

**ROSA  
LUXEMBURG  
STIFTUNG**  
مكتب شمال إفريقيا  
North Africa Office



# Le Pari de L'hydrogène Vert

Evaluation des Risques et Réalités de la  
Production à Grande Echelle en Afrique du Nord

Par Imen Louati (PhD)

## À propos de l'auteure

**Imen Louati** a obtenu son doctorat en Ecologie et Evolution à l'Université de la Sorbonne en 2015. Depuis, elle a travaillé en tant que chercheuse et responsable de programmes au sein d'organisations nationales et internationales. Ses recherches portent sur des thématiques telles que la souveraineté alimentaire, l'accès à l'eau, à l'énergie et aux ressources naturelles, les accords commerciaux, ainsi que l'influence des institutions financières sur les politiques publiques, la transition énergétique et la transition juste. Elle est actuellement chercheuse et responsable régionale du programme d'écologie politique au bureau Afrique du Nord de la Fondation Rosa Luxemburg, basé à Tunis. Elle soutient les acteurs en Afrique du Nord qui s'efforcent de développer des alternatives socio-écologiques transformatrices.

Traduit de l'anglais vers le français et l'arabe par **Olfa Derbel** – Vice Versa Translation

Design et illustration: **Ahmed Chtioui**

Cette publication a été soutenue par les fonds de **Fondation Rosa Luxemburg** bureau Afrique du Nord. L'auteur de cette publication porte l'entière responsabilité de son contenu et ne reflète pas obligatoirement l'opinion de la Fondation Rosa Luxemburg. Le contenu de cette publication peut être cité ou reproduit à des fins non commerciales, à condition que la source d'information soit correctement citée.

Remerciements : L'auteure remercie **Malo De Hedouville** pour l'aide qu'il lui a apportée dans la collecte des informations nécessaires à la réalisation de ce travail.

# TABLE DES MATIÈRES

## Introduction

Déconstruire le mythe:  
un regard réaliste sur le rôle de l'hydrogène dans le changement climatique

La quête de l'hydrogène vert en Europe :  
un catalyseur de concurrence entre les pays d'Afrique du Nord

L'hydrogène vert : un mirage dissimulant dette et échanges inégaux ?

La menace imminente d'une dette insoutenable  
La réalité non viable de l'Hydrogène Vert

Développement de l'hydrogène vert en Afrique du Nord : un conflit d'intérêts ?

## Conclusion

## Bibliography

# Introduction

De nombreux accords internationaux, dont l'Accord de Paris, visent à répondre à la crise climatique. Le Pacte Vert pour l'Europe, qui ambitionne la neutralité climatique d'ici 2050, met l'accent sur la décarbonation des secteurs critiques tels que l'énergie, l'industrie et les transports. Alors que les sources d'énergie renouvelables comme l'énergie solaire et éolienne gagnent en importance, l'hydrogène émerge comme une solution prometteuse pour réduire les émissions des secteurs les plus difficiles à décarboner. Reconnaisant le potentiel de l'hydrogène, le Pacte Vert Européen de 2020 en a fait une priorité, une focalisation davantage renforcée par la guerre russo-ukrainienne. L'Union européenne vise désormais à produire 10 millions de tonnes d'hydrogène vert et bleu à l'échelle nationale et à en importer une quantité équivalente d'ici 2030. Consciente des ressources abondantes en énergie solaire et éolienne de l'Afrique, l'UE prévoit d'exploiter la région comme un fournisseur clé d'importations d'hydrogène. Des pays tels que la Namibie, le Sénégal, l'Algérie, l'Égypte, le Maroc, la Mauritanie et la Tunisie sont considérés comme ayant un "potentiel inexploité" pour produire de l'hydrogène vert à des coûts compétitifs. Cet article examine la faisabilité de l'hydrogène vert en tant que source d'énergie durable en Afrique du Nord, explore les initiatives actuelles, identifie les principaux obstacles et avantages potentiels, et analyse de manière critique la nature des partenariats entre les pays nord-africains et l'UE dans le cadre de la transition vers l'hydrogène.



## DÉCONSTRUIRE LE MYTHE: UN REGARD RÉALISTE SUR LE RÔLE DE L'HYDROGÈNE DANS LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'hydrogène est un vecteur énergétique polyvalent qui peut être produit à partir de diverses sources, notamment le gaz naturel, l'énergie nucléaire, la biomasse et les énergies renouvelables. Chaque couleur associée à l'hydrogène reflète sa méthode de production : l'hydrogène vert est produit par électrolyse de l'eau à l'aide d'énergies renouvelables, tandis que l'hydrogène gris est dérivé du gaz naturel et présente une empreinte carbone plus élevée. L'hydrogène bleu, similaire à l'hydrogène gris, intègre la capture et le stockage du carbone pour réduire les émissions. En tant que vecteur énergétique, l'hydrogène joue un rôle central dans la transition énergétique en répondant à l'intermittence inhérente des sources d'énergie renouvelables. Il agit comme un moyen de stockage de l'énergie, capturant l'excédent d'énergie renouvelable lors des périodes de forte production et le libérant en cas de besoin pour garantir un approvisionnement énergétique stable. De plus, l'hydrogène permet de transporter efficacement l'énergie renouvelable sur de longues distances, exploitant ainsi le potentiel des sources d'énergie renouvelables éloignées et facilitant leur acheminement vers des zones à forte demande énergétique. Ainsi, les applications potentielles de l'hydrogène sont vastes et couvrent des domaines tels que les transports, la production d'électricité et l'énergie portable. Il constitue une solution prometteuse pour les secteurs difficiles à électrifier, comme l'aviation et le maritime, où les batteries électriques peuvent s'avérer insuffisantes pour répondre aux besoins énergétiques.

Cependant, si la transition énergétique actuelle fait de l'hydrogène un concurrent de premier plan dans tous les secteurs du paysage énergétique, ce n'est pas la première fois qu'une telle rhétorique est employée. Le concept d'« économie de l'hydrogène » est apparu pour la première fois en 1972 comme une technologie prometteuse capable de décarboniser simultanément les secteurs des transports, résidentiel, commercial et industriel. Depuis lors, des vagues d'engouement pour l'hydrogène ont fait surface, notamment dans les années 1970 et 2000, sous l'effet de facteurs tels que la crise pétrolière et les progrès de la technologie des piles à combustible<sup>1</sup>. Mais l'« économie de l'hydrogène » ne s'est jamais imposée. Ces « faux départs » dans la mise en place d'une économie mondiale basée sur l'hydrogène ont été principalement entravés par les investissements substantiels requis dans les infrastructures. En outre, les défis liés à la production, au stockage, au transport, à la distribution et au soutien politique ont étouffé l'adoption généralisée de l'hydrogène<sup>2</sup>.



