

Les potentialités d'exploitation d'hydrogène solaire en Algérie dans un cadre euro – maghrébin

Partie I: Phase d'étude d'opportunité et de faisabilité

F. Harouadi ¹, B. Mahmah ^{2*}, M. Belhamel ², S. Chader ², A. M'Raoui ² et C. Etievant ³

¹ Laboratoire de Mécanique, Université 8 Mai 45, Guelma, Algérie

² Centre de Développement des Energies Renouvelables,
B.P. 69, Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie

³ Compagnie Européenne des Technologies de l'Hydrogène, France

(reçu le 3 Février 2007– accepté le 21 Juin 2007)

Résumé - Lors de la 16^{ème} Conférence Mondiale de l'Hydrogène Energie qui a lieu à Lyon (France) du 13 au 16 juin 2006, un grand projet d'avenir est né. Il s'agit de la production et l'exportation de l'hydrogène solaire dans un cadre euro-maghrébin. Ce projet a été proposé dans la Déclaration d'Alger sur l'Hydrogène d'origine renouvelable en 2005. Le présent article expose une première phase sur l'étude des potentialités, la faisabilité du projet, ainsi que les éléments fondamentaux pour un encadrement scientifique et technique de ce grand projet.

Abstract - During the 16th World Hydrogen Energy Conference which held on June 13-16, 2006, in Lyon (France), an important project appeared, it concerns the production and export of solar hydrogen in the Mediterranean context (Maghreb – Europe), proposed in the Algiers Declaration of the Hydrogen of origin renewable in 2005. The present article exposes a study on the appropriateness and the feasibility of the Project, as well as the fundamental elements for a scientific and technique accompaniment of this important project.

Mots clés: Energie Solaire – Hydrogène – Production - Réseau Gazoduc - Nappe du Continental.

1. INTRODUCTION

En réponse aux problèmes liés à la crise actuelle de l'énergie, avec la hausse du prix du baril de pétrole et aux émissions de gaz à effet de serre, l'hydrogène apparaît aujourd'hui comme le combustible propre de substitution stratégique des prochaines décennies. Parallèlement, l'accroissement de la contribution des énergies renouvelables, telles que l'énergie solaire au bilan énergétique nécessite le développement de méthodes de stockage et de moyens de transport de cette énergie. Dans ce contexte, l'hydrogène répond à ces objectifs, et se présente comme une alternative énergétique dans un cadre de développement durable [1-3]. Par ailleurs, ce gaz s'adapte parfaitement en tant que carburant pour des applications multiples. La maîtrise de la production et du transport de l'hydrogène conditionne son développement à long terme. Dans ce travail, nous avons présenté les éléments d'opportunité et de faisabilité d'un projet très promoteur pour les pays situés au Sud et au Nord de la Méditerranée concernant l'exploitation du gisement solaire dans la région du Maghreb, qui présente un potentiel 100 fois plus que la consommation d'énergie mondiale actuelle. D'autre part, la possibilité de transporter ce vecteur énergétique à travers le réseau gazier transméditerranéen mérite d'être exploiter. Dans ce contexte, l'économiste et l'environnementaliste, B. Dessus, 2002 a écrit: "Le Sahara peut alimenter l'Europe en électricité ou en hydrogène" [4]. Ce Sahara contient en volume environ 10 000 fois plus d'eau que de pétrole [5].

* mah2pemfc@gmail.com

2. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

A l'occasion de la Conférence Mondiale sur l'Hydrogène Energie (WHEC'2006), tenue à Lyon (France) en Juin 2006, les experts de l'Algérie (CDER), de la France (CETH, ULP, PROMES, CNRS, Université Paris XI, Ecole des Mines de Paris, Alphéa Hydrogène), de la Grèce (Aerosol & Particle Technology Laboratory, APTL), de l'Espagne (CIEMAT, PSA Almeria), de l'Italie (Paolo Prosinì – ENEA), de l'Allemagne (DLR), de la Suisse (ETH Zürich), de la Turquie (Unido – Ichet), de la Libye (University of 7th Oktober Misurata) et des USA (UMR-Missouri, the Hydrogen + Fuel Cell Letter) se sont réunis lors de la session satellite du 14 Juin 2006 et ont exprimé leur confiance dans la possibilité de l'exploitation de l'immense potentiel solaire des pays du Maghreb pour la production d'hydrogène solaire à grande échelle par la création d'un consortium et en donnant naissance à un projet d'avenir Sud-Nord de la Méditerranée.

