

## Bilan de la Conférence du 12.10.2024

L'Association a organisé sa 3<sup>ème</sup> Conférence débat le 12 Octobre 2024 à l'hôtel Le Beau Rivage, Ain Benian-Alger sur le sujet « **L'Hydrogène vert : potentiel et opportunités pour l'Algérie** »

### Le programme prévu :

08h30 – 09h00	Accueil des participants
09h00 - 09h05	Allocution de bienvenue par M. Daoud SAHBI, Président de l'Association Nationale « Club Energy »
09h05 - 09h15	Introduction du Président de la Conférence par M. ATTAR Abdelmadjid, ancien PDG de Sonatrach, ancien Ministre des Ressources en Eau, et de l'Energie
09h15 - 10h15	Communication par M. Mhamed HAMMOUDI, Professeur en physique énergétique de l'USTHB et ancien chef de cabinet du Ministère de la Transition Energétique et des Energies Renouvelables
10h15 - 12h00	Débat général
12h00 - 12h15	Conclusions et Clôture de la Conférence

### Le Bilan de la Conférence sur l'H2 vert :

**Sur le plan préparation/information :** l'annonce de la conférence a été faite sur le site web du Club Energy deux semaines avant la tenue de la conférence et sa diffusion à l'ensemble des adhérents.

**Sur le plan du déroulement :** la conférence s'est très bien déroulée et dans une ambiance cordiale et amicale selon le programme. Il y a eu un riche débat avec un nombre appréciable de questions-réponses et des échanges intéressants. Les membres du Bureau national ont marqué leur satisfaction générale.

**Sur le plan médiatique :** l'ENTV 3 était présente et son représentant à même participé aux débats. En sus, deux organes de la presse nationale étaient présents.

**Sur le plan de la participation :** la participation a été meilleure par rapport à la conférence du 09.03.2024.

Il est à noter la participation du MEM, la CREG, le CDER, le CEREF, GEC-Algeria, l'INESG, l'Université de Tizi Ouzou, AIG, AIED-IAP mais toutes les autres institutions, agences, entreprises et universités n'ont pas répondu à l'invitation du Club Energy.

**Sur le plan organisation :** tout comme la conférence du 09.03.2024 celle du 12.10.2024 a été très bonne.

**Sur le plan du timing :** le choix pour la demi-journée est parfait en termes de durée (3 heures dont 1 h pour la conférence et 2 h pour le débat).

**Sur le plan de la couverture médiatique :** L'ENTV 3 et les organes de presse qui ont été invités à savoir El Khabar, El Watan, le Soir d'Algérie, l'Expression et l'Horizon

**Sur le plan de la couverture de la conférence :** la conférence n'a pas été filmée.

**Sur le plan documentation :** La présentation Powerpoint et le texte de la communication n'ont pas été mises en ligne sur le site web à la demande de l'animateur. Seuls les membres présents à la conférence ont eu droit à la présentation Powerpoint.

**Sur le plan format :** le format type conférence-débat du 12.10.2024 et du 09.03.2024 est le format qui convient selon l'avis de plusieurs participants car il favorise le mieux les débats et les échanges.



الجمعية الوطنية نادي الطاقة

Association Nationale "CLUB ENERGY"

**Sur le plan de la qualité du livrable de la conférence :** le choix du thème « L'Hydrogène vert : potentiel et opportunités pour l'Algérie » quoiqu'un peu moins connu du grand public mais l'envergure et les CV du conférencier et du modérateur de la conférence ont constitué pour le BN le gage de la réussite de cette troisième conférence débat. Il est toutefois à déplorer la non mise en ligne sur le site web du Club du texte de la communication ainsi que du Powerpoint.