<sup>1</sup>Brandon NP, Kurban Z. (2017) Clean energy and the hydrogen economy. *Phil. Trans. R. Soc. A* 20160400 :375. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0400>

<sup>2</sup>Yap, J., McLellan, B. A (2023) Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments* 10, no. 11.1. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>

Pourtant, la vague d'intérêt actuelle, motivée par les efforts mondiaux de réduction des émissions de carbone, est présentée comme potentiellement différente des tentatives passées. En 2020, le Conseil de l'hydrogène prévoit que l'hydrogène pourrait représenter 18 % de la consommation totale d'énergie finale d'ici 2050<sup>3</sup>. Le scénario de développement durable de l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) estime cette part à 13 % d'ici 2070<sup>4</sup>, tandis que l'Union internationale du gaz prévoit une fourchette de 7 à 24 % d'ici 2050<sup>5</sup>, en fonction des politiques mises en œuvre<sup>6</sup>. De même, la Commission pour les Transitions Énergétiques prévoit que l'hydrogène représentera 15 à 20 % de la consommation d'énergie d'ici à 2050. Au début de l'année 2020, 18 pays avaient publié des feuilles de route pour l'hydrogène<sup>7</sup>, et plusieurs d'entre eux ont inclus des investissements dans ce domaine dans leurs plans de relance économique, afin de soutenir la reprise économique après la pandémie de la COVID-19<sup>8</sup>. Reconnaître le rôle potentiel de l'hydrogène dans l'atteinte des objectifs climatiques ambitieux ne suffit pas. Une économie de l'hydrogène à zéro émission reste, pour l'instant, hors de portée<sup>9</sup>. Actuellement, l'utilisation industrielle de l'hydrogène repose largement sur les combustibles fossiles, principalement pour le raffinage pétrolier et la production chimique. Une adoption industrielle bas-carbone ou neutre en carbone nécessite de nouveaux modes de production. Ces méthodes doivent soit éviter intrinsèquement les émissions, soit intégrer des technologies de captage et de stockage du carbone. Parmi elles, seul l'hydrogène produit à partir d'énergies renouvelables constitue une solution viable pour les économies visant la neutralité carbone. La baisse des coûts des énergies renouvelables et les avancées dans la technologie des électrolyseurs rendent possible une production d'hydrogène "vert" économiquement viable d'ici 2030<sup>10</sup>.

Cependant, le manque d'études approfondies sur les trajectoires d'expansion de l'hydrogène vert via électrolyse soulève des doutes quant à cette hypothèse. En réalité, l'application de l'hydrogène vert comme technologie industrielle en est encore à ses débuts et exige une innovation et un déploiement accélérés pour exploiter pleinement son potentiel en matière de réduction des émissions<sup>11</sup>. Même si la capacité des électrolyseurs se développe aussi rapidement que les énergies solaire et éolienne, l'hydrogène vert devrait représenter moins de 1 % de la consommation finale d'énergie d'ici 2030 dans l'Union européenne et 2035 au niveau mondial. Au-delà de 2030, une croissance supplémentaire est envisageable, mais demeure incertaine. Les projections estiment que l'hydrogène vert pourrait contribuer entre 3,2 % et 11,2 % de la consommation énergétique finale dans l'UE et entre 0,7 % et 3,3 % au niveau mondial d'ici 2040<sup>12</sup>. Ainsi, les défis associés à une production significative d'hydrogène vert ne se limitent pas à l'offre. La rareté à court terme et l'incertitude à long terme pourraient freiner les investissements dans les infrastructures et les applications finales, réduisant son potentiel et compromettant les objectifs climatiques. De plus, la mise en place d'une économie de l'hydrogène à grande échelle nécessite un recours aux vecteurs d'hydrogène et le développement d'un réseau de transport dédié. La faisabilité de produire les quantités massives d'hydrogène vert nécessaires reste largement spéculative, soulevant des questions cruciales sur les modalités et les lieux de cette production.



<sup>3</sup> Hydrogen Council, Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective, Hydrogen Council, Belgium, 2020.

<sup>4</sup> IEA (2020), Energy Technology Perspectives 2020, International Energy Agency, Paris <https://doi.org/10.1787/d07136f-0en>

<sup>5</sup> SNAM, IGU, BloombergNEF, Global Gas Report 2020, BloombergNEF, 2020.

<sup>6</sup> Energy Transitions Commission, Making Mission Possible – Delivering a Net-Zero Economy, Energy Transitions Commission, 2020

<sup>7</sup> Hydrogen Council, Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective, Hydrogen Council, Belgium, 2020.

<sup>8</sup> Hydrogen Europe, Clean Hydrogen Monitor 2020, Hydrogen Europe, Brussels, 2020.

<sup>9</sup> Terlouw, T., Rosa, L., Bauer, C. et al. (2024) Future hydrogen economies imply environmental trade-offs and a supply-demand mismatch. Nat Commun 7043 .15. <https://doi.org/10.1038/s7-51251-024-41467>

<sup>10</sup> Griffiths, S.; Sovacool, B.K.; Kim, J.; Bazilian, M.; Uratani, J.M. (2021) Industrial decarbonization via hydrogen: A critical and systematic review of developments, socio-technical systems and policy options. Energy Res. Soc. Sci., 102208 .80. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102208>

<sup>11</sup> IRENA (2020), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

<sup>12</sup> Odenweller, A., Ueckerdt, F., Nemet, G.F. et al. (2022) Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply. Nat Energy 865-854 .7. <https://doi.org/10.1038/s4-01097-022-41560>