Par ailleurs, dans la déclaration d'Alger, suite de l'organisation du Premier Workshop International sur l'Hydrogène d'origine renouvelable, les experts scientifiques (Algérie, Tunisie, Maroc, Egypte, France, Italie, Allemagne et Grande Bretagne) réunis, ont recommandé la création d'un grand projet de coopération Maghreb-Europe pour le développement et l'exploitation de l'Hydrogène produit à partir de l'énergie solaire dans les pays du Maghreb [6, 7]. Ce projet de grande envergure répondra notamment aux objectifs suivants :

- Développer les technologies les plus performantes pour la production d'hydrogène à l'aide de l'énergie du soleil. L'hydrogène pourra, selon les cas, être produit à partir de l'eau ou à partir des hydrocarbures, des combustibles renouvelables issus de la biomasse;
- Développer les technologies de transport de l'hydrogène sur de longues distances : gazoducs, transports maritimes et terrestres;
- Tester les composants/systèmes sur des sites d'essais convenablement équipés à cet effet;
- Evaluer, comparer et valider les technologies les plus performantes en vue de leur développement industriel à grande échelle;
- Recenser les acteurs de la R&D et industriels susceptibles de contribuer à ce développement;
- Mener les études technico-économiques en vue de préparer la stratégie industrielle et le développement de la filière hydrogène solaire.

3. ELEMENTS DE FAISABILITE DU PROJET

Le projet de production d'hydrogène solaire en Algérie, peut être lancé éventuellement à travers la réalisation d'une centrale thermodynamique solaire à Ghardaïa (près de Hassi R'Mel), site répondant pleinement aux éléments de faisabilité incontournables du projet: i) gisement solaire considérable, ii) quantité d'eau substantielle exploitable, iii) réseau de gazoducs transméditerranéens disponible, iv) techniques de production d'hydrogène maîtrisée.

3.1 Potentiel solaire

Les régions désertiques du globe (Grand Sahara, Sud-Ouest des Etats-Unis d'Amérique, Australie, Afrique du Sud) recevant jusqu'à 2900 kWh/m²/an de rayonnement direct fournissent largement la surface nécessaire à une production massive d'énergie par les technologies à concentration [3], (Fig. 1).

Les pays du Maghreb ont un potentiel solaire élevé. Les taux d'irradiation solaire effectués par satellites par l'Agence Spatiale Allemande (DLR), montrent des niveaux d'ensoleillement exceptionnels de l'ordre de 1200 kWh/m²/an dans le Nord du Grand Sahara. Par contre, les meilleurs taux d'irradiation solaire en Europe sont de l'ordre de 800 kWh/m²/an limités à la partie sud de l'Europe [10].

Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit: 169.000 TWh/an pour le solaire thermique, 13,9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque et 35 TWh/an pour l'éolien [12]. La répartition du potentiel solaire par région climatique au niveau du

territoire algérien est présentée dans le **Tableau 1**, selon l'ensoleillement reçu annuellement [13, 14].

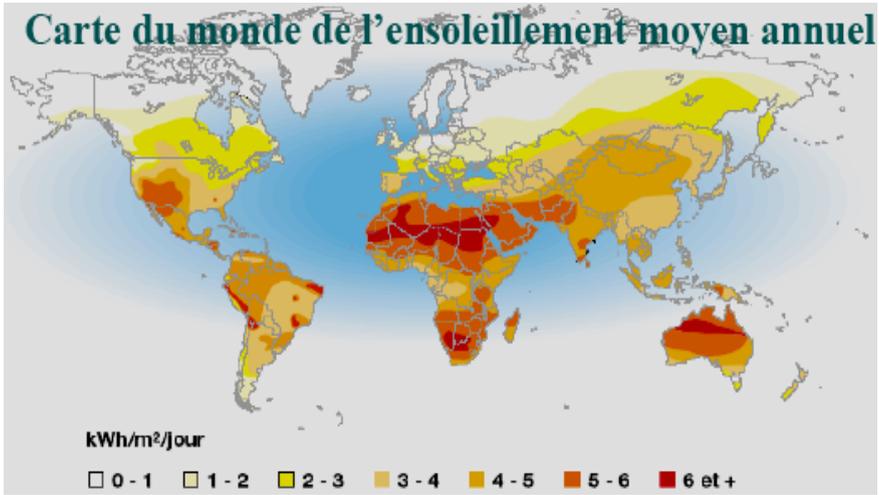


Fig. 1: Carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel [11]

