

Place de l'hydrogène dans le système énergétique national: Atouts, défi et opportunités.

Rabah SELLAMI, Madjid CHIKH

Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique (CEREFÉ)

r.sellami@cerefe.gov.dz

Résumé :

Sous l'influence du réchauffement climatique de la planète qui vient d'atteindre un niveau alarmant constituant une grande menace pour l'humanité toute entière, le système énergétique mondial est en train de subir des transformations importantes afin de parvenir à réduire, à moyen terme, les émissions de gaz à effet de serre et atteindre, à long terme, la neutralité carbone par l'adoption de solutions basées sur l'intégration progressive des sources renouvelables et propres notamment l'hydrogène dans le bouquet énergétique spécifique à chaque pays. En effet, l'hydrogène vert est considéré, aujourd'hui, comme l'option privilégiée en mesure de décarboner de nombreux secteurs qualifiés de difficiles à électrifier comme le transport, l'industrie, et le résidentiel qui sont responsables de plus de 55% des émissions carboniques. Dans ce contexte, l'Algérie est appelée, plus que jamais, à accélérer sa transition énergétique en profitant à la fois de son énorme potentiel énergétique renouvelable et non-renouvelable et des opportunités qui sont en cours de création sur la scène régionale et internationale notamment dans le domaine de l'hydrogène vert et ce pour assurer sa sécurité énergétique, préserver ses ressources et se positionner sur de nouveaux marchés énergétiques à très forts potentiels. La présente communication s'intéresse, essentiellement, à l'identification des enjeux et défis énergétiques auxquels l'Algérie devra faire face, dans le futur, et des atouts dont notre pays dispose pour saisir les opportunités qui sont offertes.

Mots clés : Système énergétique, Energies renouvelables, Hydrogène vert.

I. Introduction

Dans un contexte énergétique mondial marqué par une forte croissance de la demande de l'énergie et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre pour faire face au réchauffement de la planète, le système énergétique mondial est en train de subir de sérieuses transformations grâce à l'adoption, à l'échelle planétaire, de nouvelles politiques énergétiques basées sur des plans de transition spécifiques à chaque pays pour atteindre à long terme la neutralité carbone. La plupart de ces plans d'action tablent sur un déploiement à grande échelle des énergies renouvelables dans le mix énergétique pour réduire, progressivement, le recours aux ressources fossiles notamment ceux qui dégagent le plus de gaz à effet de serre (Charbon et Pétrole). Compte tenu du caractère intermittent des énergies renouvelables, des expériences telles que celle de l'Allemagne ont montré les limites de ces dernières à répondre aux besoins de la transition énergétique tel que espérée. A cet effet, l'hydrogène est considéré, aujourd'hui, comme l'élément incontournable et inéluctable pouvant être associé aux énergies renouvelables et aux molécules propres (les carburants à base d'hydrogène, le gaz naturel avec captage,

Ammoniac vert, les biocarburants, utilisation et stockage du carbone (CCUS), ...etc.) pour décarboner les secteurs de transport et de l'industrie qui sont responsables, à eux seuls, d'environ 40 à 55% des émissions de gaz carbonique et ce selon les pays (Fig.1). Par ailleurs, l'Hydrogène vert est en mesure de jouer un rôle important dans le stockage de l'énergie produite par des sources renouvelables renforçant et améliorant, ainsi, leur intégration dans le système énergétique.

