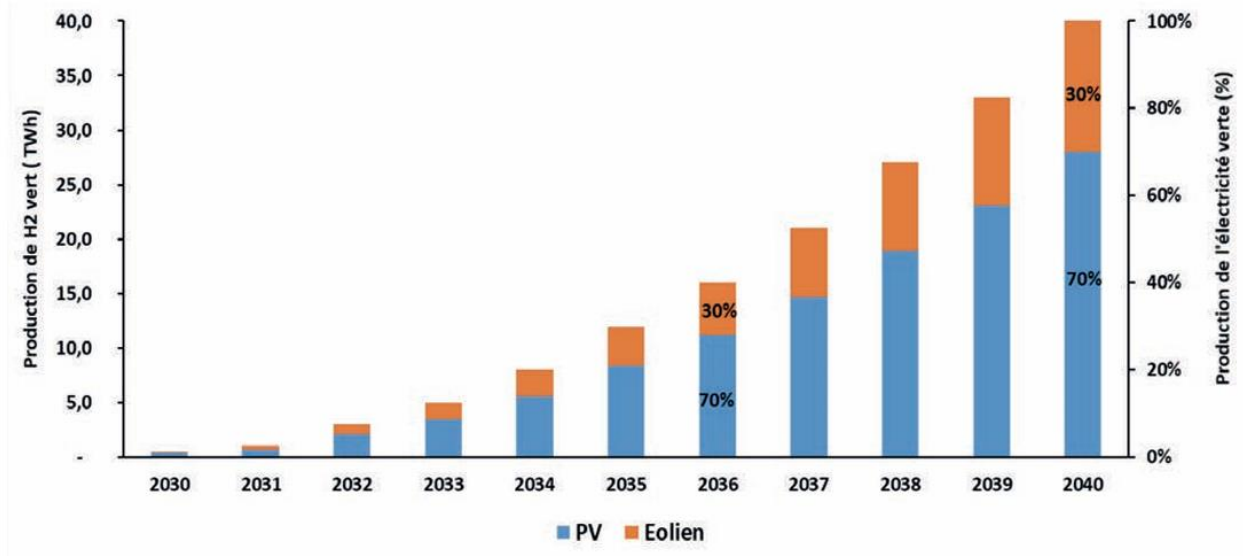
**Figure 40** : Evolution de la production d'hydrogène, horizon 2040

Source : Ministère d'énergies et les mines

### b) Production de l'électricité verte

Pour la production d'hydrogène vert, seules les centrales solaires photovoltaïques et éoliennes ont été prises en considération pour la génération de l'électricité verte nécessaire, permettant de produire plus d'un million de tonnes d'hydrogène vert à partir de 2040. De plus, conformément à la stratégie de développement des énergies renouvelables adoptée par les pouvoirs publics, et compte tenu du caractère complémentaire des profils de charge du photovoltaïque et de l'éolien, il a été décidé de retenir comme hypothèse de calcul de la production d'électricité verte un taux de 70 % pour le solaire photovoltaïque et 30 % pour l'éolien.

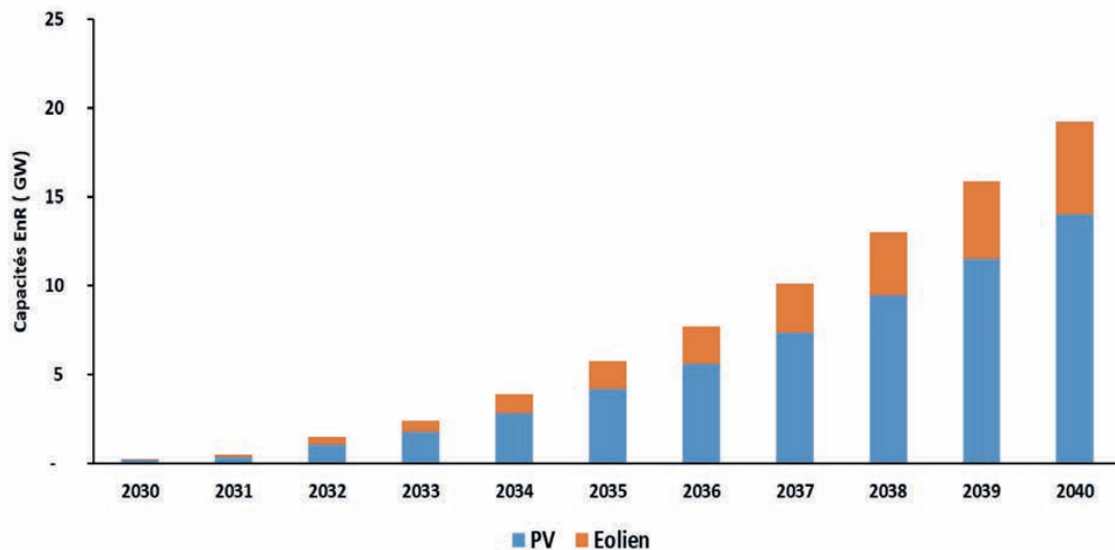
## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



**Figure 41** : Répartition de la production de l'hydrogène vert par technologie de production d'électricité, horizon 2040

Source : Ministère d'énergies et les mines

Sur la base d'une répartition de 70 % pour le photovoltaïque et 30 % pour l'éolien, l'évolution de la capacité de production d'électricité par technologie se présente comme suit :



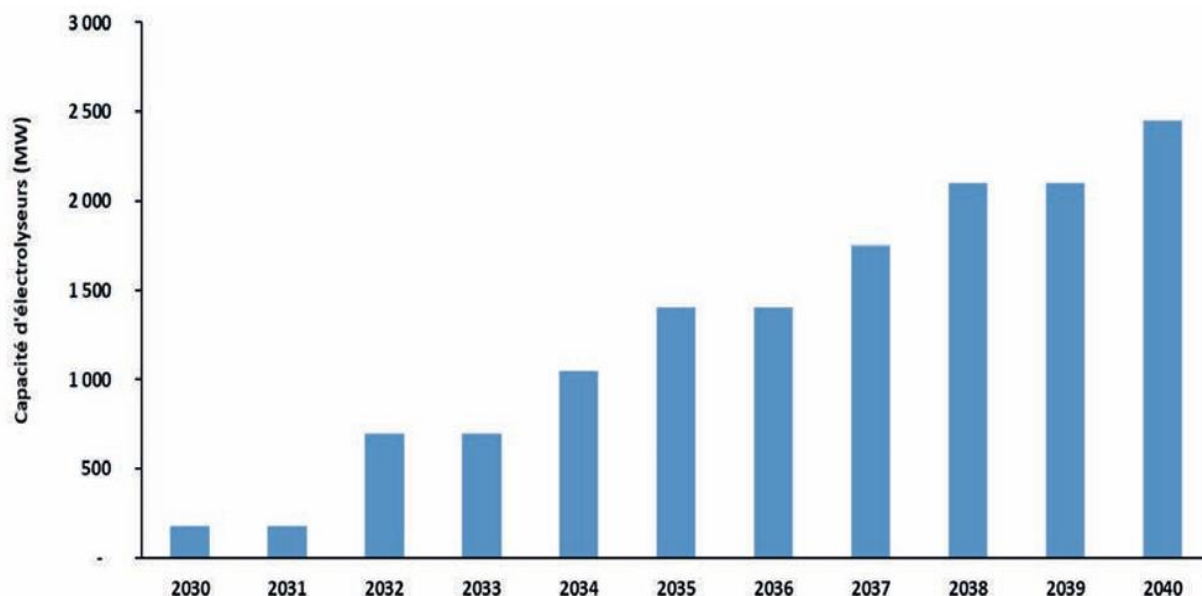
**Figure 42** : Capacité EnR à installer par technologie