**Sur le plan amélioration :** en principe, toute manifestation est placée en direction et en perspective d'une amélioration future. En ce qui concerne la conférence du 12.10.2024, certains collègues ont soulevé quelques points à améliorer notamment :

- La médiatisation de l'évènement ;
- La non-participation des ministères MEER, MRE, MESRS et MT, celle des agences ALNAFT et ARH et des sociétés historiques Sonatrach et Sonelgaz pose de sérieux questionnements au Bureau national de l'Association surtout que le thème est très important pour le pays.
- La faible participation des universités commence à devenir un problème récurrent.
- La nécessité d'établir un listing de la participation réelle avec contacts (Email et ou tél) recueillis lors de la séance enregistrement pour les manifestations futures (base de données pour les invitations par Mail).
- Il est à déplorer également l'absence de l'enregistrement vidéo de la conférence.
- L'état lamentable de l'accès à l'hôtel via les escaliers ainsi que le parking de l'hôtel.
- La duplication du dépliant est non seulement inutile sur le plan financier mais aussi une chose à ne plus refaire.

**Sur le plan amélioration par rapport à la conférence du 09.03.2024**

- L'utilisation de la note portant organisation du débat, la feuille prévue pour les questions écrites adressées au conférencier ainsi que celle pour prise de parole et ou commentaire ont permis un gain de temps et par voie de conséquence un débat riche avec beaucoup de questions-réponses et d'échanges.

**Sur le plan sponsoring de l'évènement par Indus-Net**

- Le Sponsor Indus-Net a répondu présent comme à son habitude.

**En Conclusion :**

Il est à noter la richesse des débats et des propositions faites en direction et en perspective de l'ouverture de ce dossier vierge pour l'instant surtout en termes de réflexion afin de lancer des études technico-économiques et financières des projets d'hydrogène vert en Algérie et vers les marchés européens.

Enfin, le Club Energy est disposé à partager sa modeste expérience sur le plan technique dans le domaine de l'hydrogène vert, pour éclairer un tant soit peu les décideurs qui eux ont d'autres préoccupations de nature stratégique.

**Le Résumé de la conférence sur l'H2**

L'option H2 vert est bien engagée dans le monde où plusieurs pays y voient un substitut potentiel aux hydrocarbures couvrant tous les besoins énergétiques, de l'industrie jusqu'à la mobilité, y compris les transports maritimes, ferroviaire et aérien. L'engouement actuel trouve son origine dans la volonté affichée de faire face efficacement au dérèglement climatique. Les technologies sans GES, la maîtrise des coûts de production des EnR et leur décentralisation et la maîtrise du vecteur énergétique H2 vert sont autant de défis pour cette première moitié du siècle.

Membre du Club Energy, le Professeur M'hamed HAMMOUDI nous a gratifié le 12 octobre dernier d'une excellente conférence sur l'hydrogène. "Un pays (ou une société) qui s'intéresse à

ce produit, que ce soit en tant que vendeur ou acheteur constitue un pari et doit être entendu(e) sur la place mondiale " Nous donnons ci-dessous quelques éléments d'information issus de sa présentation, ce qui ne remplace pas ladite présentation.

**Stratégies :** En matière de stratégie, l'hydrogène est vu comme une décarbonation possible de l'économie, ce qui explique l'intérêt pour ce produit dans le monde. Ce vecteur énergétique a pour vocation de décarboner plusieurs secteurs économiques au fur et à mesure que son cout de production devient compétitif devant les autres formes d'énergie. L'Algérie a présenté sa stratégie de développement au mois de septembre 2023 et son élaboration devra intégrer les entreprises publiques & privées suivant une algérianisation aussi poussée que possible et en tenant compte des possibilités d'exportation algérienne. A l'international, comme indiqué dans la présentation du Prof. Hammoudi, une trentaine de pays, dont l'Algérie, ont annoncé avoir établi une stratégie hydrogène vert. On se rappelle que la France et l'Allemagne avaient prévu d'investir respectivement 7 G\$ et 9 G\$ dans la recherche.

**Procédés :** En matière de procédés, nous donnons ci-dessous le tableau proposé dans le bulletin du Club Energy du mois d'avril 2021.