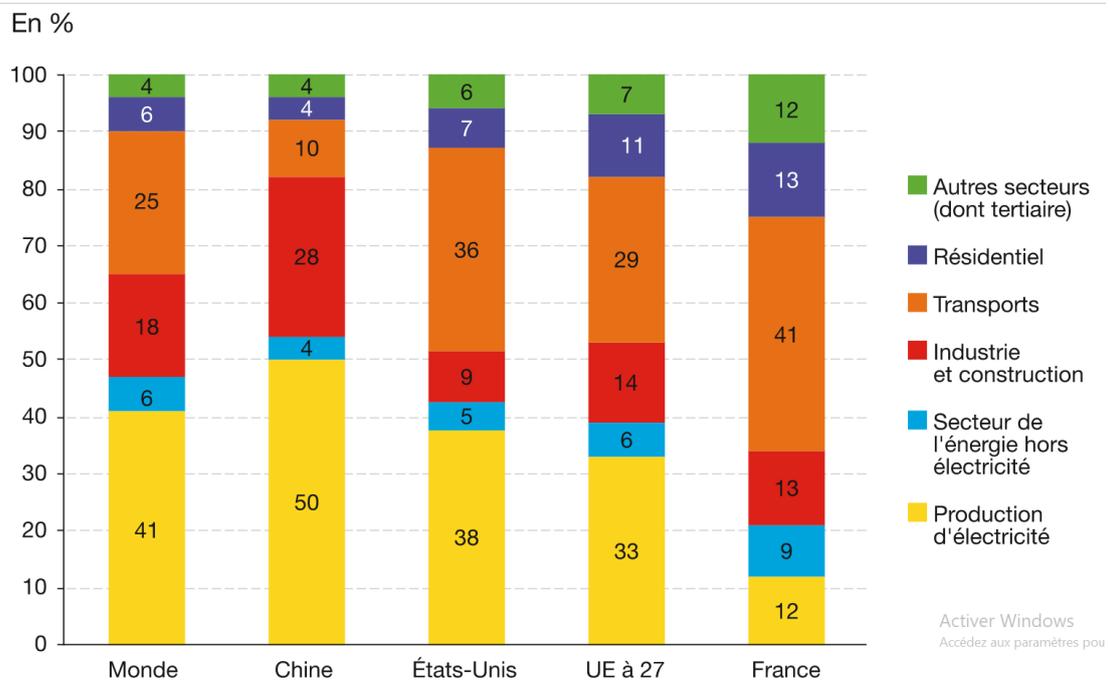


Fig.1 : Origine des émissions carbonique par secteur d'activité (IEA: 2018).

Dans cette optique, plusieurs pays ont lancé des stratégies et des plans de développement de l'hydrogène vert notamment l'Allemagne pour la dé-carbonisation des secteurs de transport, de l'industrie et du résidentiel visant, ainsi, la neutralité carbone à l'horizon 2045. Dans le but d'accélérer la transition énergétique mondiale, l'IRENA et l'IEA ont incité tous les pays à mettre en place leurs stratégies et plans d'actions pour le lancement de la filière hydrogène vert et ce dans le cadre de l'effort mondial de lutte contre le changement climatique. Dans cette dynamique, de nombreux protocoles d'accord et de partenariats ont été signés, au courant de l'année 2021, sur les plans régionaux et internationaux.

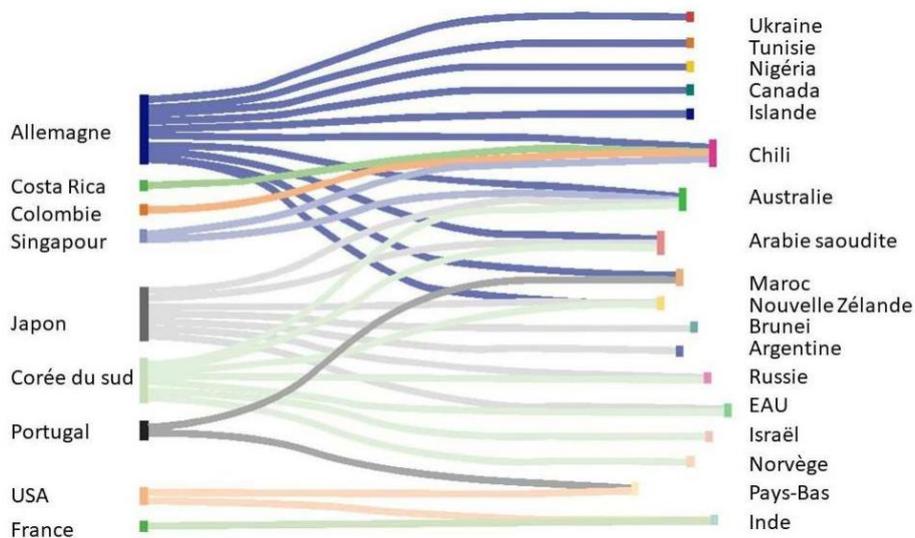


Fig.2 : Partenariats bilatéraux signés entre gouvernements.

Certains pays de la région MENA se sont, déjà, lancés dans une course contre la montre pour le positionnement sur un marché international qui devra naître dans les années à venir notamment celui de l'Union Européenne qui vient d'annoncer un besoin de quarante (40) GW à l'horizon 2030. Il est à noter que plus de la moitié de toutes les initiatives concernant l'hydrogène se trouvent en Europe et les prévisions sur la part de l'hydrogène dans la demande énergétique finale de l'Union Européenne d'ici 2050 vont passer de 24 % à 50 % dont 50 % de cette quantité sera importée.

