

Les potentialités énergétiques et environnementales des halophytes

Soulef ACHACHERA, Samira CHADER, Bouziane MAHMAH, Ali MALEK

and Maïouf BELHAMEL

Résumé — La présente communication décrit les domaines d'application des halophytes comme une source renouvelable dans une perspective de contribuer à la lutte contre les effets néfastes de l'utilisation irrationnelle de l'eau, de l'énergie et des terres agricoles. La valorisation de ces halophytes peut se résumer dans les cinq points suivants :

- ✓ Cultiver des plantes dans les zones arides pour améliorer la qualité des sols ;
- ✓ Produire à partir des graines de ces plantes de l'huile pour l'utiliser comme biocarburant réduisant ainsi la dépendance en énergies fossiles ;
- ✓ Absorber de larges quantités de dioxyde de carbone (gaz à effet de serre) pour réduire le réchauffement global ;
- ✓ Créer un nouveau créneau de l'emploi dans des zones où les opportunités sont très limitées ;
- ✓ Améliorer l'environnement des zones arides en conservant la biodiversité déjà existante et augmenter les opportunités de tourisme et de développement écologiquement durable.

Mots-clés — halophytes, sols salés, eau douce, biocarburants, énergies renouvelables.

I. INTRODUCTION

L'EAU et l'énergie sont inextricablement liées. Si l'eau est la source de la vie, l'énergie est la force qui met en service toutes les activités humaines, alors toutes les deux, elles régissent la vie de l'humanité, promeuvent la civilisation, et sont considérés comme l'élément clé de l'environnement et du développement durable. La demande mondiale croissante, connaît une crise grave liée à la réduction des ressources en eau et en énergie. De plus, l'utilisation excessive des ressources fossiles cause des effets néfastes pour l'environnement et le climat. Par ailleurs, l'un des problèmes mondiaux les plus pressants est de fournir suffisamment de terres et d'eau pour subvenir aux besoins

alimentaires d'une population en progression constante [1].

Selon les estimations de la FAO les plus récentes, parmi les trois milliards d'hectares des terres cultivables dont la moitié est déjà cultivée, 400 millions d'hectares sont affectées par la salinité, et 500 autres millions d'hectares de nouvelles terres cultivées sont nécessaires au cours des trente prochaines années. En revanche, la demande en eau douce va doubler d'ici à 2050 selon des chiffres publiés par l'ONU. De toute évidence, nous avons besoin des sources alternatives d'eau, d'énergie et aussi davantage de terre à cultiver.

En effet, plus de 97 % de l'eau sur la planète est salée (mers et océans), avec 43 % de la superficie totale de la terre étant arides ou semi-arides. On préconise aujourd'hui, l'utilisation durable de ces ressources, jusque là sous-exploitées, pour le bénéfice de l'homme. Il s'agit de l'agriculture saline qui connaît une importante extension dans le monde entier pendant les dernières décennies et peut aujourd'hui contribuer à la lutte contre la pénurie de l'eau douce, la famine, la désertification, l'épuisement des ressources énergétiques et les changements climatiques [2].

L'agriculture saline a connu deux approches ; la première visant à augmenter la capacité de tolérance aux hautes concentrations de sel des grandes cultures, telles que le blé, l'orge, le maïs. Malheureusement les résultats n'étaient pas encourageants. La deuxième approche - sujet de cette étude - consiste à domestiquer les plantes tolérantes au sel appelées "halophytes" pouvant servir de nourriture, de fourrage et de cultures oléagineuses [1] [3].

La culture des halophytes ne nécessite que le soleil, l'eau salée (eau de mer ou eau saumâtre) et le désert, tous des paramètres en abondance sur notre planète, ce qui fait de ces plantes une solution économiquement viable et écologiquement durable et à ce titre, elles peuvent constituer une stratégie adéquate pour résoudre le conflit triangulaire (eau-énergie-nourriture) auquel est confronté l'humanité [4].