Source : Ministère d'énergies et les mines

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

### c) Les capacités des électrolyseurs

Concernant la technologie d'électrolyse choisie, seuls les électrolyseurs de type PEM ont été retenus dans le cadre de cette évaluation. En effet, parmi les technologies disponibles sur le marché et ayant une maturité technologique avérée, les électrolyseurs de type PEM sont les plus adaptés en raison de leur compatibilité et de leur adaptabilité à l'intermittence des énergies renouvelables. Ils offrent une meilleure flexibilité et un rendement plus élevé, ce qui permet d'atteindre le coût moyen pondéré de production d'hydrogène (LCOH) le plus bas, malgré leur coût d'acquisition actuel jugé élevé.



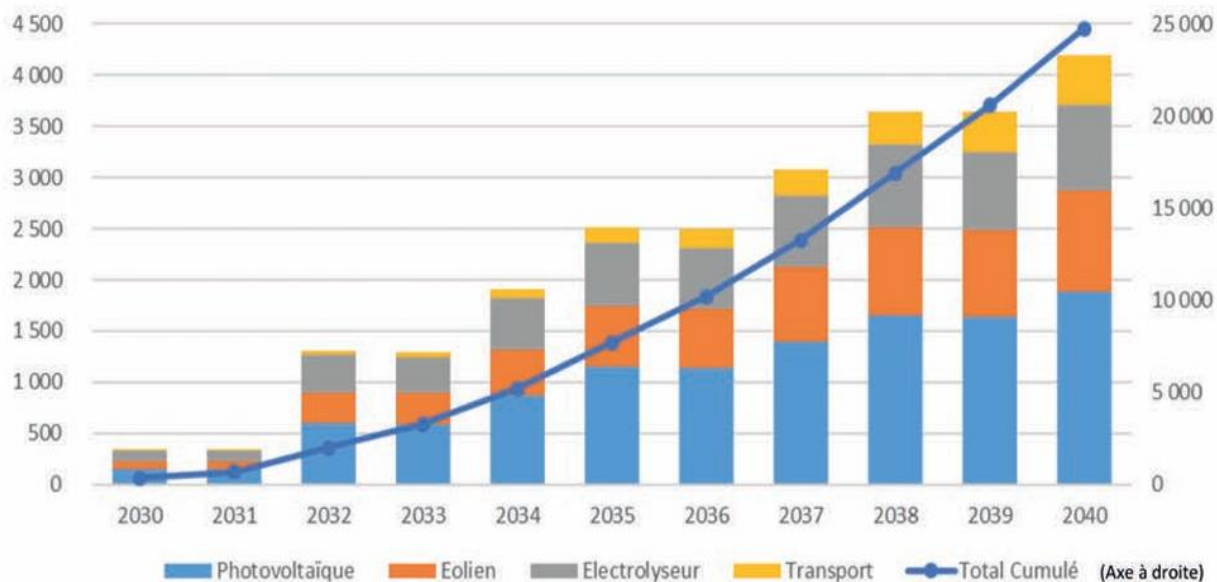
**Figure 43** : Capacité d'électrolyseurs PEM nécessaire à installer

Source : Ministère d'énergies et les mines

#### 3.5.2) Les montants d'investissement

Les niveaux d'investissement varient en fonction du développement du marché et des technologies d'électrolyse. Le montant prévisionnel d'investissement pour la production cumulée d'hydrogène d'ici 2040 (40 TWh), sans tenir compte du coût de stockage (électricité et H<sub>2</sub>), est estimé à 24,8 milliards de dollars.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives



**Figure 44** : Evolution des investissements pour la production de l'hydrogène vert, horizon 2040 (en millions \$).

Source : Ministère d'énergies et les mines

### 3.5.3) L'Opportunités d'économies de gaz naturel

Les estimations préliminaires concernant la substitution partielle, à moyen et long terme, du gaz naturel par l'hydrogène dans les turbines à gaz (TG), selon deux scénarios de substitution, donnent les résultats suivants :

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

**Tableau 7** : Economies de gaz naturel susceptibles d'être réalisées en substituant du gaz naturel

\*: Avec hypothèse d'un prix du GN de 15\$ MMBTU

<b>Scénarios</b>	<b>Descriptions</b>	<b>Economie annuelle en GN [Milliards m3]</b>	<b>Montant annuel (Milliards \$/an)</b>	<b>Economies cumulées (2035-2040) [Milliards m3]</b>	<b>Montants cumulés (2035-2040) (Milliards \$)</b>
S1	30% de la consommation des turbines à gaz	2,7	1,5	16,4	9,1
S2	30% de la consommation des turbines à gaz y compris celles des cycles combinés de SPE	6,3	3,5	38,2	21,2

**Source** : Etabli par nous-même selon les données de la Ministère d'énergies et les mines

Des projets pilotes et de démonstration sont prévus pour étudier les différents paramètres techniques, technologiques et économiques liés à la co-combustion de l'hydrogène et du gaz naturel (blending gaz naturel-hydrogène) pour la production d'électricité. Ces projets examineront les niveaux de rendement de la production d'hydrogène dans les environnements spécifiques à la topographie nationale, le comportement des équipements en exploitation, les taux de mélange tolérés ainsi que les considérations relatives aux investissements nécessaires et leurs opportunités.

Dans le cadre de cette feuille de route, il est prévu de commencer, dans une première étape, par la réalisation de tests de blending avec moins de 5 % de teneur en hydrogène dans les turbines à gaz à consommation spécifique élevée de préférence. À moyen et long termes, l'objectif est d'atteindre des concentrations en volume de 25 % à 30 %, voire plus, en fonction de l'état de fonctionnement et de la limite admissible de chaque turbine à gaz.

## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

Cela permettra, à moyen et long terme, de réduire la consommation de gaz pour la génération d'électricité, une consommation qui est en constante augmentation.

### 3.6) Objectifs stratégiques et perspectives

Le plan national pour le développement de l'hydrogène vise à réaliser les objectifs stratégiques suivants :

- Diversifier l'approvisionnement énergétique, accélérer la transition énergétique et renforcer la sécurité énergétique à moyen et long terme du pays, ainsi que réduire l'empreinte carbone des différents secteurs d'activité ;
- Diminuer la consommation locale des énergies fossiles, notamment le gaz naturel, et préserver les ressources énergétiques nationales ;
- Créer un environnement favorable et adapté pour le développement de l'hydrogène renouvelable et propre, incluant son intégration industrielle ;
- Acquérir une maîtrise technologique et technique de toute la chaîne de valeur de l'hydrogène, notamment en développant le capital humain (recherche, développement et formation : établissement d'un vivier de talents et de pôles d'excellence autour de l'économie de l'hydrogène) ;
- Progressivement instaurer une économie nationale de l'hydrogène et de ses dérivés (ammoniac, urée, méthanol, carburants synthétiques, etc.) ;
- Établir un hub pour la production et l'exportation de l'hydrogène.