En effet, la politique énergétique européenne basée sur la neutralité carbone vise la substitution progressive de l'énergie fossile par un développement massif des énergies renouvelables et de l'hydrogène vert. Toutefois, compte tenu du faible potentiel en énergies renouvelables des pays de l'Union Européenne notamment l'énergie solaire, ils comptent asseoir leur politique énergétique future sur l'approvisionnement d'une grande partie d'hydrogène vert auprès des pays de l'Afrique du Nord profitant des facteurs de la proximité et de l'abondance de la ressource solaire qui devront permettre de leur garantir de l'hydrogène d'origine renouvelable à des coûts très compétitifs. Cette vision est basée, également, sur l'existence d'infrastructures de transport de gaz naturel, dans certains pays comme l'Algérie, et de l'industrie de l'Ammoniac qui devront servir, à court terme, au transport de l'hydrogène produit par énergie solaire.

Selon cette stratégie, le réseau actuel de transport de gaz naturel (Fig.3) sera mis à niveau et renforcé par de nouveaux pipelines interconnectés pour assurer l'approvisionnement des pays de l'Union à partir de l'Afrique du Nord et des pays Européens jouissant d'un potentiel important en énergies renouvelables (Eg. Portugal et Espagne)(Fig.4).



Fig.3 : Réseau de pipelines apprivoisant l'Europe en gaz naturel.

- H₂ pipelines by conversion of existing natural gas pipelines (repurposed)
- Newly constructed H₂ pipelines
- - - Export/Import H₂ pipelines (repurposed)
- - - Subsea H₂ pipelines (repurposed or new)



Fig.4 : Configuration du réseau Européen de transport de l'hydrogène à l'horizon 2040.

Sur le plan technologique, des avancés considérables, touchant toute la chaîne de valeur de l'hydrogène (Fig.5), sont déjà enregistrées et devront accélérer cette dynamique d'adoption de l'hydrogène vert comme moyen de dé-carbonisation du système énergétique actuel. A titre de projets pilotes et de démonstration, de nombreux projets ont vu le jour allant de piles à combustibles de capacités différentes pour des applications diverses jusqu'à la mise en circulation de bus, de camions ou de trains roulant à l'hydrogène. Des piles à combustibles de haute puissance pour recharger des véhicules sont proposées pour palier les problèmes de connectivités sur certains réseaux électriques. Des stations de distribution de l'hydrogène sont en cours de développement dans certains pays. On assiste, aussi, au lancement de gros investissements par de grandes compagnies (BP, Siemens, ABB, Bosch, Eni ... etc.) pour lancer des activités dans de la chaîne valeur de la filière hydrogène vert.

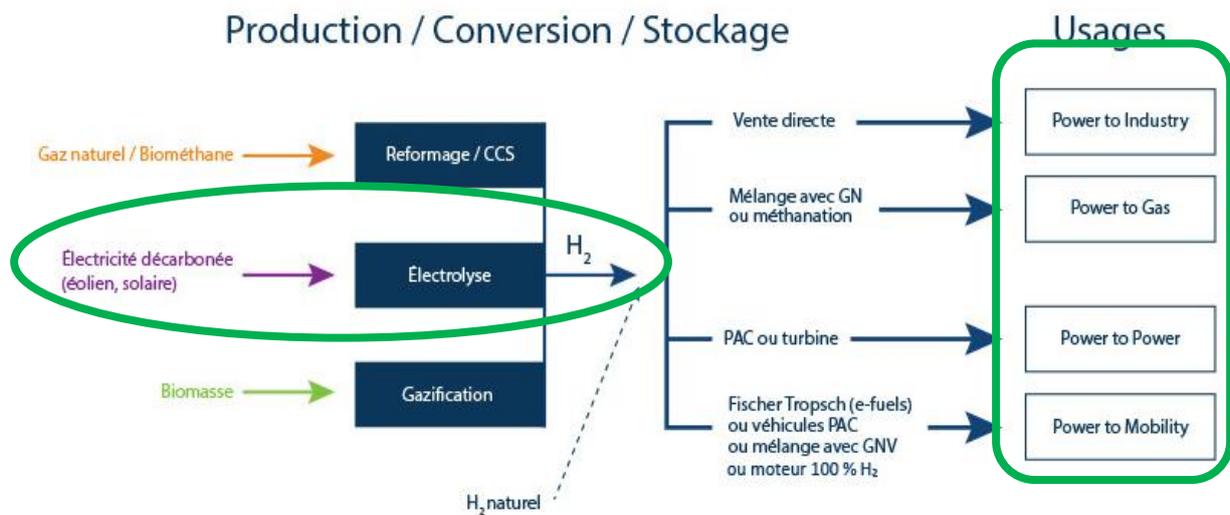


Fig.5 : Chaîne de valeur de l'hydrogène vert.