	Terminology	Technology	Feedstock/ Electricity source	GHG footprint*
PRODUCTION VIA ELECTRICITY	Green Hydrogen	Electrolysis	Wind   Solar   Hydro Geothermal   Tidal	Minimal
	Purple/Pink Hydrogen		Nuclear	
	Yellow Hydrogen		Mixed-origin grid energy	Medium
PRODUCTION VIA FOSSIL FUELS	Blue Hydrogen	Natural gas reforming + CCUS Gasification + CCUS	Natural gas   coal	Low
	Turquoise Hydrogen	Pyrolysis	Natural gas	Solid carbon (by-product)
	Grey Hydrogen	Natural gas reforming		Medium
	Brown Hydrogen	Gasification	Brown coal (lignite)	High
	Black Hydrogen		Black coal	

\* GHG footprint given as a general guide but it is accepted that each category can be higher in some cases.

Le Prof. Hammoudi a donné un tableau plus complet. Il y a lieu de noter que la production d'hydrogène rose peut faire appel à de l'électricité d'origine nucléaire. Par ailleurs, dans cette classification il faut ajouter l'hydrogène blanc qui se forme de manière naturelle à partir de différents processus géologiques. L'hydrogène blanc pourrait devenir une source d'énergie alternative viable, contribuant à la transition énergétique mondiale mais il nécessite encore des technologies avancées et une meilleure compréhension géologique pour devenir une ressource exploitable à grande échelle.

### Système de Production d'H2 Vert à partir d'un Electrolyseur

Il existe trois types d'électrolyseur :

1. Electrolyseur alcalin, utilise de la potasse et c'est le plus courant ; sa puissance est de plusieurs mégawatts et peut produire plus de 1 000 m3 d'H2 /heure.
2. Electrolyseur à membranes échangeuses de protons : cette technologie est chère car elle nécessite beaucoup de métaux nobles.
3. Solid Oxyde Electrolyse Cells (SOEC) à haute température : cette technologie est en cours de développement,



الجمعية الوطنية نادي الطاقة

Association Nationale "CLUB ENERGY"

Il reste de nombreux défis technologiques à relever portant notamment sur les matériaux à utiliser pour la fabrication des électrodes et des membranes, la qualité et quantité d'eau pour l'électrolyse ainsi que pour la durée de vie de l'électrolyseur.

50% des électrolyseurs fabriqués dans le monde sont de type alcalin et 24% sont de type PEM ou à échange d'ions.

### Les Principaux Acteurs Actuels de la Filière Hydrogène

Outre le fait que l'Algérie a déjà mis en place deux accords avec l'Allemagne et l'ENI, deux protocoles d'accord viennent d'être signés lors du NAPEC du 14 octobre 2024 à Oran :

- Un protocole d'entente pour le lancement de projet d'H2 vert (South H2 Corridor) vers l'Europe (Allemagne et Italie via la Tunisie),
- Un autre protocole d'accord a été signé entre Sonatrach et CEPESA pour produire 200 MW d'H2 vert et l'expédier vers l'Espagne.

L'Algérie entretient depuis plusieurs années des relations étroites avec le GIZ allemand pour le développement des EnR. L'Algérie peut devenir un acteur important de la filière hydrogène vert vers l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne.



### Conseil de l'hydrogène et capitalisation boursière

Le Conseil de l'Hydrogène regroupe 123 pays soit une capitalisation boursière de 9000 G\$ et 6400 G\$ de revenus.

### Les Intrants : l'Eau & Potentiel en Eau

Le problème de l'eau se pose en termes de qualité et de quantité. La quantité d'eau dépend de l'efficacité de l'électrolyseur tandis que la quantité d'eau dépend du climat et de la qualité. Un électrolyseur nécessite une quantité d'eau pour la production d'hydrogène et pour son refroidissement et la source d'eau peut avoir plusieurs origines telles que l'eau potable, eau sous terrain, eau de mer, eau usée après traitement.

### Le Stress Hydrique = prélèvement total/ réserves renouvelables

La nappe albienne renferme jusqu'à 60 000 GM3 d'eau dont 70% est située en Algérie. Les horizons géologiques concernés sont le Continental Intercalaire (jusqu'à 3000 m de profondeur) et le Complexe Terminal (jusqu'à 500 m de profondeur).