#### 3.6.1) Les types d'hydrogène :

La feuille de route nationale pour le développement de l'hydrogène renouvelable et propre prend en compte deux types d'hydrogène : Bleu et Vert.

##### 3.6.1.1) Hydrogène Bleu :

Pour développer la production d'hydrogène bleu, une étude prospective approfondie sera préalablement élaborée, examinant les réserves de gaz naturel, les capacités de récupération et d'augmentation de la production, ainsi que les volumes de gaz naturel susceptibles d'être économisés sur le marché national grâce à des actions d'efficacité énergétique et de sobriété énergétique. Les moyens les plus appropriés pour valoriser le CO<sub>2</sub> seront pris en considération, tenant compte du contexte national de production et de consommation d'énergie d'une part, et des progrès technologiques ainsi que des contraintes techniques et financières associées d'autre part.



## Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

En effet, la production d'hydrogène bleu nécessite une expertise technologique en vaporeformage du méthane, un procédé maîtrisé par SONATRACH, ainsi que la capture et l'utilisation du CO<sub>2</sub>, qui exigent des ressources financières et une expertise importante en matière de gestion des risques et de surveillance.

### 3.6.1.2) Hydrogène Vert :

La production d'hydrogène vert en Algérie sera principalement destinée à l'exportation via des gazoducs et/ou par voies maritimes sous forme d'hydrogène liquéfié, d'ammoniac, d'urée, de méthanol, d'éthanol, etc. Dans ce scénario, deux modes de production sont à mentionner :

#### a) Production centralisée :

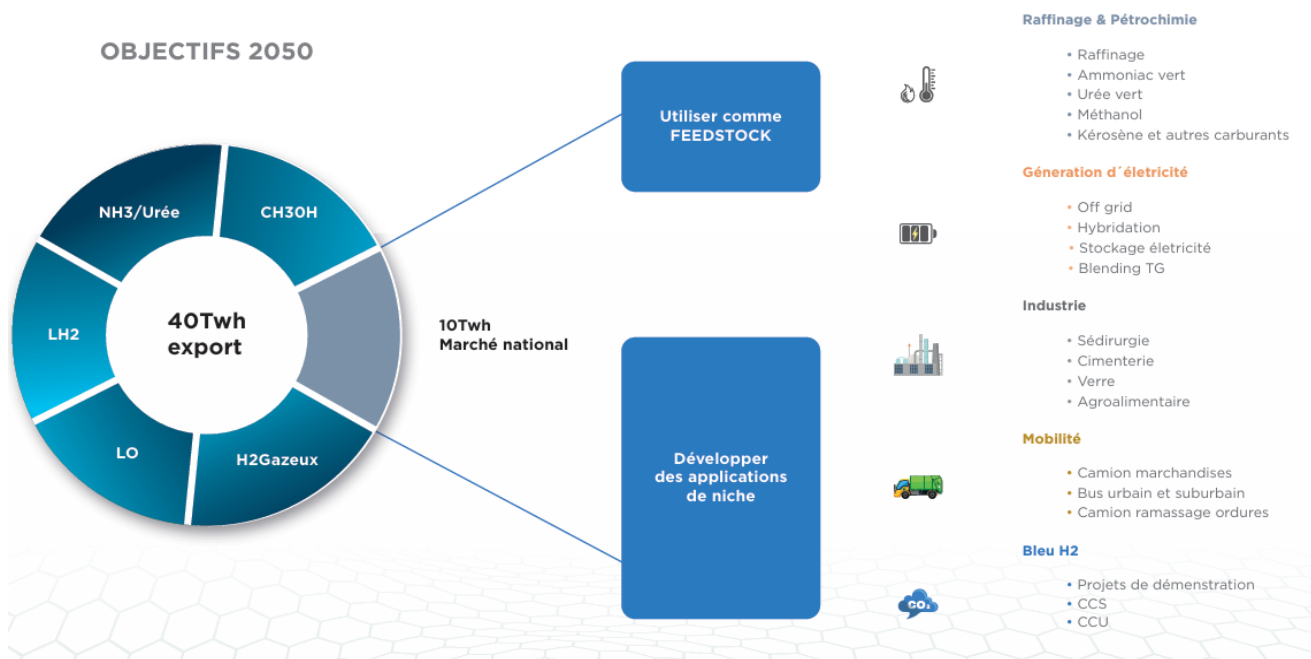
À partir d'électrolyseurs de grande capacité installés dans le nord et alimentés par des centrales solaires photovoltaïques (PV), éoliennes et/ou combinées (PV/éolien) à déployer dans le sud et les hauts plateaux. Des études technico-économiques seront menées concernant les pertes et la stabilité du système électrique, ainsi que l'extension et l'interconnexion des différents réseaux.

#### b) Production décentralisée :

À partir de plusieurs unités d'électrolyseurs (par exemple, pour chaque site industriel, ou des sites dédiés à la production d'hydrogène avec injection directe dans le réseau gazier). Cela nécessitera d'abord une phase de maîtrise technologique en termes de stockage et de transport.

# Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives

## 3.6.2) Perspective de développement de l'hydrogène en Algérie



**Figure 45** : Différentes applications de niches à développer en Algérie, à l'horizon 2050

Source : Ministère d'énergies et les mines

La stratégie de développement de la filière hydrogène en Algérie repose sur une approche progressive, débutant par une phase de tests et de maîtrise de l'ensemble de la chaîne de valeur, à travers le lancement de projets pilotes et de démonstration visant également à former des compétences dans le domaine et à renforcer l'activité de recherche et développement sur tous les segments. Dans cette optique, des projets pilotes concernant la production d'hydrogène vert, son transport, son stockage, sa transformation et ses divers usages seront réalisés avec le soutien financier et l'expertise de partenaires étrangers leaders dans ce domaine.

Dans une seconde phase, basée sur les enseignements technico-économiques tirés de la précédente, des projets de production d'hydrogène vert et/ou bleu, à grande échelle industrielle, seront progressivement lancés pour permettre à l'Algérie de se positionner sur le marché international tout en décarbonant des applications et des filières industrielles déjà utilisatrices d'hydrogène gris. Ainsi, il est prévu d'équiper une partie de ces industries de systèmes de capture de CO<sub>2</sub> afin de faciliter le déploiement de l'hydrogène propre dans de nouveaux usages.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

Les secteurs ciblés en premier lieu sont l'industrie pétrochimique et le transport. À titre indicatif, un projet de production d'hydrogène bleu, impliquant le captage, l'utilisation et/ou la séquestration de CO<sub>2</sub> (CCUS) ainsi que la récupération de l'hydrogène des unités de production d'une raffinerie de pétrole brut ou d'un complexe pétrochimique, sera réalisé dans le cadre d'un partenariat international. De même, un projet de production d'hydrogène vert est envisagé pour alimenter une usine pétrochimique dans la production d'urée et d'ammoniac vert, permettant ainsi de répondre aux nouvelles contraintes environnementales de cette industrie.

Par ailleurs, une attention particulière sera accordée, à court et moyen termes, au développement d'une forte intégration industrielle liée à la production d'équipements et de composants intervenant dans l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène vert et propre. Cette approche vise à créer une filière d'hydrogène vert et propre capable de positionner l'Algérie comme un acteur régional majeur d'ici 2050, avec des usines de production à grande échelle d'hydrogène vert et propre pour répondre aux besoins du marché international et satisfaire la demande interne de décarbonation des secteurs d'activité.