II. Compétition entre les pays de la région MENA pour le lancement de la filière de l'hydrogène vert

Dans l'objectif de se positionner sur le marché mondiale de l'hydrogène vert, de nombreux pays de la région MENA sont en course pour le lancement de la filière et ce à travers la signature d'accords d'entente pour capter des investissements occidentaux afin de réaliser des projets de production de l'hydrogène vert de capacités différentes.

La Mauritanie semble être le pays qui attire le plus de capitaux par la signature de deux (02) accords importants. Le premier a été conclu, en Juin 2021, entre le gouvernement mauritanien et le développeur américain des projets des énergies renouvelables CWP Global qui entend mobiliser 40 Milliards de Dollars pour la mise en place de 30 Giga Watts de solaire et d'éolien afin d'alimenter des électrolyseurs de production d'hydrogène vert. Un deuxième accord a été signé entre le gouvernement mauritanien et la compagnie Chariot and Gas (Royaume-Uni), en Septembre 2021, pour accorder à cette compagnie les droits d'exploitation exclusifs d'une superficie de 14 400 Km² nécessaire à la réalisation d'une capacité de 10 GW en énergies renouvelables destinée à la production de l'hydrogène vert. Par ces accords, la Mauritanie envisage de devenir, à long terme, le premier producteur de l'hydrogène vert dans le monde.

L’Egypte, à son tour, vient d’annoncer le lancement d’un projet de 100 MW pour la production de l’hydrogène vert à l’horizon 2024 et ce en partenariat avec le groupe Norvégien Satec. Plusieurs pays Européens comme l’Allemagne et la Belgique s’intéressent au marché Egyptien de l’hydrogène vert. Un accord d’entente a été conclu, en Janvier 2021, entre la compagnie Egyptienne de l’électricité et Siemens pour lancer l’étude de mise en place de 200 MW destiné à la production de l’hydrogène vert. **L’Arabie Saoudite** vient de lancer un plan de cinq (05) milliards de dollars dans le cadre du projet de la mégapole NEOM pour faire de l’hydrogène sa source d’énergie principale. Ce projet vise également l’exportation de l’hydrogène vert. **Abu Dhabi**, vient d’inaugurer sa première usine pilote de production d’hydrogène vert à partir d’une centrale solaire produisant 25 Kg/heure. Cette installation est considérée comme unique **au Moyen-Orient et en Afrique du Nord (MENA)**. **Oman** s’avère l’un des pays arabes les plus actifs de la région MENA pour se lancer dans la production de l’hydrogène vert. A cet égard, le sultanat d’Oman a conclu, durant le premier trimestre de l’année 2020, un accord avec le groupe Belge Deme pour le lancement d’un projet de 500 MW de centrales solaires et éoliennes destinées pour la production de grandes quantités d’hydrogène vert par électrolyse. Le 27 Mai 2021, un consortium international a été créé pour la réalisation d’une usine de 25 GW de centrales solaires et éoliennes pour la production de 1,8 millions de tonnes d’hydrogène vert et de 10 millions de tonnes d’ammoniac par an dans le gouvernorat d’Al Wusta au bord de la mer d’Oman. Un deuxième consortium international voit le jour le 17 Octobre 2021 à travers un accord visant la conduite d’une étude de faisabilité technique et économique d’un projet dénommé Salalah2 pour la réalisation d’une usine de production de 1000 Tonnes/jour d’ammoniac vert et de 500 MW d’hydrogène vert à partir de 01 GW de centrales solaires et éoliennes implantées à Salalah. **Le Maroc** reste, à l’heure actuelle, au stade du renforcement de ses capacités de recherche et de développement des capacités et ce à travers le Mémorandum d’entente signé, en Juin 2021, avec l’Allemagne pour le développement de l’hydrogène vert, l’accord signé avec l’IRINA afin d’étudier les manières d’impliquer le secteur privé, et l’accord de partenariat conclu avec le Portugal dans le domaine de l’hydrogène vert.