L'objectif de ce travail est d'exploiter les potentialités des halophytes sur le plan socio-économique (production d'énergie, dessalement des sols salés, restauration de la fertilité des sols, lutte contre la pauvreté dans les zones arides, ainsi que la production de certains produits pharmaceutiques et cosmétiques) et sur le plan écologique (séquestration du

Soulef ACHACHERA, l'auteur est avec le Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), BP. 62 Route de l'Observatoire, Bouzaréah; Alger - Algérie (corresponding author to provide phone: +21321901445; fax:+21321901560; e-mail: soulef.achachera@gmail.com).

Samira Chader, chercheur au CDER. (e-mail: samira.chader@gmail.com).

Bouziane Mahmah chercheur au CDER (email: mah2bouziane@gmail.com)

Ali Malek, chercheur au CDER. (e-mail: amalek@cderr.dz).

Maïouf Belhamel, chercheur au CDER. (e-mail: belhamel@cderr.dz).

CO₂ atmosphérique, fixation des dunes, reforestation,...).

II. ÉCOLOGIE ET PROPRIÉTÉS DES HALOPHYTES

A. Définition et répartition

Les halophytes sont des plantes sauvages, certaines d'entre elles sont des plantes à graines, capables de continuer leur cycle de vie dans des habitats salins où la concentration en sel est d'environ 5 g/l du total de matières solides dissoutes. On les retrouve principalement dans les zones côtières, les marais salés, les régions arides et semi arides et les steppes. Elles représentent environ 11% de la flore du monde, et on dénombre plus de 10000 espèces dont 250 sont des cultures de base potentielle. La flore méditerranéenne regroupe environ 700 espèces, dont 360 espèces répertoriées en Algérie, ce qui représente localement un énorme potentiel [5].



Espèces de **Salicornia**



Espèces de **Atriplex**



Espèces de **Salsola**

Fig. 1. Quelques espèces d'halophytes.

B. Mécanismes d'adaptation à la salinité "tolérance au sel"

Le terme "tolérance au sel" définit la capacité de la plante à conserver les principaux processus physiologiques durant la phase végétative, et à effectuer de manière satisfaisante son cycle de développement. Elles possèdent des caractéristiques physiologiques et morphologiques qui leur permettent de proliférer dans les milieux de fortes concentrations en sel. Généralement, elles absorbent de grandes quantités de sodium

pour maintenir leur pression osmotique interne. Le stress salin provoque un déséquilibre ionique, l'excès des ions de chlorure de sodium a un effet néfaste sur de nombreux systèmes cellulaires. Par conséquent, la survie et la croissance des plantes exigent un ensemble d'outils pour l'adaptation pour rétablir l'homéostasie [6].

Les halophytes ont ainsi développé plusieurs mécanismes dont la combinaison leurs permet de prospérer en milieu salé. Il s'agit de l'exclusion et l'inclusion, deux principaux mécanismes qui expliquent la capacité de ces espèces à résister aux conditions de salinité élevée [7].

L'exclusion du sel peut se faire à partir des feuilles par la sélectivité de l'absorption de Na⁺ et Cl⁻ ou bien par les cellules des racines, le chargement préférentiel de K⁺ au lieu de Na⁺ par les cellules stellaires, et l'élimination du sel dans le xylème.

L'inclusion ou la compartimentation du sel est un mécanisme efficace utilisé par les halophytes pour stocker l'excédent de sel (les ions de Na⁺ et Cl⁻) dans les vacuoles, grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux.

De cette façon, les halophytes peuvent répondre au stress salin à trois niveaux différents : cellulaire, tissulaire et au niveau de la plante entière.

III. POTENTIALITÉS DES HALOPHYTES

Des approches fondées sur la culture des halophytes en utilisant des eaux et les sols salés ont été développées par plusieurs laboratoires de recherche ces dernières décennies. Parmi lesquels, le Centre International de l'Agriculture Biosaline (ICBA) de l'université de Arizona aux USA, le Centre de l'Agriculture et des Ressources en Eau au Mexique, l'Institut de l'Agriculture à l'Université du Néguev en Israël et Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Réclamation en Russie. Ces recherches ont illustré le grand potentiel des halophytes autant que source inexploitée dans les domaines de l'agriculture, de l'énergie et de l'environnement [8-11].