### **4) L'Analyse de l'impact de l'hydrogène vert sur la consommation de gaz naturel en Algérie**

#### **4.1) Réduction de la consommation de gaz naturel :**

- L'introduction de l'hydrogène vert réduit significativement la dépendance au gaz naturel.
- Potentielle substitution de 30% de la consommation de gaz naturel dans les turbines à gaz.
- Économies annuelles estimées entre 27 et 63 milliards de m<sup>3</sup> de gaz naturel.

#### **4.2) Impact économique :**

- Réduction prévue des exportations algériennes de gaz naturel, pouvant diminuer l'offre mondiale.
- Possible augmentation des prix du gaz naturel sur les marchés internationaux.
- Hausse potentielle de la demande dans d'autres pays producteurs pour compenser la diminution des exportations algériennes.
- Accroissement de la volatilité sur les marchés du gaz naturel.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

- Besoin d'ajustements dans les contrats d'approvisionnement à long terme et sur le marché spot.

### **4.3) Effets socio-économiques :**

- Stimulus pour la création d'emplois dans la construction d'infrastructures et la production d'équipements.
- Investissements projetés importants dans la production d'hydrogène vert d'ici 2040, estimés à 248 milliards de dollars.
- Potentiel bénéfique pour l'industrie pétrochimique grâce à la production d'urée et d'ammoniac verts.
- Contribution à la décarbonation industrielle en réponse aux nouvelles exigences environnementales.

### **4.4) Effets environnementaux :**

- Réduction significative des émissions de CO<sub>2</sub> par substitution du gaz naturel par de l'hydrogène vert.
- Soutien au développement durable en favorisant une transition énergétique vers des sources renouvelables et propres.

## **Chapitre 03 : L'Impact de l'Hydrogène Vert sur la Consommation de Gaz Naturel en Algérie : Analyse et Perspectives**

### **Conclusion**

L'intégration de l'hydrogène vert dans le système énergétique algérien offre des perspectives considérables pour la diversification des sources d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le développement de cette filière nécessite cependant des investissements importants dans les infrastructures et la recherche, ainsi qu'une révision du cadre réglementaire existant. Les bénéfices potentiels incluent non seulement une réduction de la dépendance au gaz naturel, mais aussi des opportunités économiques significatives, telles que la création d'emplois et le développement de nouvelles industries. En outre, l'hydrogène vert pourrait positionner l'Algérie comme un acteur clé sur le marché international des énergies renouvelables. Toutefois, pour réaliser ces ambitions, une collaboration étroite entre les secteurs public et privé sera essentielle, accompagnée de politiques incitatives et de mesures de soutien robustes.

# **Conclusion**

## **Générale**

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

Cette analyse met en évidence le potentiel significatif de l'Algérie à devenir un acteur majeur dans la transition énergétique mondiale. En examinant en détail le contexte énergétique du pays, en scrutant les éléments clés de la transition énergétique, et en analysant la consommation actuelle de gaz naturel ainsi que ses perspectives d'avenir, il est manifeste que l'Algérie se trouve à une étape critique de son histoire énergétique.

La dépendance persistante aux réserves de gaz naturel, bien que lucrative jusqu'à présent, est insoutenable à long terme. Toutefois, l'Algérie détient un potentiel considérable pour exploiter les énergies renouvelables, grâce à son ensoleillement abondant, ses vents constants, et ses ressources hydrauliques.

En adoptant une approche stratégique et progressive, l'Algérie pourrait non seulement diversifier son mix énergétique, mais également devenir un acteur de premier plan dans le domaine des énergies renouvelables à l'échelle mondiale.

Ainsi, l'Algérie se trouve à un moment décisif où elle doit choisir entre maintenir sa dépendance aux combustibles fossiles ou adopter pleinement les énergies renouvelables et l'innovation technologique. En capitalisant sur ses ressources naturelles et en s'engageant dans des partenariats stratégiques, l'Algérie peut non seulement assurer sa propre sécurité énergétique, mais aussi contribuer de manière significative à la transition énergétique mondiale.

# Conclusion générale

---

## Le test des hypothèses

**Hypothèse 1 :** Vrai. Les projections montrent que l'écart entre la production et la consommation intérieure de gaz naturel en Algérie se réduit considérablement, passant de 130 milliards de mètres cubes en 2022 à seulement 74 milliards en 2050. Cette forte dépendance au gaz naturel, couplée à l'augmentation rapide de la consommation intérieure, pourrait compromettre la capacité de l'Algérie à répondre à ses propres besoins énergétiques tout en maintenant ses exportations cruciales pour l'économie. Cela souligne l'urgence de repenser les politiques énergétiques et de diversifier les sources d'énergie.

**Hypothèse 2 :** Vrai. Pour produire l'hydrogène vert, l'Algérie compte miser principalement sur l'énergie solaire et l'éolien, qui sont des sources d'énergie renouvelables. En diversifiant ainsi son mix énergétique, le pays réduira progressivement sa dépendance au gaz naturel pour la production d'électricité, préservant ses ressources fossiles.

**Hypothèse 3 :** Vrai. Face aux objectifs de décarbonation fixés par l'Union européenne dans son "Pacte Vert", la prise de conscience de la nécessité de développer des énergies propres comme l'hydrogène vert est croissante. Cette dynamique pourrait encourager une collaboration entre les pays européens et l'Algérie qui, grâce à son gisement solaire exceptionnel, dispose d'un potentiel considérable pour la production d'hydrogène renouvelable.

**Hypothèse 4 :** Vrai. L'intégration progressive de l'hydrogène vert, produit à partir d'énergies renouvelables comme le solaire et l'éolien, dans le mix énergétique algérien permettra de diminuer la consommation locale de gaz naturel. Parallèlement, le développement d'une filière industrielle autour de l'hydrogène propre positionnera durablement l'Algérie comme un acteur incontournable dans la production et l'exportation de ces énergies décarbonées, soutenant ainsi sa croissance économique verte.

**Hypothèse 5 :** Vrai. Avec son potentiel solaire parmi les plus importants au monde et de vastes étendues propices aux installations renouvelables, l'Algérie dispose d'atouts majeurs pour développer une filière hydrogène vert compétitive à grande échelle. Si sa stratégie de transition énergétique vers cette filière est couronnée de succès, le pays pourra pleinement capitaliser sur



## Conclusion générale

---

ces avantages naturels pour s'imposer comme un leader mondial de la production et de l'exportation d'hydrogène propre.

### Les recommandations :

#### Financières :

- Mettre en place des incitations financières telles que des crédits d'impôt, des subventions et des conditions de prêt favorables pour attirer l'investissement dans les projets d'énergie renouvelable. Les crédits d'impôt sont des réductions directes sur les impôts qu'une entreprise ou un individu doit payer, calculées en fonction des investissements réalisés dans des projets spécifiques, comme ceux visant à développer les énergies renouvelables.
- Favoriser les partenariats avec les institutions financières internationales et les agences de dons pour obtenir des financements pour le développement des infrastructures d'énergie renouvelable.
- Établir des mécanismes de financement innovants, tels que les obligations vertes et les partenariats public-privé, pour mobiliser des capitaux pour les initiatives d'énergie renouvelable.