## LA QUÊTE DE L'HYDROGÈNE VERT EN EUROPE : UN CATALYSEUR DE CONCURRENCE ENTRE LES PAYS D'AFRIQUE DU NORD

Dans le cadre des discussions sur le potentiel réel de l'hydrogène pour décarboner divers secteurs, un écart significatif entre les pays producteurs et consommateurs a été identifié<sup>13</sup>. Alors que des régions comme l'Asie occidentale, l'Amérique du Sud et l'Afrique du Nord disposent de ressources renouvelables abondantes capables de produire de l'hydrogène à des coûts compétitifs (environ 1,00 à 1,20 \$/kg), elles manquent d'une demande domestique substantielle. En revanche, des régions comme l'Europe, le Japon et la Corée du Sud, où la demande en hydrogène est élevée, rencontrent des difficultés à produire de l'hydrogène de manière rentable (au moins 1,80 \$/kg, voire plus de 2,50 \$/kg), en raison de la contrainte foncière et de la nécessité de décarboner leurs systèmes énergétiques existants<sup>14</sup>. Ce déséquilibre crée une opportunité pour le commerce de l'hydrogène, notamment entre l'Afrique du Nord et l'Europe. En s'appuyant sur ses ressources abondantes en énergie solaire et éolienne, l'Afrique du Nord pourrait, en théorie, produire et exporter de l'hydrogène à prix compétitif vers l'Europe par voie maritime ou par pipelines.

Ainsi, les pays d'Afrique du Nord, initialement peu concernés par l'engouement autour de l'hydrogène, ont rapidement adopté des stratégies de production, notamment après [le communiqué RePowerEU](#), qui a annoncé le doublement de l'objectif d'importation d'hydrogène en provenance des pays voisins. Le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Mauritanie et l'Égypte cherchent désormais activement à attirer des investissements étrangers directs dans leurs industries naissantes d'hydrogène orientées vers l'exportation. Bien que la Tunisie, le Maroc, l'Algérie et l'Égypte partagent une ambition commune de développer des capacités d'hydrogène vert, leurs stratégies divergent considérablement en raison de leurs contextes économiques, géographiques et politiques distincts.

L'Algérie et l'Égypte, grâce à leurs infrastructures existantes de gaz naturel, sont bien positionnées pour tirer parti des opportunités offertes par l'hydrogène. L'Algérie, en tant que grand producteur de gaz naturel, explore activement la production d'hydrogène vert et bleu<sup>15</sup>. Avec ses vastes ressources en gaz naturel, l'Algérie a la capacité de produire de l'hydrogène bleu. Cependant, le pays doit investir dans les technologies d'énergie renouvelable pour réduire son empreinte carbone. Notamment, plus de 43,55 % de son territoire est hautement adapté à la production d'hydrogène, l'hydrogène solaire s'imposant comme l'option la plus rentable. De son côté, l'avantage concurrentiel de l'Égypte réside dans son cadre réglementaire favorable, qui encourage les investissements dans les énergies renouvelables, un élément crucial pour la production d'hydrogène vert<sup>16</sup>. Le pays a adopté une stratégie ambitieuse pour se positionner comme un centre énergétique régional, en mettant l'accent sur des projets à grande échelle et les investissements étrangers. Toutefois, l'Égypte et l'Algérie font face à des défis importants liés à une production insuffisante d'énergie renouvelable, ce qui freine actuellement le développement d'infrastructures d'exportation d'hydrogène vert à grande échelle. En 2023, les sources d'énergie renouvelable représentaient seulement 4 % et 3 % de la production énergétique primaire en Égypte et en Algérie, respectivement<sup>17</sup>.

En revanche, le Maroc bénéficie d'un avantage concurrentiel en termes de coûts des énergies renouvelables, soutenu par ses infrastructures existantes. La production d'énergie à partir de sources renouvelables a connu une croissance remarquable ces dernières années, plaçant le Maroc parmi les cinq premiers pays africains dans ce secteur<sup>18</sup>. Le pays a massivement investi dans les infrastructures d'énergie renouvelable, notamment le complexe Noor Ouarzazate, une centrale solaire thermique (CSP) d'une capacité de 580 MW, qui figure parmi les plus grandes au monde<sup>19</sup>.

<sup>13</sup> Ibid.

<sup>14</sup> [Hydrogen Council and McKinsey & Company\(2022\).Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization.](#)

<sup>15</sup> Tiar B., Fadlallah S. O., Benhadji, S. D. E., Graham P., Aagela H.: (2024). Navigating Algeria towards a sustainable green hydrogen future to empower North Africa and Europe's clean hydrogen transition. International Journal of Hydrogen Energy. Volume 783:802-81. ISSN 3199-0360. doi: 10.1016/j.ijhydene.2024.02.328

<sup>16</sup> Roberto C., (2023). From natural gas to green hydrogen: Developing and repurposing transnational energy infrastructure connecting North Africa to Europe. Energy Policy. Volume 113623 .181. ISSN 4215-0301. doi: 10.1016/j.enpol.2023.113623

<sup>17</sup> International Trade Administration – Countries Commercial Guide

<sup>18</sup> Ibid.

<sup>19</sup> Benbba, R., Barhdadi, M., Ficarella, A., Manente, G., Romano, M.P., El Hachemi, N., Barhdadi, A., Al-Salaymeh, A., Outzourhit, (2024) A. Solar Energy Resource and Power Generation in Morocco: Current Situation, Potential, and Future Perspective. Resources, 140 .13. <https://doi.org/10.3390/resources13100140>

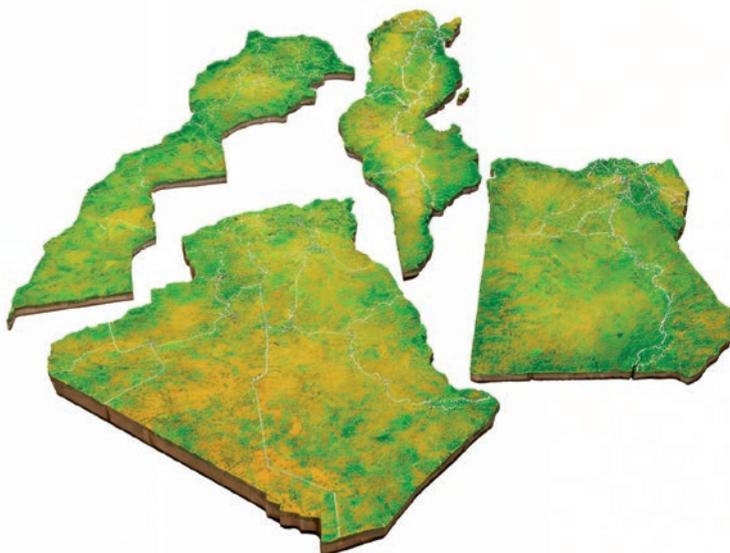
Le secteur des énergies renouvelables est devenu un axe central des investissements stratégiques et des discussions politiques au Maroc. Ces efforts ont été renforcés par l'accélération de la transition énergétique, portée par le déploiement de technologies fiables et compétitives. Grâce à ses ressources abondantes en énergie solaire et éolienne ainsi qu'à sa proximité géographique avec l'Europe, le Maroc est bien placé pour devenir un fournisseur clé d'hydrogène vert pour le marché européen<sup>20</sup>.