### La Demande en Eau : la consommation excessive due à l'électrolyse est un faux argument

La consommation annuelle d'eau en Algérie est de l'ordre de 12 Gm3 dont 70% sont consacrés à l'agriculture.

La quantité d'eau utilisée dans le monde pour produire de l'H2 est de l'ordre de 2,2 Gm3 pour passer à une quantité comprise dans une fourchette comprise entre 14,8 et 36,2 Gm3 en 2050. Neuf (9) millions m3/an sont nécessaires pour produire un (1) million de t d'H2 auxquels il faut ajouter 25 millions m3/an pour le refroidissement de l'électrolyseur.

### Les Sources d'Energie – Potentiel Energétique



الجمعية الوطنية نادي الطاقة

Association Nationale "CLUB ENERGY"

**Photovoltaïque :** les temps d'ensoleillement en Algérie sont de 1500 h/an jusqu'à 2100 h/an pour des structures fixes et jusqu'à 2800 h/an pour des structures traquées. La superficie offerte à l'installation de panneaux PV est de l'ordre de 1 460 000 km<sup>2</sup>.

Le Potentiel PV fixe est de 189 963 TWh/an et de 217 677 TWh/a en "traqué"

**Eolien :** le potentiel éolien est énorme sur 150 000 km<sup>2</sup> en classe 1 et sur une superficie d'installations possibles sur 700 000 km<sup>2</sup> en classe 2, permettant un nombre d'heures d'utilisation de 1500 à 5500 h/an dans plusieurs régions du pays.

Le potentiel éolien est de 12 940 TWh/an pour 124 000 km<sup>2</sup> et 30 000 TWh/an pour 462 000 km<sup>2</sup>. L'Algérie dispose d'un potentiel hybride (PV+Eolien) très important, jusqu'à 212 583 TWh/an couverts à 80% par les wilayates de Adrar, Illizi, Béchar, Tindouf et Tamanrasset.

### Les Atouts de l'Algérie

Comme indiqué ci-dessus, l'Algérie bénéficie d'un potentiel immense en matière d'énergie électrique PV et éolienne. Ses ressources hydriques notamment à partir de la nappe albiennaise sont énormes si on considère qu'elle se trouve à 70% en territoire algérien. Le dessalement de l'eau de mer sur 1600 km de côtes permettrait de produire jusqu'à 1,75 Mt/an H<sub>2</sub>.

Notre expérience en matière de transport transnational de gaz et notre position géographique nous offrent une place de choix pour devenir un acteur majeur dans le marché de l'hydrogène vert.

### Estimations et Analyses des LCoE et LCoH

#### - Cout actualisé de l'électricité (LCoE)

Le cout actualisé de l'électricité ou Levelized Cost of Electricity (LCoE) dépend de plusieurs facteurs tels que la source d'énergie solaire ou éolien ou les deux sources combinées, sa localisation, le recours au réseau électrique et la valorisation possible de l'oxygène induit.

L'estimation du LCoE en Algérie est de l'ordre de 2,4 cts/KWh. Le LCoE est le plus bas sur les régions sud, sud-est et nord-ouest du Sahara ; ce cout augmente légèrement sur les parties sud, sud-ouest du Sahara. Ce cout augmente selon la position géographique considérée en dehors des zones sus désignées.

#### - Cout actualisé de l'hydrogène (LCoH)

Le cout actualisé de l'hydrogène ou Levelized cost of hydrogen ( LCoH) dépend du lieu géographique et de l'origine de la production d'énergie électrique ("PV configuration" fixe ou "PV configuration traquée", éolien , hybride PV+ éolien).

Compte tenu de son potentiel hybride (PV et éolien), l'Algérie est en mesure de produire de l'H<sub>2</sub> vert (LCoHhyb) à un cout de 2,5 us\$/kg en 2030 et à un cout de 1,0 us\$/kg en 2050.

L'Algérie peut produire de l'H<sub>2</sub> vert (LCoHhyb) à moins de 2,0 us\$/kg sur plus de 81 000 km<sup>2</sup> de son territoire.