#### Technologiques :

- Investir dans la recherche et le développement pour améliorer l'efficacité et aborder des technologies d'énergie renouvelable, notamment solaire et éolienne.
- Faciliter le transfert de technologie et la collaboration avec des partenaires internationaux pour acquérir des solutions d'énergie renouvelable de pointe.
- Soutenir le développement des industries locales d'énergie renouvelable par des incitations à la fabrication et à l'innovation nationales.

#### Politiques et réglementaires :

- Formuler des politiques et des réglementations claires et stables en matière d'énergie renouvelable pour fournir certitude et confiance aux investisseurs.
- Simplifier les processus de permis et éliminer les obstacles administratifs pour accélérer l'approbation et la mise en œuvre des projets d'énergie renouvelable.

## Conclusion générale

---

- Établir des objectifs ambitieux en matière d'énergie renouvelable et des incitations pour atteindre ou dépasser ces objectifs afin de stimuler l'investissement et l'innovation.

### **L'infrastructure :**

- Investir dans la modernisation et l'expansion du réseau électrique pour accueillir une production et une distribution accrues d'énergie renouvelable.
- Promouvoir le déploiement de technologies de stockage d'énergie pour atténuer l'intermittence des sources d'énergie renouvelable et garantir la stabilité du réseau.
- Prioriser le développement de solutions énergétiques décentralisées, telles que les micro réseaux et les systèmes hors réseau, pour améliorer l'accès à l'énergie et la résilience dans les zones reculées.

### **Résistance publique et acceptation sociale :**

- Lancer des campagnes de sensibilisation du public pour éduquer la population sur les avantages de l'énergie renouvelable, notamment la création d'emplois, la sécurité énergétique et la durabilité environnementale.
- Impliquer les parties prenantes, y compris les communautés locales et les groupes environnementaux, dans le processus décisionnel des projets d'énergie renouvelable pour répondre aux préoccupations et construire un consensus.
- Favoriser le dialogue et la collaboration entre le gouvernement, l'industrie et la société civile pour élaborer des politiques et des initiatives d'énergie renouvelable inclusives et socialement responsables.

### **Marché :**

- Créer des incitations et des mécanismes pour stimuler la demande d'énergie renouvelable, tels que les tarifs de rachat, les certificats d'énergie renouvelable et les politiques d'approvisionnement vert.
- Soutenir le développement des marchés de l'énergie renouvelable par le renforcement des capacités, la libéralisation du marché et des interventions ciblées pour remédier aux défaillances et distorsions du marché.

## Conclusion générale

---

- Favoriser des partenariats stratégiques et des alliances avec les marchés énergétiques régionaux et internationaux pour élargir les opportunités d'exportation des produits et services d'énergie renouvelable algériens.

### **Géopolitiques :**

- Renforcer les relations diplomatiques et la coopération avec les pays voisins et les partenaires pour améliorer la sécurité et la stabilité énergétiques régionales.
- Diversifier les marchés d'exportation et les routes pour réduire la dépendance à un marché ou partenaire commercial unique, atténuant ainsi les risques géopolitiques.
- Plaider en faveur d'accords et de cadres internationaux qui favorisent la coopération en matière d'énergie renouvelable et facilitent le commerce et l'investissement transfrontaliers dans les ressources d'énergie renouvelable.

# **Bibliographie**

### Bibliographie :

#### 1) Ouvrages :

- Francis Meunier : les énergies renouvelables ; Le Cavalier Bleu Editions ; 2010
- François Vuille, Daniel Favart, et Suren Erkman : Comprendre la transition énergétique ; 2015
- Jean-Pierre Favennec : Géopolitique et transition énergétique 1 les fondamentaux ; ISTE Editions.
- Omar Benderra : Confluences Méditerranée ; Éditions L'Harmattan ; 2005.
- Philippe Charlez : "Géopolitique de la transition énergétique" ; Éditions Choiseul ; 2016.

#### 2) Mémoires

- BENDJAMA Mosaab, SENOUSSE Saadeddine : Les perspectives du gaz Algérien sur le marché international ; Mémoire master ; Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie.
- Hebri Assia, : "Le programme des énergies renouvelables en Algérie Vers une efficacité énergétique d'ici 2030", ; Thèse doctorat ; Faculté des sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion Université de Mascara – Algérie ; 2018.
- RIHANE-BEGHIDJA : "L'hydrogène" ; Mémoire master ; Université Mentouri-Constantine Faculté des Sciences Exactes ; 2019
- Ziad Mohamed: "Energy transition and development of renewable energies in Algeria: State of play and potential"; Thèse doctorat ; Abdelhamid Ben Badis université ; 2020.

### 3) Articles :

- Alexis Gazzo , Elodie Randrema : "Le rôle de l'hydrogène dans la transition énergétique" publié le 17 Avril 2023 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site [https://www.ey.com/fr\\_fr/climate-change-sustainability-services/le-role-de-l-hydrogene-dans-la-transition-energetique](https://www.ey.com/fr_fr/climate-change-sustainability-services/le-role-de-l-hydrogene-dans-la-transition-energetique).
- Anaïs BADILLO : "Transition énergétique : définition, enjeux et loi" publié le 28 Septembre 2023 ; consulté le 15 Mai 2024 sur ce site <https://climate.selectra.com/fr/comprendre/transition-energetique>.
- Aps.DZ : " Gaz naturel liquéfié : l'Algérie désormais premier exportateur en Afrique" ; publié le 28 Janvier 2024 ; consulté le 19 Mai 2024 sur ce site <https://www.aps.dz/economie/165950-gaz-naturel-liquefie-l-algerie-desormais-premier-exportateur-en-afrique>.
- Ayat-Allah Bouramdane : "Production d'hydrogène vert au Maroc : Quelle technologie est la plus adaptée à différents niveaux de pénétration renouvelable ? " ; energie/mines&carriere ; Magazine ; 2023.
- Capucine Dupont, Guillaume Boissonnet : "Gazéification de la biomasse en lit fluidisé : Etude des déséquilibres réactionnels" 2005.
- Christian Bouchard, Frédérick Lemarchand, Sebastian Weissenberger, Sécou Sarr, Gaëtan Lafrance, Éric Duchemin : "Transition énergétique : contexte, enjeux et possibilités" publié le décembre 2014 ; consulté le 4 Avril 2024 sur ce site <https://journals.openedition.org/vertigo/14346>.
- Dimitri Pescia, Emi Ichiyanagi: "The Energiewende in a nutshell"; Agora Energiewende 2017.
- Dominique Bureau, Remi Dorval : "Quel rôle pour les villes dans la transition énergétique ?" LA FABRIQUE DE LA CITE 2014.
- Dr Nachida Kasbadji Merzouk : Chef de Division Energie Eolienne "Quel avenir pour l'Énergie Éolienne en Algérie ? ; 2008.
- Farida Larbi : " Energie solaire : L'Algérie déterminée à exploiter son potentiel « publié le 21 octobre 2020 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site