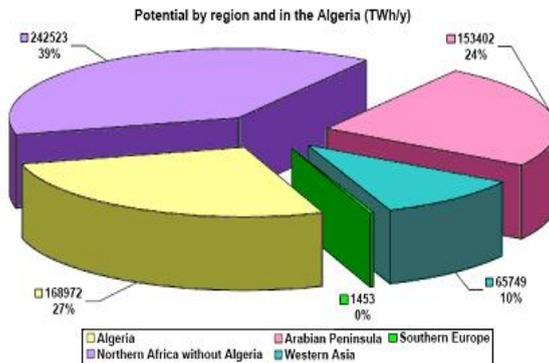


Fig. 2: Présentation des ratios du potentiel solaire de l'Algérie par rapport aux Pays de l'Afrique du Nord, des Pays du Moyen Orient et des les Pays Méridionaux de l'Europe [11]

Tableau 1: Ensoleillement reçu annuellement en Algérie par région climatique

Régions	Littoral	Hauts Plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	10	86
Ensoleillement (h/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (kWh/m ² /an)	1700	1900	2650

Le potentiel solaire algérien est l'équivalent de 10 grands gisements de gaz naturel qui auraient été découvert à Hassi R'Mel. En effet, des opportunités exceptionnelles se présentent au niveau de toute la région pour exploiter le gigantesque gisement d'énergie solaire du Grand Sahara, en utilisant l'hydrogène produit à partir de l'énergie solaire, vecteur énergétique propre et sécurisé, afin d'assurer l'approvisionnement énergétique nécessaire.

3.2 Potentiels hydriques

Les ressources en eaux souterraines transfrontalières du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières algériennes (Tunisie et Libye). Ceux de :

- La nappe du Continental Complexe Terminal qui couvre l'ensemble de la cuvette du Bas-Sahara [15]. Elle est principalement alimentée par les écoulements sahariens sur tous les revers rocheux qui ceignent le grand Erg Oriental [16] et par des arrivées d'eau du sud et de l'ouest [15]. Elle est exploitée depuis longtemps dans l'Oued Righ, région située aux environs de Touggourt (Wilaya d'Adrar).
- La nappe du Continental Intercalaire (dite nappe albienne), sa profondeur moyenne est de 1000 m. Elle est artésienne, caractérisée par un débit spécifique de l'ordre de 250 l/s. Son eau est chaude, et dépasse les 60°C [17], salée de l'ordre de 2 à 7g/l [18]. Cette nappe constitue un des plus grands réservoirs aquifères au monde et un des trois réservoirs sur lesquels le monde arabe compte tirer ses ressources hydriques dans l'avenir (les deux autres étant l'aquifère des Grès nubiens en Libye et en Egypte, et les aquifères d'Arabie Saoudite). L'alimentation de la nappe est relativement faible, se fait par ruissellement à la périphérie du réservoir [17] (**Tableau 2**), (Fig. 3).

Tableau 2: Caractéristiques de deux nappes aquifères dans les pays maghrébins [14, 16, 19]

Bassin des Pays Algérie - Tunisie, Sahara nordique	Superficie (10 ³ km ²)	Réservoir (10 ⁹ m ³)	Profondeur du toit (m)	Recharge (mm ³ /an)	Enlèvement (mm ³ /an)
Nappe du Complexe Continental Terminal	350		(100-500)	500	400
Nappe du Continental Intercalaire (dite nappe albienne)	600	60 000	1000-2000	270	200

Les estimations des volumes des deux aquifères des nappes du Continental Intercalaire et du Complexe Terminal du Sahara septentrional sont à peu près de 60 000 milliards de m³ [17]. La capacité du réservoir est si importante, qu'elle autorise une exploitation durable [16, 18]. Cependant, ces réserves aquifères restent un pôle d'intérêt et de développement vital pour l'exploitation des réservoirs d'eau et constituent un atout majeur pour la production d'hydrogène à grande échelle. Les résultats de modélisation mathématique de gestion des nappes (ERESS-1972 et 1985, BRL/CDARS-1999, ANRH/SAS'OSS'-2002) et de conclusions dégagées suite à plusieurs années d'exploitation de ces nappes continentales sahariennes septentrionales [17] montrent que:

- l'existence de ces nappes est un avantage supplémentaire grâce à la faible profondeur des toits du réservoir. Avantage qui milite en faveur de la possibilité d'utilisation de ces réserves en eau dans des stations de production d'hydrogène performantes et moins coûteuses.
- l'élaboration des modèles mathématiques de gestion, de planification et de suivi de la ressource en eau est indispensable pour permettre surtout de prévoir à moyen et long terme l'évolution de la nappe en fonction des prélèvements proposés, ainsi que les conséquences de son utilisation dans des stations de production d'hydrogène.