De son côté, La Tunisie privilégie les projets orientés vers l'exportation, capitalisant sur sa position stratégique pour approvisionner le marché européen. En intégrant l'hydrogène vert dans son réseau de gaz naturel<sup>21</sup>, la Tunisie vise à utiliser son infrastructure actuelle et à se positionner comme un acteur clé dans le développement d'un réseau de distribution d'hydrogène pour l'Union Européenne.

En ce qui concerne les cadres réglementaires, le Maroc et la Tunisie ont établi des agences dédiées pour promouvoir les énergies renouvelables et le développement de l'hydrogène, tandis que l'Algérie et l'Égypte travaillent encore à renforcer leurs environnements réglementaires.

Des projets pilotes et des partenariats bilatéraux, d'une valeur totale de plusieurs milliards de dollars, sont en cours d'exploration dans toute l'Afrique du Nord. Par exemple, un développeur allemand et la Mauritanie ont récemment signé un mémorandum d'entente (MoU) avec un consortium pour un projet de 34 milliards de dollars visant à produire 8 millions de tonnes d'hydrogène vert et de produits associés par an<sup>22</sup>. De même, l'Égypte a lancé une stratégie pour l'hydrogène vert d'une valeur de 40 milliards de dollars, soutenue par divers accords, dont un projet de 549 millions de dollars financé par l'Allemagne, le Fonds Souverain d'Égypte et la Société Égyptienne de Transmission d'Electricité, visant à produire 13000 tonnes d'hydrogène vert par an<sup>23</sup>. L'Algérie a signé des mémorandums d'entente avec des partenaires autrichiens, allemands, italiens et espagnols pour initier des études de faisabilité pour deux projets d'hydrogène vert<sup>24</sup>. La Tunisie, quant à elle, a signé six mémorandums d'entente avec des entreprises européennes pour la production d'hydrogène vert et a lancé l'une des initiatives les plus ambitieuses d'Afrique pour le développement de l'hydrogène vert, visant à l'intégrer aux schémas existants d'exportation d'électricité<sup>25</sup>. Le Maroc, de son côté, s'engage dans une diplomatie transactionnelle en signant des accords significatifs dans le domaine de l'hydrogène et des énergies renouvelables, d'une valeur de plus de 10 milliards de dollars, avec des entreprises françaises d'énergie et d'infrastructures, à la suite de la réaffirmation publique par la France de son soutien à la position du Maroc sur le Sahara occidental. En effet, le premier cycle d'attribution de terres pour les investissements dans l'hydrogène vert au Maroc est sur le point de se terminer et pourrait inclure des zones importantes situées dans le territoire contesté du Sahara occidental<sup>26</sup>.

L'essor de l'économie de l'hydrogène a intensifié la compétition géoéconomique. Les pays d'Afrique du Nord n'ont pas systématiquement accordé la priorité à la construction de coalitions ou à des efforts coordonnés pour améliorer l'accès aux financements ou négocier des accords commerciaux favorables pour la production et l'exportation d'hydrogène vert ou bleu. Au contraire, la concurrence pour attirer des investissements étrangers s'est accentuée, chaque pays mettant en avant ses avantages spécifiques : l'Égypte met en avant son cadre juridique favorable pour les investisseurs étrangers, l'Algérie insiste sur ses ressources naturelles, la Tunisie exploite sa position stratégique, et le Maroc met en valeur ses infrastructures et énergies renouvelables avancées.



<sup>20</sup> Noussan, M., Raimondi, P. P., Scita, R., & Hafner, M. (2021). The Role of Green and Blue Hydrogen in the Energy Transition—A Technological and Geopolitical Perspective. *Sustainability*, 298, (1)13. <https://doi.org/10.3390/su13010298>

<sup>21</sup> Bdioui, H., Touati, H., Ben Chiekh, M., Agüera, A. L., Ben Amor, O., Ennine, G., & Nietsch, T. (2023). Feasibility Study on Hydrogen Blending into Tunisian Natural Gas Distributing System. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202312.0662.v1>

<sup>22</sup> Reuters - Consortium signs 34\$ billion MoU for hydrogen project in Mauritania

<sup>23</sup> Energy Capital & Power - Egypt's 40\$B Green Hydrogen Strategy: Major Projects to Watch

<sup>24</sup> Hydrogen Europe - Six hydrogen production deals concluded in Tunisia

<sup>25</sup> African Energy - Tunisia pins its hopes on green energy export schemes

<sup>26</sup> African Energy - Morocco gears up for green hydrogen push in disputed Western Sahara

Pour l'Algérie et l'Égypte, l'hydrogène vert représente une opportunité cruciale de diversifier leurs économies, réduisant leur dépendance aux exportations de pétrole et de gaz. Alors que le Maroc semble poursuivre un rôle régional plus stratégique, la Tunisie se concentre sur la valorisation de sa position dans les corridors énergétiques reliant l'Europe et l'Afrique, et sur la sécurisation de sa balance des paiements en atténuant les vulnérabilités liées aux fluctuations des prix du pétrole et du gaz.

En fin de compte, le choix des voies spécifiques pour développer la production d'hydrogène dépendra non seulement de la rentabilité et de l'efficacité technologique, mais aussi des considérations géopolitiques<sup>27</sup>. Compte tenu des abondantes ressources renouvelables de l'Afrique du Nord, une question critique se pose : la production à grande échelle d'hydrogène vert est-elle bien réaliste ? Malgré l'engouement significatif, la région manque de preuves concrètes de la viabilité commerciale de projets à grande échelle. Bien qu'un petit nombre de projet pilote existe à l'échelle mondiale, son succès ne garantit pas la viabilité financière des projets à l'échelle de plusieurs gigawatts. Cette incertitude représente un risque considérable, étant donné les investissements substantiels déjà réalisés par d'importants acteurs mondiaux. Si ces ambitions s'avèrent irréalistes, les répercussions pourraient être désastreuses.