## Bibliographie

---

- <https://www.elmoudjahid.dz/fr/economie/energie-solaire-l-algerie-determinee-a-exploiter-son-potentiel-624>.
- Geo : "Transition énergétique : définition et enjeux" ; publié le 22 Juin 2021 ; consulté le 4 Avril 2024 sur ce site <https://www.geo.fr/environnement/transition-energetique-definition-et-enjeux-193603>.
  - Heiko Staubitz : "Green Hydrogen" Consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://www.gtai.de/en/invest/industries/energy/green-hydrogen>.
  - Jade Goumard : "Transition énergétique : quels enjeux pour les années à venir ?" publié le décembre 2023 ; consulté le 15 Mai 2024 sur ce site <https://www.hellocarbo.com/blog/communaute/transition-energetique/>.
  - Jennifer L: " 2023 is the Year for Green Hydrogen, Here's How " publié le 4 Janvier 2023 ; consulté le 28 Avril 2024 sur ce site <https://carboncredits.com/2023-year-for-green-hydrogen-here-is-how/>.
  - Jorge E. Viñuales : "Géopolitique de la transition énergétique" ; groupe d'études géopolitiques ; Edition Groupe d'études géopolitiques ; 2021.
  - Julian Kamasa : "Enjeux géopolitiques de la transition énergétique" ; CSS uth zurich juillet 2022.
  - Julian Wettengel : " Germany aims to accelerate hydrogen market ramp-up with strategy update " publié le 26 Juillet 2023 ; consulté le 28 Avril 2024 sur ce site <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-also-support-hydrogen-made-co2-capturing-under-upcoming-strategy-update-media>.
  - Julien Armijo : "HYDROGÈNE : QUEL RÔLE DANS LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ? " publié le 20 février 2020 ; consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://lvsl.fr/lhydrogene-quel-role-dans-la-transition-energetique/>.
  - Kamal Achab : "Algeria - Country Commercial Guide" publié le 1 Janvier 2023 Consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/algeria-renewable-energy>.
  - L'équipe de rédaction Effy : "Energies renouvelables : avantages et inconvénients" publié le 2 Avril 2024 ; consulté le 19 Mai 2024 sur ce site <https://www.quelleenergie.fr/magazine/energies-renouvelables-avantages-inconvenients>.

## Bibliographie

---

- La Rédaction GEO : " Transition énergétique : définition et enjeux " publié le 22 Juin 2021 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.geo.fr/environnement/transition-energetique-definition-et-enjeux-193603>.
- Lauranne Garitte : "transition énergétique : quel impact économique ? " publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://uclouvain.be/fr/sciencetoday/actualites/transition-energetique-quel-impact-economique.html>.
- Lauranne Garitte : "transition énergétique : quel impact économique ? " publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://uclouvain.be/fr/sciencetoday/actualites/transition-energetique-quel-impact-economique.html>.
- Luca BACCARINI, Philippe COPINSCHI, Manfred HAFNER, Nour HEDJAZI, Pierre LABOUÉ : "LES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES EN AFRIQUE DU NORD : ALGÉRIE, LIBYE, ÉGYPTTE" Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques.
- Maktour : "Exportations de gaz de l'Algérie en 2022 " publié le 12 Mars 2023 ; consulté le 14 Mai 2024, sur ce site <https://www.lesoirdalgerie.com/actualites/en-hausse-de-10-selon-l-opaep-96049>.
- Myriam Ben Yahia : " L'Algérie, pays africain disposant du plus grand potentiel éolien terrestre du continent « publié le 06 octobre 2020 ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site [https://www.ilboursa.com/marches/lalgerie-pays-africain-disposant-du-plus-grand-potentiel-eolien-terrestre-du-continent\\_24467](https://www.ilboursa.com/marches/lalgerie-pays-africain-disposant-du-plus-grand-potentiel-eolien-terrestre-du-continent_24467).
- Nnenna Amobi : "Algeria proves key to Europe hitting 90% full gas storage" publié le 31 Aout 2023 ; consulté le 14 Mai 2024, sur ce site <https://www.bloomberg.com/professional/insights/commodities/algeria-proves-key-to-europe-hitting-90-full-gas-storage/>.
- Philippe Schulz : "Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau" ; TotalFinaElf 2022.
- Rebecca Lester, David Downie, Don Gunasekera, Wendy Timms: " For Australia to lead the way on green hydrogen, first we must find enough water" publié le 20 Decembre 2022; consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://theconversation.com/for-australia-to-lead-the-way-on-green-hydrogen-first-we-must-find-enough-water-196144>.



## Bibliographie

---

- Salman Zafar : "Renewable Energy in Algeria" ; publié le 15 octobre 2023 ; Consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://www.ecomena.org/renewables-algeria/>.
- U.S. Energy Information Administration : "Country Analysis Brief : Algeria" publié le 2 Mars 2023 ; Consulté le 24 Avril 2024.
- Wahiba Mokrane, Ahmed Kettab: "LES AMENAGEMENTS HYDROELECTRIQUES EN ALGERIE THE HYDROELECTRIC PLANNING IN ALGERIA " 2020.
- Younes Zahraoui, M. Rezasudin Basir Khan, Ibrahim Alhamrouni: "Current Status, Scenario, and Prospective of Renewable Energy in Algeria: A Review" Avril 2021.
- Zhor Hadjam : " Assistance technique à la transition énergétique en Algérie : La Banque mondiale cible l'éolien et l'autoproduction électrique « publié le 27 janvier 2024 ; consulté le 5 Mai 2024 sur ce site <https://elwatan-dz.com/assistance-technique-a-la-transition-energetique-en-algerie-la-banque-mondiale-cible-leolien-et-lautoproduction-electrique>.

#### 4) Revues et s annuelles :

- Adrien DELPY, Timothée VAUCHY, Eliott BARBIER : "Transport de l'Hydrogène" 2021.
- Bilans énergétiques de Ministère d'énergie et les mines 2010-2022.
- Bruno Burger: "Electricity generation in Germany in 2023"; Fraunhofer ISE 2024.
- Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer : "AR5 Synthesis Report : Climate Change 2014" publié le 2014 ; consulté le 10 Avril sur ce site <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.
- IFP nouvelles energies, "Energies renouvelables Hydrogène".
- International Energy Agency (IEA): "Energy Efficiency 2023".
- International Energy Agency: "World Energy Outlook 2021" ; publié l'octobre 2021 consulté le sur ce site <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>.
- International Trade Administration : "AUSTRALIA'S GREEN HYDROGEN FUTURE" publié le 8 Juillet 2022 ; consulté le 10 Mai 2024 sur ce site <https://www.trade.gov/market-intelligence/australias-green-hydrogen-future>.

## Bibliographie

---

- Le partenariat énergétique Algéro-Allemand, "Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie".
- Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires : " L'évaluation économique de la transition énergétique " publié le 28 février 2022 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.ecologie.gouv.fr/evaluation-economique-transition-energetique>.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES : "Principaux gisements d'hydrocarbures de l'Algérie" consulté le 1 Mai 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?=principaux-gisements-drhydrocarbures-de-lralgerie>.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "Energies Nouvelles, Renouvelables et Maitrise de l'Énergie", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-nouvelles-renouvelables-et-maitrise-de-lrenergie>.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "ENERGIES RENOUVELABLES ET EFFICACITE ENERGETIQUE", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=energies-renouvelables-et-efficacite-energetique>.
- MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES, "PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES", consulté le 15 Avril 2024 sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?=programme-de-developpement-des-energies-renouvelables>.
- NOUICER Ilyès : "Hydrogène vert : défi et opportunité" Division Hydrogène Renouvelable – CDER.
- Stefan Drenkard, Atom Mirakyan : Étude exploratoire sur le potentiel du Power-to-X (hydrogène vert) pour l'Algérie" ; Ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi).
- WWF France : " Accélérer la transition énergétique " publié le 2024 ; consulté le 12 Mai 2024 sur ce site <https://www.wwf.fr/champs-daction/climat-energie/transition-energetique>.