A. Les halophytes dans le secteur agricole

L'utilisation des halophytes dans l'agriculture peut requérir deux cas de figures selon la zone envisagée. Elle peut être soit dans les sols salés (zones arides et semi arides), soit dans les zones côtières par utilisation de l'eau de mer pour l'irrigation. Les deux approches contribuent forcément à la valorisation des terres salées dans le premier cas et à la préservation de l'eau douce à d'autres fins pour le deuxième cas [12].

Le dessalement des sols salés

La salinité est par définition l'accumulation des sels solubles dans le sol ou sur sa surface, elle est reliée à la conductivité électrique du sol mesurée en Millimhos par

centimètre (mmhos.cm^{-1}). Les sols sont considérés salins dès que la conductivité électrique dépasse 4 ds.m^{-1} à 25°C .

La salinisation du sol est un processus d'accumulation de sels à la surface du sol et dans la zone des racines qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol et il s'en suit une diminution des rendements agricoles. C'est l'un des principaux problèmes qui se posent au développement du secteur agricole. Elle peut réduire considérablement la productivité des terres touchées. Dans certains pays, la salinisation peut même menacer l'économie nationale. C'est le cas de l'Argentine, de l'Égypte, de l'Inde, de l'Irak, du Pakistan, de la Tunisie, de la Syrie et de l'Iran [13-14]. Quoique les estimations de la salinité diffèrent d'un auteur à un autre, environ 20 % (soit 6 % des terres du monde) des terres irriguées dans le monde sont actuellement touchées par la salinité (plus de 800 millions d'hectares), dont la plupart est située dans les régions arides et semi arides [15].

Fig. 2. Carte des zones arides dans le monde.

La salinisation des sols se produit à une grande vitesse; Le monde perd au moins 3 hectares de terres arables chaque minute et près de la moitié de toutes les surfaces irriguées sont menacées à long terme. La salinisation peut être "primaire" lorsqu'elle est principalement due à des causes naturelles : faibles précipitations avec une évaporation intense, accumulation de sel sur de longues périodes, la proximité de la mer, la remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone des racines, ou "secondaire" lorsqu'elle est causée par l'homme : utilisation d'une eau d'irrigation de qualité médiocre et lessivage naturel insuffisant [16].

L'érosion et la salinisation du sol ont accru le risque de désertification dans les zones les plus vulnérables, en particulier la région méditerranéenne (tableau 1). Les sols salins dans les pays méditerranéens, occupent aujourd'hui plus de 16 millions d'hectares, dont les pays les plus affectés sont : l'Égypte (7,4 m), l'Algérie (3,2 m) et la Turquie (2,5 m) (Hamdy, 2005) [17].

Pour récupérer ces sols, de nombreuses approches physiques, chimiques et biologiques ont été développées (Shahid et Shabbir, 2002), y compris le processus de dessalement biologique "processus qui préconise un système vivant intact pour l'extraction du sel de l'eau ou du sol"

utilisant des plantes halophytes [2].

Dans ce contexte, des résultats très prometteurs ont été obtenus par de nombreux pays comme l'Inde, le Pakistan, la Russie, Israël, Jordan et Tunisie qui ont adopté, ces dernières années, des stratégies visant à lutter contre la salinisation du sol pour assurer, durablement, les besoins alimentaires de leurs populations. À titre d'exemple, en Jordanie la biorestauration des sols salins a été étudiée par Al-Abed et ses collaborateurs (Faculty of Agriculture, Muthah University).

L'objectif de cette étude est d'examiner les effets de la croissance de trois espèces halophytes : *Tamarix aphylla L.*, *Atriplex numularia L.* et *Atriplex hallimus L.*, sur les propriétés chimiques des sols sodiques.

TABLEAU I
ESTIMATION DU POURCENTAGE DES TERRES IRRIGUÉES ATTEINTES PAR LA SALINISATION DANS CERTAINS PAYS DE LA MÉDITERRANÉE (WORLD RESOURCES, 1987) [18]

Pays	% des terres atteintes
Algérie	10 - 15
Chypre	25
Égypte	30 - 40
Espagne	10 - 15
Grèce	7
Jordanie	16
Maroc	10 - 15
Portugal	10 - 15
Syrie	30 - 35

Les résultats ont montré que la salinité des sols est diminuée à partir d'une conductivité électrique moyenne de 84 à 5,46 et 5,04 et 6,3 mS / cm dans la couche supérieure (0 - 30 cm de profondeur) et de 49,6 à 5,46, 13,45 et 7,14 mS / cm pour la partie inférieure du sol (30-60 cm de profondeur) pour *Atriplex hallimus L.*, *Atriplex numularia L.* et *Tamarix aphylla L.*, respectivement [19].