## L'HYDROGÈNE VERT : UN MIRAGE DISSIMULANT DETTE ET ÉCHANGES INÉGAUX ?

### LA MENACE IMMINENTE D'UNE DETTE INSOUTENABLE

Alors que la compétitivité des coûts varie entre les pays d'Afrique du Nord en raison de facteurs tels que les ressources en énergie renouvelable et le développement des infrastructures, l'accès au financement reste un déterminant essentiel. De manière significative, tous les mécanismes de financement prévus pour les pays d'Afrique du Nord dépendent fortement des investissements étrangers et de la coopération internationale pour concrétiser leurs stratégies en matière d'hydrogène. Malgré de nombreuses annonces de MoUs, de consortiums et de nouveaux cadres législatifs destinés à faciliter la mise en œuvre de projets de production d'hydrogène, le financement reste limité. Bien que l'économie de l'hydrogène vert soit souvent présentée comme une opportunité lucrative pour le capital financier mondial, des défis importants subsistent, notamment les investissements dans les infrastructures, les incertitudes technologiques et des retours économiques flous. Les bénéfices économiques demeurent incertains, et les acteurs de la finance privée perçoivent des risques d'investissement importants. Ces derniers, en collaboration avec les gouvernements et les organisations du Nord global, cherchent à transférer ces risques aux gouvernements hôtes à travers des mécanismes de soutien financier public. Par exemple, en juin 2021, l'Allemagne a joué un rôle central dans l'établissement de [l'initiative H2Global](#), un instrument financier conçu pour promouvoir à la fois la production d'hydrogène au sein de l'UE et encourager des partenariats d'importation avec ses futurs pays producteurs. Cette initiative vise à atténuer les risques d'investissement et à garantir la viabilité des projets liés à l'hydrogène. Atténuer les risques en les transférant aux gouvernements hôtes grâce au soutien financier public n'est pas un concept nouveau ; il est devenu plus systématique grâce aux initiatives de réduction des risques. La réduction des risques ou le *de-risking* s'est imposée comme un pilier central du financement climatique, souligné dans les recommandations politiques des grandes institutions telles que la Banque Mondiale, le FMI et les Nations Unies. Ces institutions mettent en avant l'importance de réduire les risques. Les projets d'infrastructures à grande échelle et d'énergies renouvelables alignés sur les Objectifs de Développement Durable (ODD) et l'Agenda 2030 sont de plus en plus perçus comme des opportunités d'investissement attractives pour le capital international en quête de rendements lucratifs<sup>28</sup>. Si le financement des infrastructures publiques a toujours reposé sur un mélange de fonds privés et publics, le *de-risking*, qui vise à réorganiser les économies énergétiques, est présentée comme la solution ultime pour mobiliser les ressources nécessaires, en particulier dans les pays du Sud Global.<sup>29</sup>

<sup>27</sup> Van de Graaf T., Overland I., Scholten D., Westphal K.: (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. *Energy research and social science*, -70:101667. doi: 10.1016/J.ERSS.2020.101667

<sup>28</sup> Haag, S., Tunn, J., Kalt, T., Müller, F., and Simon, J. (2024) Who profits from the green energy rush? Derisking and power relations in Africa's renewable energy finance." Transnational Institute.

<sup>29</sup> Gabor, D. and Sylla, N.S. (2023). Derisking Developmentalism: A Tale of Green Hydrogen. *Dev Change*, 1196-1169 :54. <https://doi.org/10.1111/dech.12779>

Les économies émergentes risquent de devenir de simples consommatrices de technologies liées à l'hydrogène vert et de servir principalement les intérêts des investisseurs internationaux dans le cadre actuel des réglementations sur les énergies vertes, largement façonnées par des investisseurs et des gouvernements des nations développées. Cette dynamique pourrait aggraver les vulnérabilités liées à la dette extérieure déjà existantes dans ces pays. La Banque Mondiale a rapporté qu'en 2023, deux tiers des pays à revenu intermédiaire et faible faisaient face à un risque accru de surendettement, soulignant l'urgence de traiter ces enjeux<sup>30</sup>. Les investissements massifs nécessaires à la production d'hydrogène vert pourraient entraîner une augmentation substantielle de la dette publique, qui pourrait devenir insoutenable si les revenus des projets ne répondent pas aux attentes. De plus, les taux d'intérêt élevés et les prêts libellés en devises étrangères augmentent le coût des projets et exposent les pays africains aux risques liés aux fluctuations des taux de change. À titre d'exemple, [le méga-projet d'hydrogène vert Hyphen](#), un consortium dirigé par l'Allemagne, vise à établir une installation de production d'hydrogène vert à grande échelle en Namibie, couvrant une superficie trois fois plus grande que celle de la ville de New York. Bien que présenté comme une initiative collaborative, ce projet, largement financé par la dette, comporte un risque inhérent d'augmentation substantielle du fardeau de la dette publique de la Namibie<sup>31</sup>. Ce modèle de financement du développement, fortement dépendant des forces du marché et priorisant les intérêts du capital privé, promet des profits à long terme pour les investisseurs. Cependant, il expose les nations hôtes à des risques commerciaux considérables. En fournissant des garanties souveraines pour les investissements privés, ces pays assument la responsabilité des pertes potentielles, ce qui pourrait aggraver leurs charges de dette extérieure.

## LA RÉALITÉ NON VIABLE DE L'HYDROGÈNE VERT

L'utilisation d'un ensemble spécifique d'instruments de réduction des risques est souvent encadrée par un récit commun : les pays du Sud global sont présentés comme des fournisseurs d'hydrogène vert pour les pays du Nord global, en échange d'investissements, d'opportunités d'emploi et de technologies avancées. Cet arrangement est fréquemment dépeint comme une situation « gagnant-gagnant ». Cependant, il est largement reconnu que les « projets verts » ne créent que des emplois temporaires pendant la phase de construction, les taux d'emploi chutant drastiquement par la suite<sup>32</sup>. De plus, les politiques basées sur le marché, comme le montrent les négociations climatiques, ne facilitent pas le transfert de technologies à la fois écologiquement durables et socialement équitables pour les pays en développement. Cette dynamique favorise finalement une dépendance aux technologies étrangères<sup>33</sup>. Ainsi, les pays d'Afrique du Nord pourraient devenir excessivement dépendants du marché européen pour l'hydrogène, les exposant à la volatilité des marchés et aux risques géopolitiques.