### 5) Sites :

- "Hydrogène vert" consulté le 2 Mai 2024 sur ce site <https://learnandconnect.pollutec.com/guide-hydrogene-vert/guide-hydrogene-vert-energie-renouvelable/>.
- "Produits Pétroliers" : Consulté le 24 Avril 2023 ; sur ce site <https://www.energy.gov.dz/?rubrique=produits-petroliers>.
- DataWheel, Center for collective learning : "Petroleum Gas in Algeria " ; Consulté le 14 Mai 2024 ; sur ce site <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/petroleum-gas/reporter/dza>.
- Iea. "Law No. 05-07 – Law concerning Hydrocarbons" ; publié le 21 Mars 2019 ; consulté le 01 Mai 2024 sur ce site <https://www.iea.org/policies/11808-law-no-05-07-law-concerning-hydrocarbons>.
- Iea. "Law No. 19-13 – Law governing hydrocarbon activities" ; publié le 28 Juin 2022 ; consulté le 01 Mai 2024 sur ce site <https://www.iea.org/policies/11809-law-no-19-13-law-governing-hydrocarbon-activities>.
- Youmatter : "Transition énergétique : définition, enjeux et défis de la transition énergétique en France et dans le monde" ; publié le 25 mars 2024 ; consulté le 1 Avril 2024 sur ce site <https://youmatter.world/fr/definitions/transition-energetique-definition-enjeux/>.
- Youmatter. "Transition énergétique : bonne pour le climat, mauvaise pour les écosystèmes ?" ; publié le 14 Avril 2023 ; consulté le 25 Avril 2024 sur ce site <https://youmatter.world/fr/categorie-economie-business/transition-energetique-consequences-biodiversite-ecosystemes/>.

# **Les Annexes**

## Les Annexes

---

### Annexe 01 :

#### Production brute :

	<b>xi</b>	<b>yi</b>	<b>xi^2</b>	<b>xi*yi</b>	<b>2132.52xi + 162531.23</b>	<b>Yi^2</b>
<b>2010</b>	1	168330	1	168330	164663.75	28334988900
<b>2011</b>	2	162,370	4	324740	166796.26	26364016900
<b>2012</b>	3	159,118	9	477354	168928.78	25318537924
<b>2013</b>	4	179,489	16	717956	171061.30	32216301121
<b>2014</b>	5	186,754	25	933770	173193.81	34877056516
<b>2015</b>	6	183,826	36	1102956	175326.33	33791998276
<b>2016</b>	7	189,139	49	1323973	177458.85	35773561321
<b>2017</b>	8	188,742	64	1509936	179591.36	35623542564
<b>2018</b>	9	183,549	81	1651941	181723.88	33690235401
<b>2019</b>	10	175,353	100	1753530	183856.40	30748674609
<b>2020</b>	11	168,280	121	1851080	185988.91	28318158400
<b>2021</b>	12	178,947	144	2147364	188121.43	32022028809
<b>2022</b>	13	183,068	169	2379884	190253.95	33513892624
<b>2023</b>	14				192386.46	
<b>2024</b>	15				194518.98	
<b>2025</b>	16				196651.49	
<b>2026</b>	17				198784.01	
<b>2027</b>	18				200916.53	
<b>2028</b>	19				203049.04	
<b>2029</b>	20				205181.56	
<b>2030</b>	21				207314.08	
<b>2031</b>	22				209446.59	
<b>2032</b>	23				211579.11	
<b>2033</b>	24				213711.63	
<b>2034</b>	25				215844.14	
<b>2035</b>	26				217976.66	
<b>2036</b>	27				220109.18	
<b>2037</b>	28				222241.69	
<b>2038</b>	29				224374.21	
<b>2039</b>	30				226506.73	
<b>2040</b>	31				228639.24	
<b>2041</b>	32				230771.76	
<b>2042</b>	33				232904.27	
<b>2043</b>	34				235036.79	
<b>2044</b>	35				237169.31	
<b>2045</b>	36				239301.82	
<b>2046</b>	37				241434.34	
<b>2047</b>	38				243566.86	

## Les Annexes

---

<b>2048</b>	39	245699.37
<b>2049</b>	40	247831.89
<b>2050</b>	41	249964.41

moy x=	7.0000
moy y=	177458.846
Var (x)=	14.000
Cov (x,y)=	14927.62
Var (y)=	92434334.438
a=	2132.52
b=	162531.231
r=	0.4150

## Les Annexes

---

### Production commercialisé :

	<b>xi</b>	<b>yi</b>	<b>xi^2</b>	<b>xi*yi</b>	<b>3109.32xi + 68258.615</b>	<b>Yi^2</b>
<b>2010</b>	1	85,464	1	85464	71367.93	7304095296
<b>2011</b>	2	82,607	4	165214	74477.25	6823916449
<b>2012</b>	3	82,430	9	247290	77586.57	6794704900
<b>2013</b>	4	81,583	16	326332	80695.89	6655785889
<b>2014</b>	5	83,296	25	416480	83805.21	6938223616
<b>2015</b>	6	84,583	36	507498	86914.53	7154283889
<b>2016</b>	7	94,953	49	664671	90023.85	9016072209
<b>2017</b>	8	96,599	64	772792	93133.16	9331366801
<b>2018</b>	9	97,467	81	877203	96242.48	9499816089
<b>2019</b>	10	90,349	100	903490	99351.80	8162941801
<b>2020</b>	11	84,482	121	929302	102461.12	7137208324
<b>2021</b>	12	105,079	144	1260948	105570.44	11041596241
<b>2022</b>	13	101,418	169	1318434	108679.76	10285610724
<b>2023</b>	14				111789.08	
<b>2024</b>	15				114898.40	
<b>2025</b>	16				118007.71	
<b>2026</b>	17				121117.03	
<b>2027</b>	18				124226.35	
<b>2028</b>	19				127335.67	
<b>2029</b>	20				130444.99	
<b>2030</b>	21				133554.31	
<b>2031</b>	22				136663.63	
<b>2032</b>	23				139772.95	
<b>2033</b>	24				142882.26	
<b>2034</b>	25				145991.58	
<b>2035</b>	26				149100.90	
<b>2036</b>	27				152210.22	
<b>2037</b>	28				155319.54	
<b>2038</b>	29				158428.86	
<b>2039</b>	30				161538.18	
<b>2040</b>	31				164647.49	
<b>2041</b>	32				167756.81	
<b>2042</b>	33				170866.13	
<b>2043</b>	34				173975.45	
<b>2044</b>	35				177084.77	
<b>2045</b>	36				180194.09	
<b>2046</b>	37				183303.41	

## Les Annexes

---

<b>2047</b>	38	186412.73
<b>2048</b>	39	189522.04
<b>2049</b>	40	192631.36
<b>2050</b>	41	195740.68