3.3 Réseau gazoduc

La position géographique de l'Algérie lui confère un rôle déterminant dans l'approvisionnement énergétique de l'Union Européenne. En méditerranée, l'Algérie est le principal fournisseur de gaz de l'Europe. Deux gazoducs relient déjà le Sahara à l'Europe. Ce réseau de gazoducs, totalisant une longueur de 7419 km, d'une capacité d'environ 101,32 milliards de m³ de Gaz Naturel (GN) [20]. Deux nouveaux gazoducs transcontinentaux qui vont relier directement l'Algérie à l'Europe sont en cours de réalisation, l'un par l'Ouest 'Medgaz', et l'autre à l'Est 'Galsi' (**Tableau 3**), (Fig. 4 et 5).

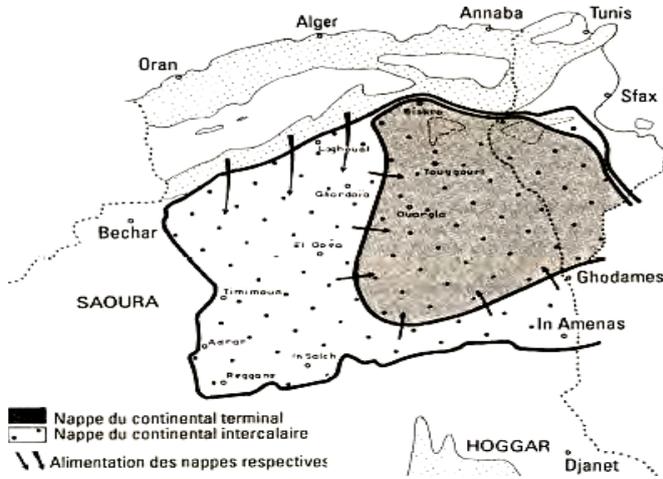


Fig. 3: Les richesses hydrauliques sahariennes [15]

Tableau 3: Caractéristiques du réseau de Gaz Naturel au Nord de l’Afrique [21]

Caractéristiques Du gazoduc	Transmed	Canalisations de Camisea (Pérou)	Medgaz (Ouest) fonctionnel 2009	Galsi (Est) lancement 2008
Réseau	Algérie-Italie via la Tunisie et la Sicile.	Algérie-Espagne via le Maroc.	Hassi R'mel, Béni Saf (Algérie) Et Almeria (Espagne).	Hassi R'mel, EIKala (Algérie), Cagliari, Olbia (Sardaigne) et CD Pescaia (Italie)
Longueur	-	716 km	747 km	1 470 km
Capacité	$10^{10} \text{ m}^3/\text{an}$ (GN)	$1,15 \cdot 10^{10} \text{ m}^3/\text{an}$ (GN), extensible.	$0,8-1 \cdot 10^{10} \text{ m}^3/\text{an}$ (GN)	$0,8 \cdot 10^{10} \text{ m}^3/\text{an}$ (GN)



Fig. 4: Réseau gazoduc transméditerranéen [22]

L'utilisation de pipelines du réseau de Gaz Naturel (GN) présente aujourd'hui une voie prometteuse principale pour le transport d'hydrogène produit via les sources renouvelables en mixture avec le GN [23, 27, 28]. Ce réseau qui représente actuellement en Europe plus de 1,4 Millions de km de pipelines de gaz naturel, dont 145 000 km concerne les pipelines à Haute Pression (HP) [24] (Fig. 5). Les pipelines d'hydrogène représentent actuellement un réseau de 2500 km, ces réseaux sont surtout situés en Europe (1500 km) et aux États-Unis (900 km). Les principaux exploitants de ces réseaux sont Air liquide, Air Product et Praxair [25].

Deux exigences techniques s'imposent pour le développement du transport du mélange (Gaz Naturel – Hydrogène). Il s'agit d'une adaptation technique de la grille du Gaz Naturel pour le transport du mélange, ainsi que la maîtrise des techniques et des procédés de séparation de ce mélange gazeux pour la récupération de l'hydrogène [25-28]. Enfin, selon la plupart des experts [26], les lignes de gaz naturel sont compatibles pour le transport du mélange (Gaz Naturel – Hydrogène) de 15 à 20 % d'hydrogène sans aucune modification de la grille.

L'avantage principal de ce mode de transport d'hydrogène déjà existant est la réduction des coûts et la facilitation de sa distribution [27, 29, 30]. Le mélange gaz naturel et hydrogène appelé Hythane a prouvé déjà ses performances pour différentes concentrations des deux gaz [31, 32].

Le réseau gazoduc du gaz naturel transméditerranéen existant offre une occasion unique pour:

- le transport simultané et la distribution séparée de l'hydrogène et du gaz naturel,
- l'introduction répandue et rentable de l'hydrogène dans le contexte énergétique mondial,
- une distribution rentable de l'hydrogène,
- la catalyse des développements à court terme; dans le domaine de la production, la distribution et l'utilisation d'hydrogène et aussi la sensibilisation de l'opinion publique.