Bien que l'hydrogène vert permette une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport aux méthodes traditionnelles, une étude récente met en évidence les éventuels inconvénients de sa mise en œuvre à grande échelle<sup>34</sup>. Il émet entre 50 et 90 % moins de GES que l'hydrogène produit par reformage à la vapeur de méthane à partir de gaz naturel, mais peut néanmoins entraîner des émissions importantes et des impacts environnementaux dans le cadre d'une économie de l'hydrogène à grande échelle, en raison des émissions incorporées des technologies énergétiques et du potentiel de réchauffement climatique lié aux fuites d'hydrogène. En outre, les coûts élevés de transport de l'hydrogène sur de longues distances – des sites de production aux zones de consommation – peuvent potentiellement nuire à sa viabilité économique et accroître ses risques environnementaux. Ainsi, les pays africains risquent de faire face non seulement à une dette extérieure croissante, mais également à des coûts environnementaux considérables.

<sup>30</sup> Ibid.

<sup>31</sup> Haag, S., Tunn, J., Kalt, T., Müller, F., and Simon, J. (2024) Who profits from the green energy rush? Derisking and power relations in Africa's renewable energy finance, Transnational Institute.

<sup>32</sup> Winter, J., & Michal C. M. (2013) The 'Green Jobs' Fantasy: Why the Economic and Environmental Reality Can Never Live Up to the Political Promise. The School of Public Policy, Publications 6. doi: <http://dx.doi.org/10.11575/sppp.v6i0.42444>

<sup>33</sup> Amroune, A., & Dib, K., (2024). clean technology transfer for climate change mitigation: mechanisms and barriers -with reference to Algeria-. les cahiers du cread. <https://doi.org/10.4314/cread.v39i4.2>

<sup>34</sup> Terlouw, T., Rosa, L., Bauer, C. et al. (2024) Future hydrogen economies imply environmental trade-offs and a supply-demand mismatch. Nat Commun 7043 .15. <https://doi.org/10.1038/s7-51251-024-41467>

Les régions présentant un fort potentiel de production d'hydrogène vert coïncident souvent avec des zones souffrant de pénurie d'eau. Cela est particulièrement pertinent en Afrique du Nord, où des pays comme la Tunisie, l'Algérie et le Maroc sont déjà confrontés à un stress hydrique sévère en raison de ressources limitées en eau douce renouvelable et d'un climat chaud et aride. Le changement climatique aggrave davantage cette situation, entraînant des températures en hausse, des sécheresses prolongées et des perturbations des régimes de précipitations, faisant de la pénurie d'eau un facteur critique aux conséquences sociales, économiques et environnementales profondes<sup>35</sup>. Ainsi, détourner des quantités significatives d'eau douce pour la production d'hydrogène dans ces régions déjà touchées par le stress hydrique exacerberait les pénuries existantes, avec des impacts potentiels sur l'agriculture, la consommation humaine et les écosystèmes en Afrique du Nord.

L'augmentation de la production doit tenir compte non seulement de la disponibilité en eau, mais également des importantes ressources énergétiques renouvelables considérables et des vastes surfaces de terres nécessaires. Par exemple, avec une superficie de 500 8 km<sup>2</sup>, le projet Aman en Mauritanie – l'un des plus grands projets d'hydrogène vert au monde en cours de planification – couvre plus de territoire que de nombreuses mégapoles mondiales, telles que Tokyo, Moscou ou Pékin<sup>36</sup>. De plus, les discours qui présentent l'hydrogène vert comme une solution durable et faiblement carbonée, tout en légitimant les récits autour de l'atténuation climatique, des avantages pour le développement et de la productivité accrue de terres prétendument vides, dégradées ou sous-utilisées, sont totalement trompeurs<sup>37</sup> et rappellent des histoires d'échanges de ressources inéquitables<sup>38</sup>. Cela se reflète dans le projet [H2Atlas-Africa](#), financé par le gouvernement allemand, qui évalue le potentiel hydrogène de l'Afrique de l'Ouest à l'aide d'une classification technique supposément « objective ». Cependant, ce projet ne prend pas en compte les inégalités mondiales ou locales existantes, ni ne considère de manière adéquate les conditions socio-économiques et environnementales locales.<sup>39</sup>

En outre, certaines initiatives conjointes sur l'hydrogène, telles que le programme allemand "Go Green Go Africa", reflètent des paradigmes de développement eurocentriques. Ces cadres perpétuent l'idée selon laquelle les transitions énergétiques en Afrique nécessitent une expertise et des modèles européens, tout en négligeant la capacité du continent à opérer un développement autonome<sup>40</sup>.

Compte tenu de l'absence de preuves concrètes quant à l'efficacité et aux risques potentiels de ces projets, s'appuyer sur des technologies spéculatives et potentiellement non durables pourrait aggraver la crise socio-économique et environnementale dans les pays d'Afrique du Nord. Les recherches actuelles mettent principalement l'accent sur la faisabilité technique et économique de la production d'hydrogène vert dans les pays du Sud. Toutefois, une lacune critique subsiste dans la compréhension des risques socio-écologiques potentiels et des asymétries de pouvoir inhérentes à ces flux de ressources entre le Sud et le Nord. Bien que la recherche en sciences sociales ait commencé à explorer les défis de gouvernance et les enjeux géopolitiques liés à l'hydrogène vert<sup>41</sup>, il reste un écart significatif de connaissances concernant les risques sociaux et environnementaux potentiels<sup>42</sup>. Un autre aspect essentiel de l'évaluation de la production d'hydrogène vert en Afrique du Nord réside dans l'analyse de son potentiel à répondre aux besoins énergétiques domestiques. Ces pays disposent de vastes ressources en énergie renouvelable qui pourraient être efficacement mobilisées pour remplacer la production d'électricité à base de combustibles fossiles existants. Par ailleurs, des interconnexions régionales avec les pays voisins, et à terme avec l'Union européenne, pourraient renforcer la stabilité des réseaux électriques et favoriser le partage de l'énergie.

<sup>35</sup> Mahmoud M. (2024) The Looming Climate and Water Crisis in the Middle East and North Africa. Carnegie endowment for international peace.