Des expériences similaires effectuées en Russie ont conduit à la conclusion qu'il est nécessaire, non seulement de sélectionner des espèces, mais aussi de les utiliser de façon répétée (plusieurs récoltes pendant la saison, ou la culture pendant plusieurs années) afin de diminuer le niveau de la salinité du sol (tableau 2) [20].

TABLEAU II
DESSALEMENT DE SOLS POUR L'AMELIORATION D'UN SYSTEME DE ROTATION DE
RECOLTE A UN NIVEAU DE SALINITE ELEVE (GRAMMATIKATI, 1990;
GRAMMATIKATI, ALIEV, 1991) [20]

Années de la rotation des cultures	Rotation de récolte	Teneurs en Sel dans une couche de ~ (0-100 cm)/(t/ha)			Niveau de la salinité du sol
		au début de la culture	pendant la culture	à la fin de la culture	
1	halophyte	48	9	39	élevé
2	halophyte	39	9	30	—"—
3	halophyte	30	9	21	moyen
4	halophyte 70% + Alfalfa 30%	21	6,3	14,7	—"—
5	—"—	14,7	6,3	8,4	bas
6	halophyte 50% + Alfalfa 50%	8,4	4,5	3,9	non saline
7	Alfalfa 100%	3,9	—	—	—"—

Par ailleurs, des essais réalisés au Laboratoire d'Adaptation de Plantes aux Stress Abiotiques, au Centre de Biotechnologie de Borj- Cédria (Tunisie), ont révélé que l'utilisation de *Sesuvium portulacastrum L.*, *Arthrocnemum indicum* et *Suaeda fruticosa L.* ont considérablement diminué la salinité du sol en absorbant de grandes quantités de sodium à partir du sol. La valeur CE, qui était de 1,4 dS m⁻¹ au début de l'expérience, a sensiblement diminué après 170 jours. D'autres résultats similaires ont été obtenus qui ont tenté de réhabiliter les sols mal drainés en Egypte avec deux espèces de *Juncus (rigidus et acutus)*. Ils ont également indiqué que la CE du sol qui avait une saturation de 50 % a diminué de 33 à 22 dS m⁻¹ dans un seul cycle de croissance [21-23].



Fig. 3. L'agriculture des halophytes irriguées par l'eau salée.

De ce qui précède, il en ressort que la culture des halophytes, lorsqu'elle est correctement pratiquée, pourrait contribuer à la domestication des espèces sauvages et des plantes tolérantes au sel et fournir des surfaces agricoles supplémentaires pour la culture conventionnelle. Ces halophytes pouvant par ailleurs, servir de nourriture, de fourrage et de production des graines oléagineuses. De plus, développer ces cultures est en faveur de la conservation et

l'économie de l'eau au bénéfice des populations. En effet, environ 68 % de l'eau douce actuellement consacrée à l'irrigation dans l'agriculture conventionnelle serait plutôt réservée à la consommation humaine.

B. Les halophytes dans le secteur énergétique

Face à l'épuisement des ressources fossiles et le réchauffement climatique, ainsi que la demande croissante d'énergie, il est devenu nécessaire de trouver une source d'énergie illimitée et non polluante. La biomasse en général et les biocarburants en particulier sont la solution idéale pour répondre à cette nécessité [24].

Les halophytes cultivées sont en fait une biomasse conséquente pouvant être considérée comme une source renouvelable d'énergie. L'obtention d'une énergie exploitable à partir des halophytes se fera à travers la conversion thermochimique (gazéification, combustion, pyrolyse) ou biochimique (production de biocarburants) de cette biomasse.

A l'heure actuelle, la production de biocarburants (bioéthanol et biodiesel) connaît la même progression que celle suivie par l'énergie éolienne (Figure. 4). Seulement elle exploite plutôt des plantes telles que la canne à sucre, le maïs, le blé, le colza et autres, entrant ainsi en compétition avec l'alimentation des populations sur des terres utiles [25].