Le cout actualisé de l'hydrogène ou Levelized Cost of Hydrogen (LCoH) est fortement impacté par le cout actualisé de l'énergie (LCoE) suivant une fourchette allant de 15 à 40% selon le rendement.

**En conclusion,** le développement de l'hydrogène vert en Algérie offre des opportunités significatives pour accompagner sa transition énergétique, avec des objectifs ambitieux et stratégiques. L'Algérie dispose d'avantages majeurs, dont le potentiel exceptionnel en énergies renouvelables (EnRs) s'élève à 400 532 TWh/an, ce qui permettrait une production d'hydrogène vert à bas coût, lui offrant une compétitivité élevée sur le marché international.



الجمعية الوطنية نادي الطاقة

Association Nationale "CLUB ENERGY"

**Intervention du Dr Mustapha MEKIDECHE, président de la Commission Scientifique et Technique et Economique**

**Cette riche et documentée communication sur « l'hydrogène vert : potentiel et opportunités pour l'Algérie »,** faite par le Professeur Mhamed Hammoudi, appelle de ma part un certain nombre de remarques et d'observations sur le contenu mais aussi permet de tirer un certain nombre d'enseignements pour les futurs événements (conférences, colloques, plaidoyers, lettre ouverte etc.) organisés sous l'égide du Club Energy.

S'agissant des premières observations, on notera d'abord le caractère exhaustif du champ d'analyse à l'exception du segment des infrastructures de transport vers les lieux de consommation et de transport vers les marchés extérieures en termes de coûts et de sécurité d'exploitation non traité. Les possibilités d'utiliser les infrastructures existantes ont été suggérées mais il reste à en évaluer la faisabilité tout en notant qu'elle pourrait constituer, ce faisant, une contrainte de localisation pour les futurs projets d'hydrogène.

Ensuite ces types d'investissements dans des technologies émergentes ne sont réalisables que sous la double contrainte de coûts et de prix de marchés. A ce propos cet aspect aurait dû être pris en charge d'autant que l'AIE elle-même met en exergue les conditions coûteuses d'exploitation des électrolyseurs. Ainsi dans son dernier rapport « *Renewables 2023 : Analyse and forecast to 2028* », elle indique que seuls 12 GW ont été lancés sur les 360 GW annoncés pour 2030. D'autres sources à l'instar de « *RTE, France* », avancent même que le processus de production d'hydrogène par électrolyse aboutit à une perte énergétique estimée à 30%. Dans le même ordre d'idées, la revue de premier plan « *Global Hydrogen Review* » estime quant à elle « *que les conditions d'exploitations des électrolyseurs éloignent la perspective d'un hydrogène vert* ». Ces aspects méritaient d'être traités en profondeur dans la communication. Mais cela n'est pas dû au communicant car l'intitulé de sa communication validée par le bureau se limitait seulement au traitement du « *potentiel et des opportunités* » sans l'examen des contraintes y afférentes.

**D'où l'enseignement de l'adjonction d'une note détaillée fixant et précisant le champ de l'analyse pour tout appel à communication émis et/ou sollicité par le Club, soit pour une conférence soit pour un colloque, en précisant les conditions de publication de toute contribution sous son égide.**

S'agissant enfin des hypothèses de travail de la communication, certaines demandent à être validées et /ou mises à jour. On peut citer par exemple celle relative au gradient éolien national très variable du fait de la superficie du pays et de ses conditions météorologiques. Pour ce faire, on pourrait s'appuyer sur le retour d'expérience de la Sonelgaz en matière d'exploitation des fermes éoliennes notamment celle d'Adrar. La validation des hypothèses opérationnelles d'accès et d'utilisation des ressources hydriques dans le temps long est également du même ordre.

En résumé cette communication de bonne facture nous a permis de projeter le regard du Club sur un sujet complexe qu'il convient d'aborder avec « *le pessimisme de l'analyse et l'optimisme de l'action ( Gramsci)*. Il nous permettra également d'améliorer le processus d'élaboration de nos contributions et travaux collectifs ultérieurs pour nous rapprocher des standards internationaux en la matière.