<sup>36</sup> Recharge - Wind and solar powered 30GW green hydrogen giant on horizon for Mauritania

<sup>37</sup> Hamza H. (2022) The energy transition in North Africa: Neocolonialism again! Transnational Institute

<sup>38</sup> Hicckel J., Dorninger C., Wieland H., Suwandi I., (2022) Imperialist appropriation in the world economy: drain from the global south through unequal exchange. 2015-1990. Glob. Environ. Change. 102467.73.

<sup>39</sup> Kalt T., & Tunn J. (2022) Shipping the sunshine? A critical research agenda on the global hydrogen transition. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society. 6-31:72. <https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> Van de Graaf T., Overland I., Scholten D., Westphal K. (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. Energy research and social science, -70:101667. doi: 10.1016/J.ERSS.2020.101667

<sup>42</sup> Kalt T., Tunn J. (2022) Shipping the sunshine? A critical research agenda on the global hydrogen transition. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society. 6-31:72. <https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>

Cependant, exporter d'importantes quantités d'électricité renouvelable sous forme d'hydrogène vers l'Europe engendre un coût d'opportunité considérable. Privilégier l'utilisation domestique de l'énergie renouvelable permettrait de décarboner plus efficacement les systèmes énergétiques locaux et de soutenir les objectifs climatiques nationaux. Exporter de l'hydrogène vers l'Europe pour atteindre les objectifs climatiques européens, tout en négligeant les besoins énergétiques domestiques, apparaît contre-intuitif et potentiellement préjudiciable au développement durable de ces pays.<sup>43</sup>

Ainsi, un examen critique de la production d'hydrogène vert dans les pays d'Afrique du Nord met en lumière des préoccupations majeures. Celles-ci incluent le risque qu'une production à grande échelle exacerbe les inégalités environnementales et sociales existantes, ainsi que la possibilité de reproduire des schémas historiques d'exploitation des ressources, soulevant des inquiétudes liées à un "colonialisme vert".

## DÉVELOPPEMENT DE L'HYDROGÈNE VERT EN AFRIQUE DU NORD : UN CONFLIT D'INTÉRÊTS ?

Bien que l'hydrogène vert offre une voie prometteuse pour la décarbonisation de l'UE, son développement nécessite une approche nuancée et équilibrée qui privilégie la durabilité et l'équité. Les seuls facteurs techno-économiques ne peuvent pas déterminer la faisabilité des projets d'hydrogène vert. Les considérations sociales et environnementales doivent être intégrées tout au long de la chaîne de valeur, de la production à la distribution. En mettant l'accent sur le bien-être social et environnemental, les développeurs de projets peuvent atténuer les risques potentiels et garantir que les bénéfices de l'économie de l'hydrogène soient équitablement répartis<sup>44</sup>.

De plus, l'impact environnemental de la production d'hydrogène doit être soigneusement pris en compte. La pénurie d'eau est un problème majeur en Afrique du Nord, et détourner des volumes importants d'eau douce pour la production d'hydrogène pourrait aggraver les crises hydriques existantes. Bien que le dessalement soit souvent présenté comme la solution ultime dans les stratégies de production d'hydrogène vert des pays, il s'agit d'un processus très énergivore qui comporte ses propres coûts environnementaux. L'exploration de technologies innovantes et économes en eau est essentielle pour atténuer ces risques. Il est crucial d'éviter de privilégier les exportations massives d'hydrogène vers l'Europe au détriment des besoins domestiques en eau en Afrique du Nord.

Dans la même optique, les ressources en énergie renouvelable devraient être priorisées pour l'utilisation et le développement locaux, et non uniquement pour les marchés d'exportation. Comme le souligne la [African People's Climate and Development Declaration](#), l'hydrogène vert destiné à l'exportation ne doit pas se faire au détriment de l'accès à l'énergie pour des millions d'Africains. Les ressources en énergie renouvelable d'Afrique du Nord pourraient être utilisées de manière plus efficace pour remplacer les combustibles fossiles sur place, renforçant ainsi la sécurité énergétique et favorisant le développement durable. À l'inverse, plutôt que de perpétuer son modèle néocolonial énergétique basé sur l'exploitation des pays du Sud global, l'UE devrait réviser immédiatement sa stratégie RePowerEU, abandonner ses objectifs irréalistes d'importation et de production d'hydrogène, et augmenter massivement les investissements dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables afin de réduire la dépendance au gaz<sup>45</sup>.

En fin de compte, une transition juste et durable vers l'hydrogène vert nécessite un changement par rapport à un modèle exclusivement axé sur l'exportation. Prioriser les besoins locaux en énergie, en eau et en terres, favoriser des partenariats équitables et garantir la durabilité environnementale sont essentiels pour réaliser le potentiel des avantages de cette technologie émergente, si tant est qu'il y en ait.

<sup>43</sup> Michael Barnard (2022) Morocco, Algeria, Egypt: Assessing EU plans to import hydrogen from North Africa. Corporate Europe Observatory and Transnational Institute.

<sup>44</sup> Blohm M., Dettner F., (2023) Green hydrogen production: integrating environmental and social criteria to ensure sustainability. Smart Energy, 100112. 11.10.1016/j.segy.2023.100112

<sup>45</sup> Michael Barnard (2022) Morocco, Algeria, Egypt: Assessing EU plans to import hydrogen from North Africa. Corporate Europe Observatory and Transnational Institute.

## CONCLUSION

Malgré ses inconvénients potentiels, l'engouement pour l'hydrogène ne cesse de croître, captivant les décideurs politiques et les investisseurs en tant que solution perçue ultime aux défis pressants du changement climatique et de la sécurité énergétique. Cependant, son adoption à grande échelle demeure parsemée de risques, notamment la perpétuation d'un colonialisme vert et l'aggravation des dépendances à l'extraction des ressources dans le Sud global.

En fin de compte, le succès de l'hydrogène vert dépendra d'une combinaison de facteurs, notamment l'innovation technologique, un soutien politique solide et une demande soutenue sur le marché. Si ces éléments s'alignent, l'hydrogène vert pourrait contribuer de manière significative à la transition vers une économie énergétique propre<sup>46</sup>. Cependant, il est essentiel d'aborder cette technologie avec des attentes réalistes et de prendre en compte soigneusement les implications environnementales, économiques et sociales de son adoption à grande échelle.