La figure 6, présente un consortium européen déjà existant, celui de 'Naturalhy', un projet de transport et distribution du mélange (Gaz Naturel – Hydrogène). Les objectifs du projet sont orientés pour définir les conditions techniques et socio-économiques pour injecter de l'hydrogène dans le gaz naturel en utilisant l'infrastructure du gaz naturel existante dans une phase de transition à l'économie de l'hydrogène.

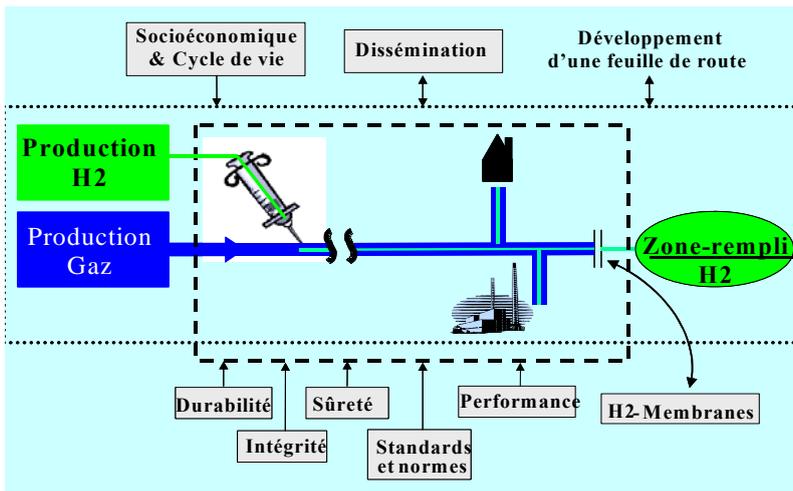


Fig. 6: Schéma présenté par 'Naturalhy Project' (2005) [32]

La figure 6, présente un consortium européen déjà existant celui de 'Naturalhy', un projet de transport et distribution d'une mixture GN/H2, les objectifs du projet sont orientés pour définir les conditions techniques et socio-économiques pour injecter de l'hydrogène dans le gaz naturel en utilisant l'infrastructure de GN existante dans une phase de transition à l'économie de l'hydrogène, avec 48 partenaires impliqués pour un budget de 11 millions €[32].

3.4 Techniques de production d'hydrogène solaire

Plusieurs voies pour extraire l'hydrogène sont possibles. Actuellement, plusieurs projets sont en cours d'exécution à travers le monde concernant l'hydrogène produit à partir d'énergie solaire. Pour une production intensive d'hydrogène, la voie de l'énergie solaire thermique semble la solution la plus intéressante. Le développement futur de cette activité dépendra de plusieurs facteurs techniques, économiques et politiques.

Les techniques de production d'hydrogène solaire ont atteint un stade de maturité et d'efficacité avec l'émergence des nouveaux concepts de technologies [33] (Fig. 8) et des nouvelles générations des centrales solaires thermodynamiques [3]. Ces technologies permettent de transformer le rayonnement solaire en chaleur à un niveau de température situé entre 200°C et 2000°C, avec un rendement supérieur à 70 %, cette chaleur primaire ensuite sera converti en vecteur énergétique d'hydrogène. Les concentrateurs solaires pourraient être une des alternatives qui intéresse les pays qui ont des ressources importantes en énergie solaire. La question d'utilisation de ces concentrateurs d'énergie en Afrique du Nord pour la production d'hydrogène et d'électricité ne date pas d'aujourd'hui. En effet, depuis la fin des années 1970, il y avait des négociations initiées par l'Algérie pour l'achat de la centrale Thémis, mais ces négociations ont échoué pour différentes raisons [34].