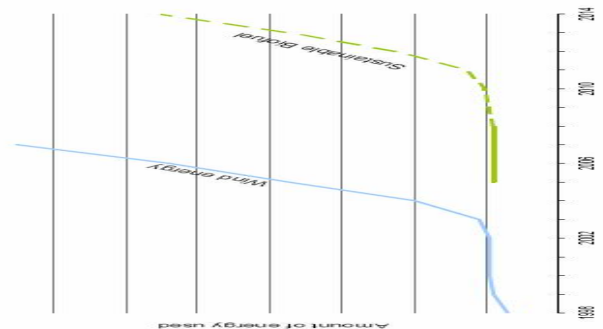


Fig. 4. La durabilité de biocarburants peut suivre une courbe d'adoption similaire à celle de l'énergie éolienne. Source [30]

Utiliser les halophytes comme source de bioénergie serait d'un point de vue économique, une stratégie prometteuse. En effet, selon les travaux de R.C. Hendricks, D.M. Bushnell (NASA), les halophytes peuvent être une source alternative de biocarburant, en tenant compte la quantité de biomasse qu'elle est capable d'accumuler (18,7 t/h de matière sèche) [26-27].

Une zone de la taille du désert du Sahara (13,6 % des régions arides et semi arides de la planète) serait suffisante pour produire 16 fois l'énergie utilisée par le monde par an. *Salicornia bigelovii* est l'espèce la plus utilisée pour la production de biodiesel puisque ses graines sont composées à 32 % d'huile (Figure 5). Dans le même contexte, un consortium constitué de l'Institut Masdar de la science et la technologie (UAE), Boeing, Etihad Airways et UOP ont annoncé, en Février 2010, un accord visant à établir un projet de recherche et de démonstration appelé «Sustainable

Bioenergy Research Project" (SBRP) [28], qui utilise des systèmes intégrés d'agriculture à l'eau de mer (ISAS) [29].

Fig. 5. Un champ de *Salicornia Bigelovii* cultivé à des fins énergétiques [29]



Fig. 6. Description du projet SBRP à l'UAE [29].

Ce projet destiné à la production de biocarburants liquides et solides, la capture et la détention de carbone de l'atmosphère, l'élargissement des habitats pour accroître la biodiversité, et de libérer simultanément de l'eau douce pour les utilisations à plus forte valeur (eau potable, usage industriel et de produits alimentaires) (Figure 6), il vise à soutenir le développement et la commercialisation des sources de biocarburants pour l'aviation et la production des co-produits. L'Institut Masdar sera l'hôte du SBRP qui est compatible avec la vision globale d'Abu Dhabi pour parvenir à un objectif de 7 % d'énergies renouvelables d'ici à 2020 et pourra fournir des laboratoires et des installations de démonstration à l'intérieur et l'extérieur de Masdar City.

C. Les halophytes dans le secteur environnemental (Séquestration du carbone)

Bien que la sécurité énergétique a motivé l'intérêt des biocarburants, l'atténuation de la proportion des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, particulièrement le dioxyde de carbone, est susceptible de devenir le facteur dominant.

La fixation du dioxyde de carbone atmosphérique par les halophytes cultivées seraient un atout de plus pour l'atténuation les gaz à effet de serre.

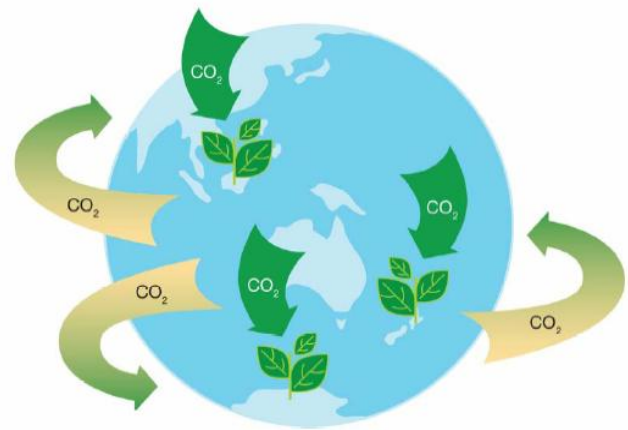


Fig. 7. Séquestration du carbone par la biomasse des halophytes entre autres plantes [30].