III. Système énergétique national et capacités de l’Algérie pour la production de l’hydrogène vert

L’examen de l’évolution de la consommation énergétique interne de l’Algérie (Fig.6 et Fig.7), pendant la dernière décennie, montre une explosion de la demande en électricité et en gaz naturel annonçant une rentrée du pays dans une ère de précarité énergétique menaçante pour sa sécurité énergétique. Plusieurs facteurs liés, essentiellement, à l’amélioration du niveau de vie des citoyens, la croissance démographique élevée, les progrès réalisés dans l’accroissement des taux de pénétrations du gaz naturel et de l’électricité et les retombés du changement climatique sont à l’origine de cette situation. Il est important de noter que l’Algérie est comptée parmi les pays qui seront violemment touchés, dans les années à venir, par le dérèglement climatique.

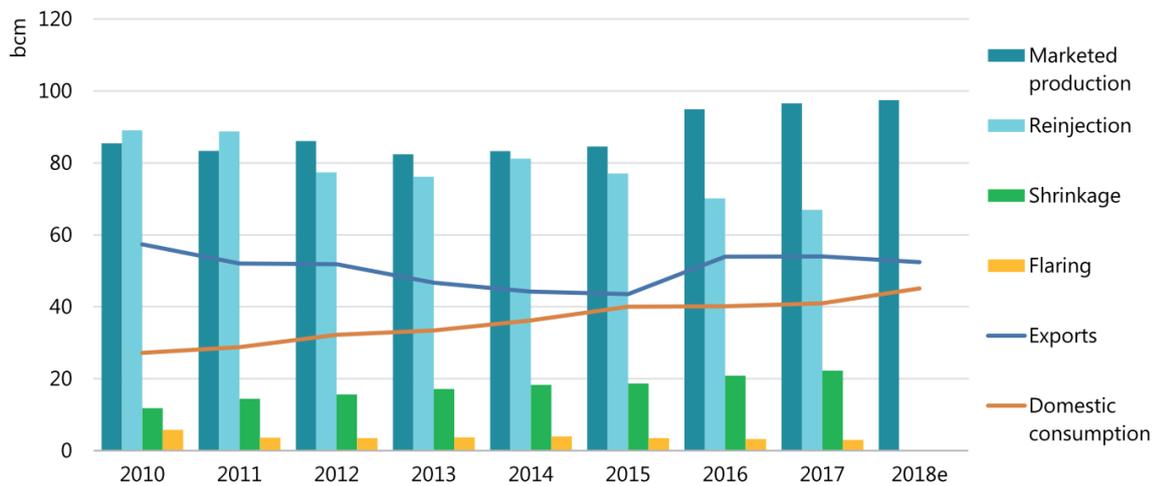


Fig.6: Evolution de la consommation local et l'exportation de l'énergie primaire

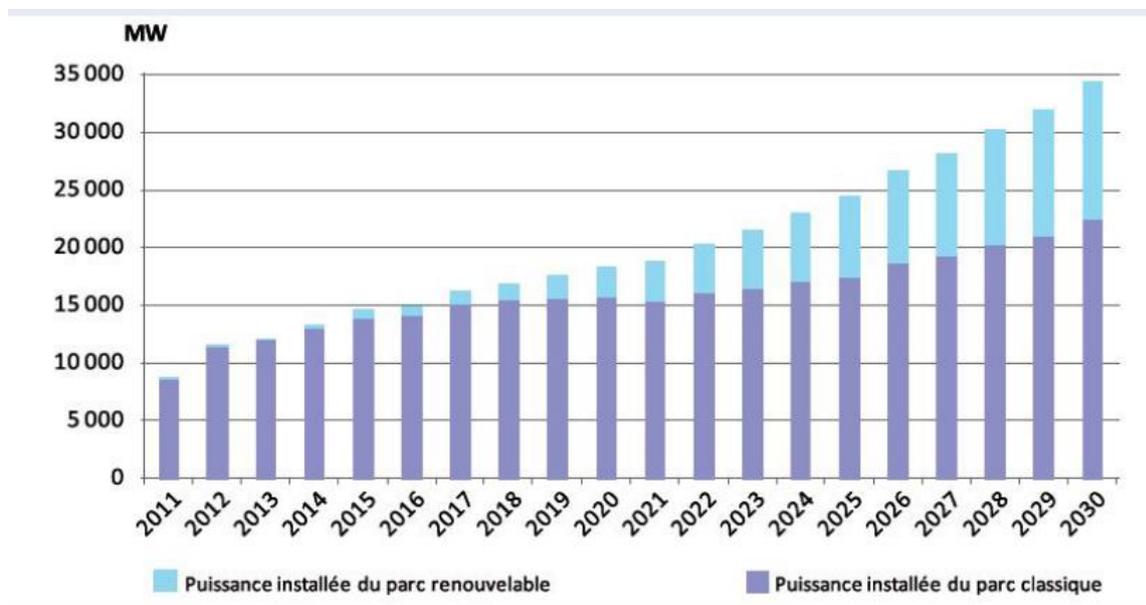


Fig.7: Evolution des puissances électrique installées et les projections à l'horizon 2030.