<b>moy x=</b>	7.0000
<b>moy y=</b>	90023.846
<b>Var (x)=</b>	14.000
<b>Cov (x,y)=</b>	21765.23
<b>Var (y)=</b>	60754987.361
<b>a=</b>	3109.32
<b>b=</b>	68258.615
<b>r=</b>	0.7463



## Les Annexes

---

### Annexe 02 :

#### Consommation nationale

	<b>xi</b>	<b>yi</b>	<b>xi^2</b>	<b>xi*yi</b>	<b>3985.74xi+12646</b>	<b>Yi^2</b>
<b>2010</b>	1	28105	1	28105	16631.74	789891025
<b>2011</b>	2	29976	4	59952	20617.47	898560576
<b>2012</b>	3	30092	9	90276	24603.21	905528464
<b>2013</b>	4	34191	16	136764	28588.95	1169024481
<b>2014</b>	5	38675	25	193375	32574.68	1495755625
<b>2015</b>	6	41076	36	246456	36560.42	1687237776
<b>2016</b>	7	40987	49	286909	40546.15	1679934169
<b>2017</b>	8	42595	64	340760	44531.89	1814334025
<b>2018</b>	9	46406	81	417654	48517.63	2153516836
<b>2019</b>	10	47580	100	475800	52503.36	2263856400
<b>2020</b>	11	45017	121	495187	56489.10	2026530289
<b>2021</b>	12	50036	144	600432	60474.84	2503601296
<b>2022</b>	13	52364	169	680732	64460.57	2741988496
<b>2023</b>	14				68446.31	
<b>2024</b>	15				72432.04	
<b>2025</b>	16				76417.78	
<b>2026</b>	17				80403.52	
<b>2027</b>	18				84389.25	
<b>2028</b>	19				88374.99	
<b>2029</b>	20				92360.73	
<b>2030</b>	21				96346.46	
<b>2031</b>	22				100332.20	
<b>2032</b>	23				104317.93	
<b>2033</b>	24				108303.67	
<b>2034</b>	25				112289.41	
<b>2035</b>	26				116275.14	
<b>2036</b>	27				120260.88	
<b>2037</b>	28				124246.62	
<b>2038</b>	29				128232.35	
<b>2039</b>	30				132218.09	
<b>2040</b>	31				136203.82	
<b>2041</b>	32				140189.56	
<b>2042</b>	33				144175.30	
<b>2043</b>	34				148161.03	
<b>2044</b>	35				152146.77	

## Les Annexes

---

2045	36	156132.51
2046	37	160118.24
2047	38	164103.98
2048	39	168089.71
2049	40	172075.45
2050	41	176061.19

moy x= 7.0000

moy y= 40546.154

Var (x)= 14.000

Cov (x,y)= 27900.15

Var (y)= 58298597.361

a= 3985.74

b= 12646.000

r= 0.9766

## Les Annexes

---

### Annexe 03 :

#### Consommation d'électricité

	xi	yi	xi^2	xi*yi	6678.6xi +22762.077	Yi^2
2010	1	45666	1	45666	29440.71	2085383556
2011	2	51082	4	102164	36119.35	2609370724
2012	3	57348	9	172044	42797.99	3288793104
2013	4	59802	16	239208	49476.63	3576279204
2014	5	64050	25	320250	56155.26	4102402500
2015	6	68766	36	412596	62833.90	4728762756
2016	7	71000	49	497000	69512.54	5041000000
2017	8	76000	64	608000	76191.18	5776000000
2018	9	76572	81	689148	82869.81	5863271184
2019	10	81384	100	813840	89548.45	6623355456
2020	11	79094	121	870034	96227.09	6255860836
2021	12	84240	144	1010880	102905.73	7096377600
2022	13	88659	169	1152567	109584.36	7860418281
2023	14				116263.00	
2024	15				122941.64	
2025	16				129620.27	
2026	17				136298.91	
2027	18				142977.55	
2028	19				149656.19	
2029	20				156334.82	
2030	21				163013.46	
2031	22				169692.10	
2032	23				176370.74	
2033	24				183049.37	
2034	25				189728.01	
2035	26				196406.65	
2036	27				203085.29	
2037	28				209763.92	
2038	29				216442.56	
2039	30				223121.20	
2040	31				229799.84	
2041	32				236478.47	
2042	33				243157.11	
2043	34				249835.75	

## Les Annexes

---

<b>2044</b>	35	256514.38
<b>2045</b>	36	263193.02
<b>2046</b>	37	269871.66
<b>2047</b>	38	276550.30
<b>2048</b>	39	283228.93
<b>2049</b>	40	289907.57
<b>2050</b>	41	296586.21

<b>moy x=</b>	7.0000
<b>moy y=</b>	69512.538
<b>Var (x)=</b>	14.000
<b>Cov (x,y)=</b>	46750.46
<b>Var (y)=</b>	160874319.787
<b>a=</b>	6678.64
<b>b=</b>	22762.077
<b>r=</b>	0.9851

# Les Annexes

---

## ABSTRACT :

This thesis explores the impact of Algeria's energy transition on natural gas consumption, highlighting the necessity of shifting from fossil fuels to renewable energy sources such as solar and wind for sustainable development. Algeria, with its significant natural gas reserves, faces the challenge of reducing its dependency on these resources while promoting green energy alternatives. The research indicates that successful integration of green hydrogen into Algeria's energy mix could significantly reduce natural gas consumption, positioning Algeria as a major player in clean energy production and export. The findings underscore Algeria's potential to become a leader in green hydrogen, contributing to both economic development and environmental sustainability.

## RESUME :

Cette thèse examine l'impact de la transition énergétique en Algérie sur la consommation de gaz naturel, en soulignant la nécessité de passer des combustibles fossiles aux sources d'énergie renouvelable telles que le solaire et l'éolien pour un développement durable. L'Algérie, avec ses importantes réserves de gaz naturel, fait face au défi de réduire sa dépendance à ces ressources tout en promouvant des alternatives énergétiques vertes. La recherche indique que l'intégration réussie de l'hydrogène vert dans le mix énergétique de l'Algérie pourrait réduire considérablement la consommation de gaz naturel, positionnant ainsi l'Algérie comme un acteur majeur dans la production et l'exportation d'énergies propres. Les résultats soulignent le potentiel de l'Algérie à devenir un leader dans l'hydrogène vert, contribuant ainsi au développement économique et à la durabilité environnementale.

## ملخص

الوقود من التحول ضرورة مبرزة، الطبيعي الغاز استهلاك على الجزائر في الطاقوي الانتقال تأثير الأطروحة هذه تتناول مع، الجزائر تواجه. المستدامة التنمية لتحقيق الرياح وطاقة الشمسية الطاقة مثل المتجددة الطاقة مصادر إلى الأحفوري إلى الدراسة تشير. الخضراء الطاقة بدائل وتعزيز الموارد هذه على اعتمادها تقليل تحدي، الطبيعي الغاز من الكبيرة احتياطياتها يضع مما، الطبيعي الغاز استهلاك من كبير بشكل يقلل قد الجزائري الطاقوي المزيج في بنجاح الأخضر الهيدروجين دمج أن

## Les Annexes

---

مجال في رائدة تصبغ أن في الجزائر إمكانات على النتائج تؤكد. النظيفة الطاقة وتصدير إنتاج في رئيسي كلاعب الجزائر البيئية والاستدامة الاقتصادية التنمية في يساهم مما، الأخضر الهيدروجين.