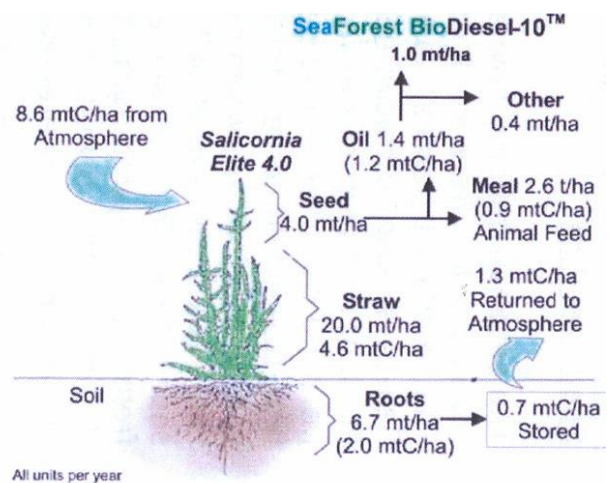


Fig. 8. Cycle du carbone atmosphérique pour *Salicornia Bigelovii* [31].

Les travaux de Glenn (Professor, Soil, Water and Environmental Science, University of Arizona) et ses collaborateurs rapportent que 0,6 à 1,2 gigatonnes de carbone par an pourraient être assimilés chaque année par des halophytes [1] [6] [32-33].

Des essais de culture des halophytes irrigués avec l'eau de mer enregistrés à Puerto Penasco, ont abouti à une production annuelle de *Suaeda Esteroa* à 17,2 t/ha avec une teneur en carbone supposé à 36% du poids sec (tableau 3). Dans ces essais, il était estimé que 4,3 t/h de carbone est absorbé suite aux travaux de Glenn et al. (1993) qui ont proposé l'intégration de la biomasse dans les sols des zones arides en tant que moyen de stockage de carbone à long terme; ils ont estimé que 30-50% du carbone absorbé pourrait entrer en stockage à long terme. Tenu compte de la durabilité de la séquestration du carbone par les halophytes, qui dépend de la quantité de la production primaire et le stockage à long terme, Glenn et al., ont noté que ces halophytes pourraient être utilisés pour remplacer les combustibles fossiles. Il a été également noté que le temps de conservation du carbone dans les sols des zones arides peut être plus longs que les sols forestiers [33-34].

TABLEAU III
ASSIMILATION DU CARBONE PAR LES HALOPHYTES IRRIGUEES AVEC DE L'EAU
DE MER (GLENN ET AL., 1993) [34]

Espèces d'Halophyte	Production (t/ha/an)	Assimilation du carbone (t/ha/an)
<i>Batis Maritima</i>	33,95	8,2
<i>Atriplex Linearis</i>	24,27	6,7
<i>Salicornia Bigelovii</i>	17,72-22,40	4,3-5,6
<i>Suaeda Esteroa</i>	17,22	4,3
<i>Sesuvium</i>	16,70	4,2
<i>Portulacastrum</i>		

IV. CONCLUSION

L'utilisation durable des halophytes est une approche prometteuse de valorisation des zones fortement salinisées impropres à l'agriculture conventionnelle [24] [35].

De plus, la culture des halophytes apporte une solution de choix pour l'économie de l'eau douce puisqu'elle utilise l'irrigation avec l'eau de mer. Il existe déjà de nombreuses espèces halophytes utilisées pour des intérêts économiques (alimentation humaine, fourrage), énergétiques (production de biocarburants) ou des raisons écologiques (dessalement des sols, fixation dunes des, la séquestration du CO₂).

De plus, les faibles coûts d'investissement pour la culture des halophyte pourraient signifier qu'elle serait idéale puisqu'elle n'est pas compétitive avec de la nourriture, l'eau douce et les terres arables. Les halophytes présentent en effet, une solution idéale notamment pour les régions arides et semi arides.