Face à cette situation, les pouvoirs publics ont lancé un plan d'action ambitieux qui s'articule sur deux (02) piliers importants en mesure d'enclencher la transition énergétique du pays vers un système énergétique en mesure d'assurer à la fois sa sécurité énergétique et le respect de ses engagements internationaux relatifs à la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Le premier pilier est relatif à la diversification des sources énergétiques par l'intégration des énergies renouvelables et propres dans le bouquet énergétique et le deuxième est lié à la maîtrise de la demande par le développement de l'efficacité énergétique. Dans ce cadre, il est prévu de déployer, à grande échelle, des installations à énergies renouvelables pour soutenir le réseau électrique et de recourir à la maîtrise de la consommation de l'énergie par de nombreux moyens tels que l'isolation thermique, l'utilisation des carburants propres (GPL-c, GNC), les chauffe-eau solaires, ... etc.

Toutefois, l'expérience des pays précurseurs dans le domaine a montré que le caractère intermittent des énergies renouvelables constitue une barrière qui ne permet pas de répondre aux besoins d'une transition énergétique réussie. Ainsi, l'hydrogène s'avère l'élément essentiel qu'il faut associer aux énergies renouvelables (hydrogène vert) pour atteindre les objectifs escomptés. En effet, l'hydrogène est un vecteur énergétique résilient offrant à la fois la possibilité de stocker l'énergie produite par les énergies renouvelables et de dé-carboner efficacement l'ensemble des secteurs énergivores et qualifiés de difficiles à électrifier (Transport, industrie et résidentiel).

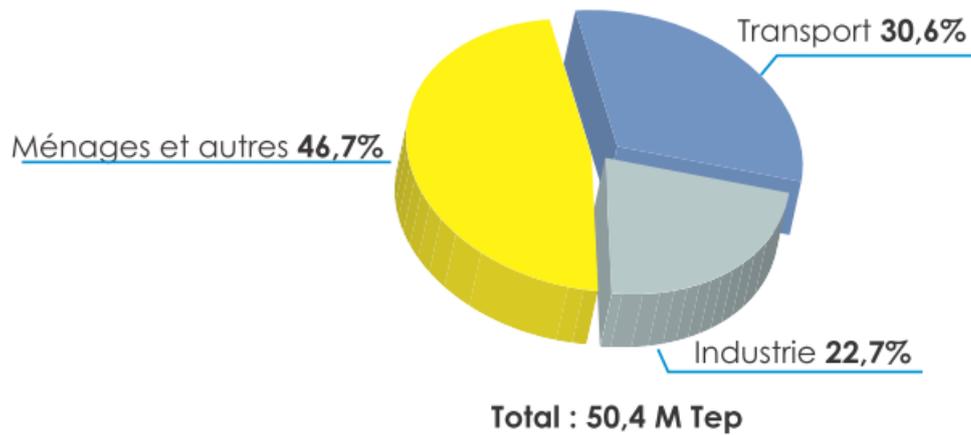


Fig.8 : Structure de la consommation nationale de l'énergie par secteur d'activité (2019).

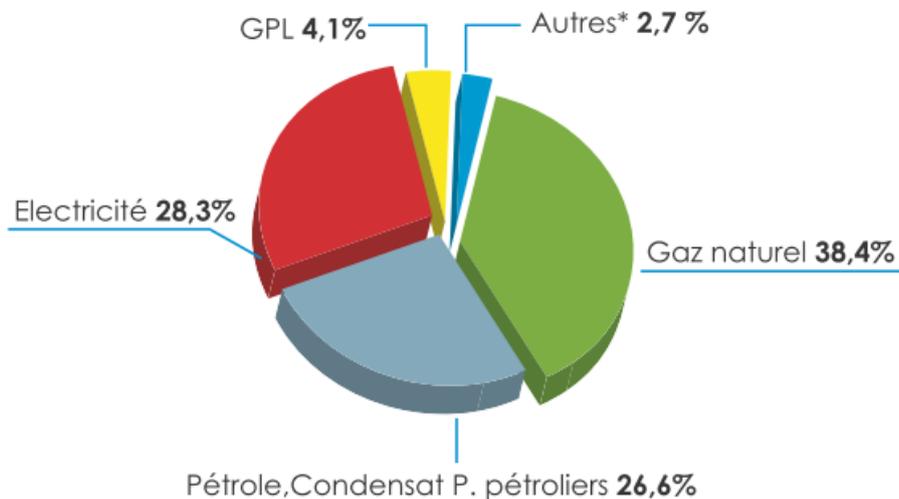


Fig.9: Consommation nationale par forme d'énergie (2019).