Par exemple, le programme pilote de certification de l'UE, [CertifHy](#), qui classe l'hydrogène comme « bas-carbone » ou « propre »<sup>47</sup>, met en évidence une limite clé : la certification carbone à elle seule ne suffira pas à résoudre les conflits liés à la justice foncière, hydrique et énergétique. Une approche plus globale est nécessaire – une approche qui tienne compte des conditions écologiques sous-jacentes aux économies humaines – pour conceptualiser les mécanismes alimentant les inégalités dans la répartition des ressources.

En outre, l'accent mis sur les projets d'hydrogène vert à grande échelle pourrait détourner l'attention des mesures climatiques plus urgentes et efficaces, telles que l'investissement dans des projets d'énergie renouvelable adaptés localement et dans l'efficacité énergétique.<sup>48</sup>

<sup>46</sup> Yap, J.; McLellan, B. A (2023) Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments* 10, no. 11 :1. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>

<sup>47</sup> Cheng W, Lee S. (2022) How Green Are the National Hydrogen Strategies? *Sustainability*. 1930:(3)14. <https://doi.org/10.3390/su14031930>

<sup>48</sup> Michael Barnard (2022) Morocco, Algeria, Egypt: Assessing EU plans to import hydrogen from North Africa. *Corporate Europe Observatory and Transnational Institute*.

## BIBLIOGRAPHIE

- Amroune, A., & Dib, K., (2024) Clean technology transfer for climate change mitigation: mechanisms and barriers -with reference to Algeria-. *les cahiers du cread*. <https://doi.org/10.4314/cread.v39i4.2>
- Barnard M., (2022) Morocco, Algeria, Egypt: Assessing EU plans to import hydrogen from North Africa. Corporate Europe Observatory and Transnational Institute.
- Bdioui, H., Touati, H., Ben Chiekh, M., Agüera, A. L., Ben Amor, O., Ennine, G., &Nietsch, T. (2023). Feasibility Study on Hydrogen Blending into Tunisian Natural Gas Distributing System. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202312.0662.v1>
- Benbba, R., Barhdadi, M., Ficarella, A., Manente, G., Romano, M.P., El Hachemi, N., Barhdadi, A., Al-Salaymeh, A., Outzourhit, (2024) A. Solar Energy Resource and Power Generation in Morocco: Current Situation, Potential, and Future Perspective. *Resources*, 140 ,13. <https://doi.org/10.3390/resources13100140>
- Blohm M., Dettner F., (2023) Green hydrogen production: integrating environmental and social criteria to ensure sustainability. *Smart Energy*, 100112 ,11. <https://doi.org/10.1016/j.segy.2023.10011>
- Brandon NP, Kurban Z. (2017) Clean energy and the hydrogen economy. *Phil. Trans. R. Soc. A* 20160400 :375. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0400>
- Cheng W, Lee S. (2022) How Green Are the National Hydrogen Strategies? *Sustainability*. 1930:(3)14. <https://doi.org/10.3390/su14031930>
- Gabor, D. and Sylla, N.S. (2023), Derisking Developmentalism: A Tale of Green Hydrogen. *Dev Change*, 1196-1169 :54. <https://doi.org/10.1111/dech.12779>
- Griffiths, S.; Sovacool, B.K.; Kim, J.; Bazilian, M.; Uratani, J.M. (2021) Industrial decarbonization via hydrogen: A critical and systematic review of developments, socio-technical systems and policy options. *Energy Res. Soc. Sci.*, 102208 ,80. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102208>
- Hamza H., (2022) The energy transition in North Africa: Neocolonialism again! Transnational institution
- Hickel J., Dorninger C., Wieland H., Suwandi I., (2022) Imperialist appropriation in the world economy: drain from the global south through unequal exchange, 2015-1990. *Glob. Environ. Change*, 102467 ,73. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102467>
- Hydrogen Council and McKinsey & Company (2022). *Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization*.
- IEA (2020), *Energy Technology Perspectives 2020*, International Energy Agency. Paris <https://doi.org/10.1787/d07136f-Oen>
- IRENA (2020), *Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
- Kalt T, Tunn J. (2022) Shipping the sunshine? A critical research agenda on the global hydrogen transition. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*. 6-31:72. <https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>
- Mahmoud M., (2024) The Looming Climate and Water Crisis in the Middle East and North Africa. Carnegie endowment for international peace.
- Noussan, M., Raimondi, P. P., Scita, R., & Hafner, M. (2021) The Role of Green and Blue Hydrogen in the Energy Transition – A Technological and Geopolitical Perspective. *Sustainability*, 298 ,(1)13. <https://doi.org/10.3390/su13010298>
- Odenweller, A., Ueckerdt, F., Nemet, G.F. et al. (2022) Probabilistic feasibility space of scaling up green hydrogen supply. *Nat Energy* 865-854 ,7. <https://doi.org/10.1038/s4-01097-022-41560>
- Roberto C., (2023). From natural gas to green hydrogen: Developing and repurposing transnational energy infrastructure connecting North Africa to Europe. *Energy Policy*, Volume 113623 ,181, ISSN 4215-0301. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113623>
- Terlouw, T., Rosa, L., Bauer, C. et al. (2024) Future hydrogen economies imply environmental trade-offs and a supply-demand mismatch. *Nat Commun* 7043 ,15. <https://doi.org/10.1038/s7-51251-024-41467>
- Tiar B., Fadlallah S. O., Benhadji, S. D. E., Graham P., Aogela H.; (2024). Navigating Algeria towards a sustainable green hydrogen future to empower North Africa and Europe's clean hydrogen transition. *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 783:802 ,61, ISSN 3199-0360. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.02.328>
- Van de Graaf T., Overland I., Scholten D., Westphal K.; (2020). The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. *Energy research and social science*, -70:101667. <https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2020.101667>
- Winter, J., & Michal C. M., (2013) The 'Green Jobs' Fantasy: Why the Economic and Environmental Reality Can Never Live Up to the Political Promise." *The School of Public Policy. Publications* 6. <http://dx.doi.org/10.11575/sppp.v6i0.42444>
- Yap, J.; McLellan, B. A (2023) Historical Analysis of Hydrogen Economy Research, Development, and Expectations, 1972 to 2020. *Environments* 10, no. 11 :1. <https://doi.org/10.3390/environments10010011>