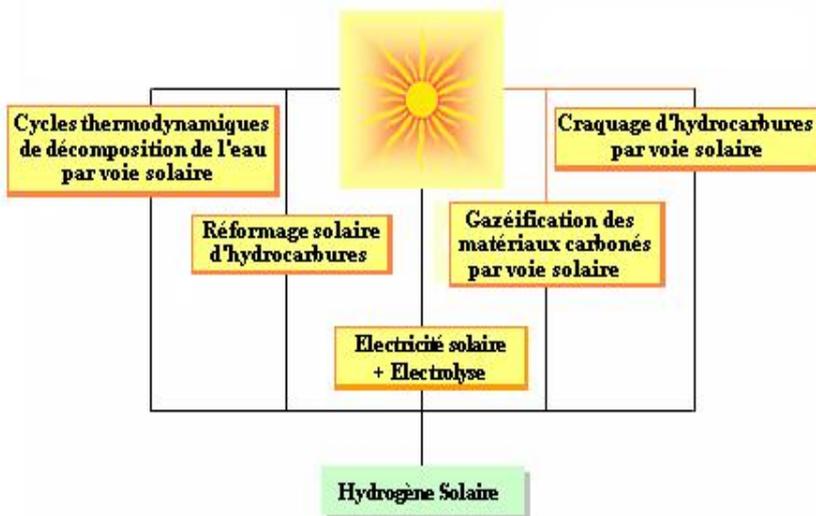


Fig. 7: Filières de synthèse de l'hydrogène par voie solaire [3]

Aujourd'hui, avec près de 2000 MWe en projet de centrales solaires thermodynamiques dans le monde, plusieurs pays s'intéressent de nouveau à des projets de plus grande taille, grâce notamment aux recherches effectuées dans quelques pays (Espagne, USA, ...) et à la coopération internationale (Fig. 9).

Pour les pays du Maghreb, il y a un potentiel de ressources solaires qui peut bénéficier de la maturité et de l'efficacité de ces nouvelles technologies de centrales solaires. Un calcul simplifié fondé sur l'estimation de la chaleur solaire utile pour piloter les réactions chimiques de synthèse d'hydrogène montre que sous un ensoleillement de 2200 kWh/m²/an la productivité annuelle attendue des installations solaires à concentration varie de 141 m³H₂/m²/an pour la dissociation de l'eau, 803 m³H₂/m²/an pour le vaporeformage, à 1122 m³H₂/m²/an pour le craquage du méthane. Pour illustrer ces chiffres, on note qu'une surface de collecteurs comprise entre 445 et 3550 km² est suffisante pour assurer la production mondiale actuelle d'hydrogène qui est de l'ordre de 500 milliards de m³ par an [3]. Le recours aux unités de filières solaires thermiques, offre de nouvelles

opportunités aux régions du monde fortement ensoleillées, comme les pays du Maghreb, et qui peuvent ainsi devenir d'importants producteurs «d'hydrogène énergie» [3, 33].

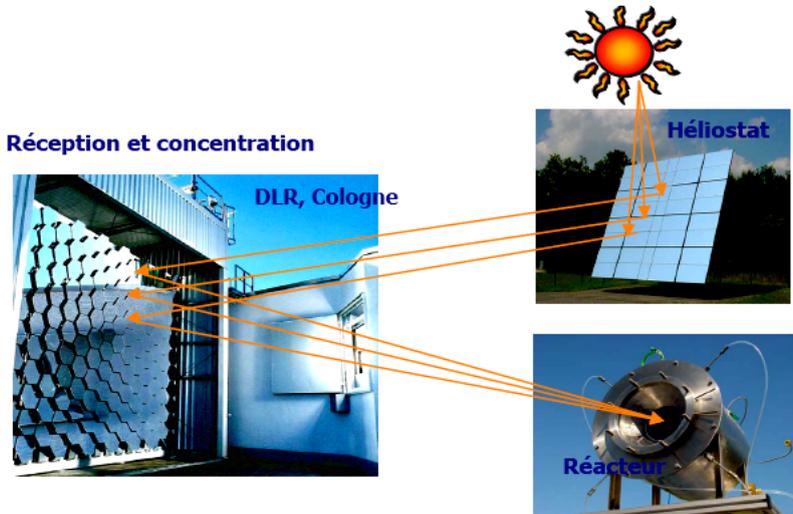


Fig. 8: Projet 'HYDROSOL', Réacteur monolithique pour la production d'hydrogène via la dissociation de l'eau par voie solaire [33]