En outre, les initiatives mondiales et Européennes pour le développement de l'hydrogène vert sont considérées comme des opportunités à saisir pour renforcer la présence de l'Algérie sur la scène internationale comme acteur inéluctable du marché de l'énergie.

IV. Atouts de l'Algérie pour le développement de l'hydrogène vert

Pour garantir une place de choix dans le nouveau système énergétique mondial qui se dessine à l'horizon, l'Algérie est appelée, plus que jamais, à renforcer sa position de fournisseur énergétique incontournable notamment sur le marché Européen profitant des atouts et des capacités qui sont en sa possession et de sa forte présence dans le marché du gaz naturel. En effet, l'Algérie est le pays qui dispose de plus d'atouts et d'argument, à l'échelle régionale, pour se positionner dans le marché de l'hydrogène vert et ce grâce à :

- Son immense potentiel solaire (Fig.10), éolien (Fig.11) et hydrique ainsi que son vaste territoire qui est en mesure de recevoir des installations solaires de très hautes capacités lui garantissant la production de l'hydrogène vert à des coûts très compétitifs ;
- Sa longue cote maritime (plus de 1200 km) ;
- Sa position géographique stratégique de proximité avec la rive Européenne ;
- Son réseau de pipelines de transport de gaz naturel traversant la méditerranée (Fig.12) ;
- Sa longue expérience dans l'industrie du gaz naturel notamment dans la liquéfaction et le transport (maritime et par pipes);
- Sa longue expérience dans l'industrie pétrochimique notamment la fabrication de l'ammoniac ;
- Son énorme gisement gazier qui lui permet de maîtriser les coûts de production de l'hydrogène bleu qui servira, dans une première phase, au renforcement de ses capacités.

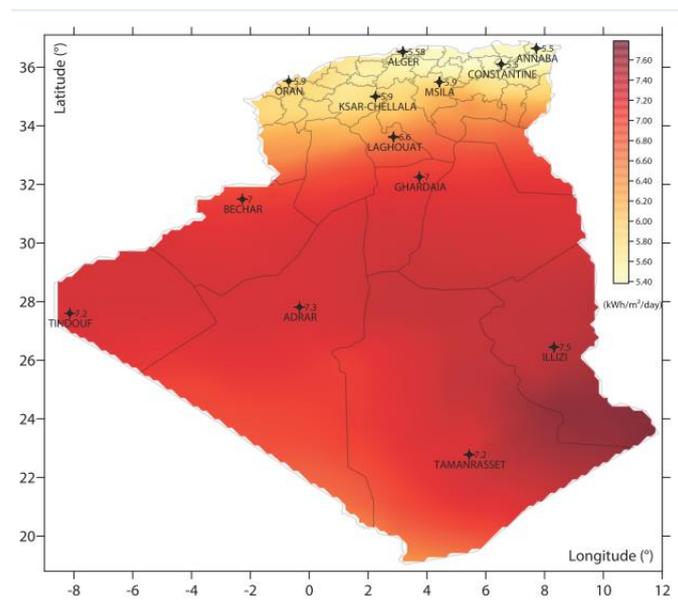


Fig.10 : Rayonnement solaire direct reçu par mètre carré.

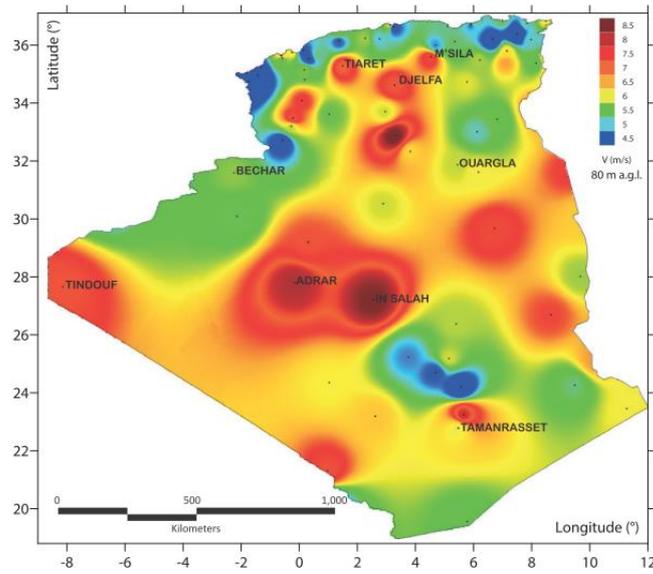


Fig.11 : Distribution de la vitesse moyenne du vent.