Références

- [1] Edward P. Glenn, J. Jed Brown and James W, "Irrigating Crops with Seawater," O'Leary Scientific American, August 1998.
- [2] Soulef Achachera, Bouziane Mahmah, Samira Chader and Maïouf Belhamel, "Feasibility study of biological desalination process exploitation for seawater desalination," The International Conference on Renewable Energy (ICRE 2010), Damascus, Syrian Arab Republic, 05 – 08 April 2010.
- [3] Soulef Achachera, Samira Chader, Bouziane Mahmah, "LES HALOPHYTES: Un nouvel outil énergétique et environnemental promoteur," International Workshop On Physics : Renewable Energies. INWOP'10. El-Oued (Algérie), 28 Fev – 02 Mars 2010.
- [4] R. C. Hendricks and D.M. Bushnell, "Halophytes, Algae, and Bacteria Food and Fuel Feedstocks," Technical Publication of NASA programs, National Aeronautics and Space Administration, Glenn Research Center Cleveland, Ohio. NASA/TM—2009-215294, May 2009.
- [5] Mokded Rabhi, Ons Talbi, Abdallah Atia, Chedly Abdely and Abderrazak Smaoui, "Selection of a halophyte that could be used in the bioreclamation of salt-affected soils in arid and semi-arid regions," Chapter in Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance. Birkhäuser Verlag AG. Berlin. Germany, 2008. pp 241-246
- [6] Edward P. Glenn and J. Jed Brown Salt, "Tolerance and Crop Potential of Halophytes," CRC Press LLC, Critical Reviews in Plant Sciences, vol. 18, no. 2, pp. 227–255, 1999.
- [7] Chedly Abdely, Münir Öztürk, Muhammad Ashraf and Claude Grignon, "Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance," Birkhäuser Verlag AG. Berlin. Germany, 2008.
- [8] Sardo V, "Halophytes and salt-tolerant glycophytes a potential resource," In Hamdy Atef (ed.). The use of non conventional water resources. CIHEAM 2005, pp. 87-98: 64, Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 66. Proceedings of the International Workshop, 12-14 June 2005, Alger (Algeria).
- [9] Report of a Panel of the Board on Science and Technology, "Saline Agriculture: Salt-Tolerant Plants for Developing Countries," National Research Council, Office of International Affairs, International Development. National Academy Press, Washington, USA, 1990.
- [10] Sgouris Sgouridis, Scott Kennedy and Brian Warshay, "Saline Bioenergy Lifecycle Potential of Integrated Seawater Agriculture Systems," World Biofuels Markets 2010, Weighing up the Feedstock Options, 15-17 March 2010.
- [11] M. Ashraf, M. Ozturk and H.R. Athar, "Salinity and Water Stress Improving Crop Efficiency," Springer Science + Business Media B.V. 2009.
- [12] J. Robert Henry, "Plant Resources for Food, Fuel and Conservation," 1st Pub. Earthscan.USA, 2010
- [13] M. Ajmal khan, "Biosaline Agriculture in Pakistan," NAM S&T Centre, India ch. 16. Crop and Forage Production using Saline Waters. vol. X, 5-10, 2007.
- [14] M. Ajmal Khan and M. Qaiser, "Chapter 11: Halophytes of Pakistan: Characteristics, Distribution and Potential Economic Usages," Sabkha Ecosystems. Vol II: West and Central Asia, pp. 129-153, 2006. Springer, Netherlands.
- [15] A. Benchallal, A. Oukil & A. Belhadj-Aissa, "Identification et détection par imagerie satellitaire de la dégradation du sol par la salinité dans la cuvette de Ouargla, sud de l'Algérie," Troisièmes Journées d'Animation Scientifique JAS09 du Réseau de Télé-détection de l'AUF, 8-11 Novembre 2009, USTHB, Alger.
- [16] Margatj, "Les problèmes de la salinité dans les régions arides," Les eaux salées du Maroc, UNESCO, Actes du Colloque de Téhéran : Problèmes de la salinité dans les régions arides, g1-ro4. 11-15 octobre 1958.
- [17] Atef Hamdy, "Saline irrigation management for a sustainable use," In Hamdy Atef (ed.). The use of non conventional water resources. CIHEAM 2005, pp. 45-85: 64, Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 66. Proceedings of the International Workshop, 12-14 June 2005, Alger (Algeria).
- [18] S. A. Snoussi et A. Halitim, "Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées, Étude et Gestion des Sols," 5, 4, 1998 - pp 289 -298.
- [19] Farah Al-Nasir, "Sodic Soil in a Semi Arid Region/Jordan," Faculty of Agriculture, Mutah University, American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., vol.5, no.5, pp.701–706, 2009.
- [20] Z. Nariman Shamsutdinov and Zebri Shamsutdinov, Kostyakov "Halophytes Usage for Soil Desalting and Sustainable Development of Agriculture in Arid Regions of Russia," International Commission on Irrigation and Drainage (ICID). <http://www.icid.org/> & <http://www.wg-crop.icidonline.org/>
- [21] Tech.Rpt./Unesco/UNDP (SF), "Tunisie : Recherche et formation en matière d'irrigation avec des eaux salées". Rapport technique 1962-1969, TUN.6, Paris, août 1970.
- [22] Fabian Sommer, Dieter Prinz and Chahbani Bellachheb, "Desalination of water by halophytes", Institut des Régions Arides. Report of Practical Period 27.08.2003 – 28.10.2003.
- [23] Mokded Rabhi, Siwar Ferchichi, Jihène Jouini, Mohamed Hédi Hamrouni, Hans-Werner Koyro, Annamaria Ranieri, Chedly Abdely and Abderrazak Smaoui, "Phytodesalination of a salt-affected soil with the halophyte *Sesuvium portulacastrum* L. to arrange in advance the requirements for the successful growth of a glycophytic crop," Journal Bioresource Technology, 2010. (Article in press).
- [24] Foundation for the Future, "Energy Challenges: The Next Thousand Years," Executive Summary. Bellevue, Washington, United States of America, March 30 – April 1, 2007.
- [25] M. Bilal McDowell Bomani, L. Dan Bulzan, I. Diana Centeno-Gomez, and C. Robert Hendricks, "Biofuels as an Alternative Energy Source for Aviation—A Survey," Technical Publication of NASA programs, National Aeronautics and Space Administration, Glenn Research Center Cleveland, Ohio. NASA/TM—2009-215587, December 2009.
- [26] R.C. Hendricks, D.M. Bushnell. "Halophytes Energy (Food and Fuel) Feedstocks," The 12th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery Honolulu, Hawaii, February 17–22, 2008.