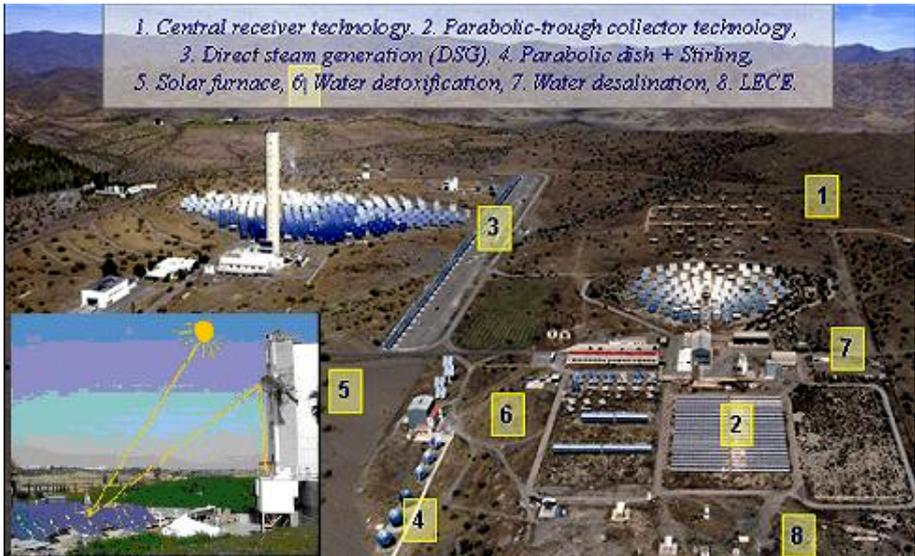


Fig. 9: Installation européenne de la Plataforma Solar de Almería (ES) principal site de tests et de démonstration de l'énergie solaire thermique [35]

4. CONCLUSION

La présente étude a bien montré les potentialités, ainsi que les éléments de faisabilité d'un projet de production d'hydrogène à partir de l'énergie solaire en Algérie, avec l'identification des différents indices technico-économique pour sa réalisation. Ce projet offre aux pays du Maghreb, pour l'exportation du nouveau vecteur énergétique d'hydrogène à travers l'exploitation durable de

leur gigantesque gisement solaire. L'aboutissement de ce grand projet nécessite une large concertation entre les pays Euro-Maghrébins tout en impliquant les politiques, les industriels et les chercheurs scientifiques activant dans le domaine de l'hydrogène solaire.

REFERENCES

- [1] S. Dunn, *'Hydrogen Futures: Toward a Sustainable Energy System'*, World Watch Paper 157, Worldwatch Institute, Washington, August 2001.
- [2] A. Taylor, J. Row et M. Winfield, *'Cadre Budgétaire pour une Economie des Piles à Combustible et de l'Hydrogène - Politiques et Programmes Ailleurs dans le Monde - Exemples et Précédents'*, Pembina Institute for Appropriate Development, Juillet 2002.
- [3] A. Ferriere et G. Flamant, *'Captation, Transformation et Conversion de l'Energie Solaire par les Technologies à Concentration'*, IMP-CNRS, Centre du Four Solaire, 2004.
- [4] B. Dessus, *'Choix Energétiques, Choix de Développement'*, Revue EcoRev, N°10, Automne 2002.
- [5] B. Mahmah, A. M'Raoui et F. Harouadi, *'Hydrogène d'Origine Renouvelable: Une Richesse Energétique du Désert Promotrice pour la Lutte contre la Désertification'*, Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable, CRSTRA/Université M^{ed} Khider, Biskra, Algérie, 10-12 Juin 2006.
- [6] Déclaration d'Alger, *'Premier Workshop International sur l'Hydrogène: Vecteur Energétique d'Origine Renouvelable'*, Cité des Sciences, Alger, Algérie, 21 - 23 Juin 2005.
- [7] Document, *'Actualités du Réseau Alphéa Hydrogène'*, Communiqué N°22, 19 Décembre 2005.
- [8] Document, *'16th WHEC Daily Report'*, N°3, Lyon, France, June 16, 2006.
- [9] Document, *'Consortium du Projet Maghreb'*, http://maghrebeurope.ceth.fr/fr_consortium.htm.
- [10] D.R. di Valdalbero, *'La Recherche Energétique Européenne: Pont de Coopération sur la Méditerranée'*, Liaison Energie-Francophonie, N°71, Energie et Développement Durable en Méditerranée, pp. 71 - 76, 2^{ème} Trimestre 2006.
- [11] Document, *'L'Electricité Photovoltaïque : Principes et Applications'*, Rapport Technique, Total Société, Edition Juin 2006.
- [12] Document, Liaison Energie-Francophonie. *'Energie et Développement Durable en Méditerranée'*, N°71, p. 95, 2^{ème} Trimestre 2006.
- [13] S. Bentouba, A. Slimani et M.S. Boucherit, *'Les Energies Renouvelables dans le Cadre d'un Développement Durable en Algérie, Wilayas du Grand Sud par Exemple'*, 8^{ème} Séminaire International sur la Physique Energétique, SIPE'06, Centre Universitaire de Béchar, Algérie, 11 - 12 Novembre 2006.
- [14] A. Ainouche, *'Natural Gas and Algerian Strategy for Renewable Energy'*, 23rd World Gas Conference, Amsterdam, 2006.
- [15] Y. Kouzmine, *'L'Espace Saharien Algérien, Dynamiques Démographiques et Migratoires'*, Maîtrise de Géographie, Laboratoire THEMA, Institut de Géographie, Université de Franche-Comté, 2003.
- [16] F. Janci, *'Le Développement du Désert du Sahara: un Frein ou un Moteur Possible pour l'Union Régionale Maghrébine?'*, Mémoire de Géopolitique du Maghreb, Collège Interarmées de Défense, 2003.
- [17] A. Khadraoui, *'Gestion de la Ressource en Eau et des Sols dans les Oasis Algériennes: la Vallée de l'Oued Rhir'*, Conférence Euro-africaine (Eau et Territoires), Académie de l'Eau/UNESCO, UNESCO, Paris, France, 22 - 23 Mars 2005.
- [18] L. Zella, *'Peut-on Rendre l'Ame aux Oasis Algériennes?'*, Quotidien El Watan, 28 Août 2006.
- [19] B. Appelgren, *'Scope of the International Workshop on Transboundary Aquifers in the African Region'*, Proceedings of the International Workshop, Tripoli, Libya, pp. 47 - 52, 2 - 4 June 2002.
- [20] Document, Ambassade d'Algérie en France, *'Algérie: L'Autre Rive'*, Livre d'Or, 2003.