L'Algérie occupe, aujourd'hui, la troisième place en tant qu'exportateur de gaz naturel vers l'Europe après la Russie et la Norvège et ce par le biais de son vaste réseau de gazoducs traversant la Méditerranée. Par ailleurs, le premier complexe de liquéfaction de gaz a vu le jour en 1964 à Arzew. Depuis, les capacités du pays en complexes de liquéfaction du gaz n'ont cessé d'augmenter, le plaçant comme acteur incontournable sur le marché mondial du GNL avec une flotte de transport composée de un (01) VLCC, neuf (09) GPLiers et dix (10) méthaniers. Toutes ces capacités devront faire de l'Algérie le pays le mieux placé pour se lancer dans la production de l'hydrogène vert destiné à l'exportation notamment vers l'Europe.



Fig.12 : Réseau de gazoducs et ports d'exportation du gaz naturel, GPL et GNL (2021).

Par le lancement de la production de l'hydrogène vert, l'Algérie devra à la fois accéder à un grand marché en pleine création et réduire son empreinte carbone par le développement de son utilisation à l'échelle locale dans de nombreux secteurs (transports, industrie, sites isolés, résidentiel,etc.) et ce grâce aux avantages qu'il offre.

En effet, l'hydrogène vert est un vecteur énergétique très résilient et versatile offrant les avantages suivants :

- Peut servir à stocker l'électricité de sources intermittentes (solaire et éolien) ;
- Grâce à la réversibilité de sa réaction, l'électricité est récupérée par l'utilisation de piles à combustibles ;
- Peut être stocké et transporté sous forme gazeuse dans des pipelines, ou liquide par citernes ou bateaux ;
- Peut être utilisé ou transformé en carburant, selon les technologies Power to X(PtX) ;
- Décentralisé

Toutefois, le lancement de la production de l'hydrogène vert nécessite la mise en place d'une stratégie à court, moyen et long termes basée sur l'implication de toutes les parties prenantes, la mise en place d'un écosystème intégré dédié au développement de l'hydrogène, le développement de partenariats avec des pays leaders dans le domaine, le lancement d'études sur le potentiel et les technologies renouvelables à introduire, le renforcement des capacités et la consolidation des structures de recherche et développement, la mise en place d'usines pilotes de moyenne capacité et l'instauration d'un cadre juridique et normatif adapté .

V. Conclusions

A la lumière de la présente analyse, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Il s'avère que le système énergétique mondial est en pleine mutation basée sur les énergies renouvelables et propres considérant l'hydrogène vert comme la composante inéluctable qui devra permettre d'atteindre les objectifs escomptés en matière de neutralité carbone.
- Cette nouvelle dynamique mondiale notamment Européenne de développement de l'hydrogène vert vient de susciter l'intérêt de l'ensemble des pays de la région MENA pour se lancer dans la production de l'hydrogène vert et ce pour se positionner sur ce nouveau marché énergétique d'une très grande capacité.
- L'Algérie est appelée, plus que jamais, à accélérer sa transition énergétique en considérant l'hydrogène vert comme composant essentiel et ce à la fois pour assurer sa sécurité énergétique et pour occuper une place de choix dans le marché international de l'hydrogène vert profitant, ainsi, des atouts qui sont en sa possession.
- Pour lancer la filière hydrogène vert, il est primordial de mettre en place une stratégie et un plan d'action en tenant compte de tous les aspects liés à la maîtrise de toute la chaîne de valeur.

Références

- World Energy Council, Rapport du conseil français de l'énergie, Edition 2021 [Publications - \(wec-france.org\)](https://www.wec-france.org/).
- Commission Européenne, Rapport final, « A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe », Juillet 2012.
- CEREFÉ, Transition Energétique en Algérie, Edition 2020.
- CDER, Algerian Energy Resource Atlas, 1st edition 2019.
- Ministère de l'Energie, Bilan énergétique national 2019, Edition 2020.
- IEA, Gas market report 2019 : Analysis and forecast to 2024, Edition 2020.
- Sonatrach, Description du réseau de transport par canalisation des hydrocarbures, 2021.
- IEA, World Energy outlook, Edition 2021.