- [27] D.M. Bushnell, "Precise of Post-Petroleum Energetics Including Seawater Agriculture," Presentation at Conference on Future Energy [COFE] 2, Silver Springs Maryland, Sept. 22–24, 2006.
- [28] International Center for Biosaline Agriculture, Dubai, United Arab Emirates. <http://www.biosaline.org/>
- [29] N. Carl Hodges, "An Introduction to Integrated Seawater Agriculture Systems (ISAS): A Source of Sustainable Biofuels," Inc.2nd International Symposium on Biofuels, Delhi, India, March 31, 2010.
- [30] Jan Närlinge, "Aviation and the Environment," Denmark, 17-18 November 2008.
- [31] R.C. Hendricks. "Potential carbon negative commercial aviation through land management," The 12th International Symposium on Transport Phenomena and Dynamics of Rotating Machinery. Honolulu, Hawaii, February 17-22, 2008.
- [32] Peter Farage, Jules Pretty, and Andrew Ball, "Biophysical Aspects of Carbon Sequestration in Drylands," University of Essex, UK, 2003. pp: 24.
- [33] P. Farage, A. Ball, J. Pretty, L. Olsson, J. Ardö, P. Tschakert and A. Warren, "Carbon Sequestration in Dryland Soils," World Soil Resources Report no. 102. 132 p. FAO 2004.
- [34] W. Stuart Bunting and Jules Pretty, "Aquaculture Development and Global Carbon Budgets: Emissions, Sequestration and Management Options," Centre for Environment and Society Occasional Paper 2007-1. University of Essex, UK.
- [35] ENVIROPHYTE, SME FP6 Project Catalogue. A Collection of Co-operative and Collective Research Projects. p. 27, 2008. <http://envirophyte.ocean.org.il>