- [21] M.S. Kesbadji, '*L'Entreprise Nationale s'internationalise: Sonatrach, le Top Niveau Mondial*', Revue Energie & Mines, N°2, Avril 2004.
- [22] M. Geyer, '*Report on the SolarPaces Start Mission to Algeria*', SolarPaces Start Mission to Algeria, IEA SolarPACES, September 14 - 18, 2003
- [23] TREC Development Group, '*Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation (TREC) for Development, Climate Stabilisation and Good Neighbourhood*', Trans-Mediterranean Renewable Energy Cooperation TREC, Amman 2003, Paper for Arab Thought Forum and Club of Rome.
- [24] International Partnership of the Hydrogen Economy (IPHE), '*Preparing for the Hydrogen Economy by Using the Existing Natural Gas System as a Catalyst (Naturalhy)*', Strategic Justification of the Research Project, Sixth Framework Programme, Version July 2006.
- [25] Report of Second Panel Forum, '*Hydrogen Pipeline Transmission: Updates & Opportunities*', ASME 6th International Pipeline Conference, Telus Convention Centre, Rooms, September 25th, 2006.
- [26] F. Oney, T.N. Veziroglu and Z. Dulger, '*Evaluation of Pipeline Transportation of Hydrogen and Natural Gas Mixtures*', International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 19, N°10, pp. 813 - 822, 1994.
- [27] T.M. Adams, '*Evaluation of Natural Gas Pipeline Materials for Hydrogen Service*', Materials Technology Section, Savannah River National Laboratory, DOE Hydrogen Pipeline R&D Project Review Meeting, January 5 - 6, 2005.
- [28] T. Adams, G. Rawls, P.S. Lam and R. Sindelar, '*Evaluation of Natural Gas Pipeline Materials and Infrastructure for Hydrogen/Mixed Gas Service*', Savannah River National Laboratory; August 30 - 31, 2005.
- [29] L. Bedel, '*Natural Gas Pipelines for Hydrogen Transportation*', Alphéa Hydrogène, 2006.
- [30] P. Sudan, '*Transport Simultané et Distribution Séparée de l'Hydrogène et du Gaz Naturel à travers le Réseau Existant du Gaz Naturel en Suisse*', Cycle Postgrade en Energie à l'EPFL, 2001-2003.
- [31] T. Adams, G. Rawls, P.S. Lam and R. Sindelar, '*Evaluation of Natural Gas Pipeline Materials and Infrastructure for Hydrogen/Hythane Service*', DOE-EE Hydrogen Pipeline Delivery Program, May 25, 2005.
- [32] O. Florisson, '*Preparing for the Hydrogen Economy by Using the Existing Natural Gas System as a Catalyst*', IPHE Project, 2005.
- [33] C. Agrafiotis, M. Roeb, A.G. Konstandopoulos, L. Nalbandian, V.T. Zaspalis, C. Sattler, P. Stobbe and A.M. Steele, '*Solar Water Splitting for Hydrogen Production with Monolithic Reactors*', Solar Energy, Vol. 79, N°4, pp. 409 - 421, 2005.
- [34] A. Ferrière, '*Les Centrales Solaires Thermodynamiques: l'Etat de l'Art et les Perspectives Mondiales*', Colloque de l'Institut ENSAM de Corse, Bastia, France, 31 mars 2005.
- [35] M. Geyer, B. Milow and C. Richter, '*Plataforme Solar de Almería*', Annual Technical Report (1997), Spain, July 1998.