

DIVERSITÉ FLORISTIQUE D'UN LAC DU BAS-SAHARA ALGÉRIEN

Haroun CHENCHOUNI

Department of Natural and Life Sciences, Faculty of Exact Sciences and Natural and Life Sciences,
University of Tebessa, Tebessa, 12002, Algeria.
chenchouni@gmail.com

Recibido el 7 de junio de 2011, aceptado para su publicación el 20 de febrero de 2012

RESUMÉ. *Diversité floristique d'un lac du Bas-Sahara algérien.* Nous avons examiné la composition et la dynamique de la végétation vasculaire spontanée dans le Lac Ayata (Vallée d'Oued Righ, Bas-Sahara algérien). Le site se situe entre 33°29'17"N à 33°29'48"N et 05°59'10"E à 05°59'37"E. L'échantillonnage systématique de la flore a révélé l'existence de 13 espèces appartenant à 8 familles et 13 genres. Le plan d'eau est dépourvu de plantes submergées. Les types biologiques, la structure et la physiognomie de la végétation sont été déterminés. L'occupation du sol par la végétation est cartographiée afin d'illustrer les répartitions saisonnières des espèces végétales dominantes. Des géostatistiques sur les surfaces occupées par la végétation ainsi que sur sa dynamique saisonnière sont ensuite obtenues puis discutées. Les types biologiques les plus fréquents sont les chamaephytes (53,8%) et les thérophytes (23,1%), qui caractérisent la végétation désertique ayant un recouvrement faible et une hauteur basse. Par ailleurs, la cartographie de la végétation a révélé l'existence de 3 types de formations végétales: (i) une végétation halophytique représentée par des espèces Chenopodiacees qui sont réparties tout autour des abords du plan d'eau; (ii) une végétation hydrophytique représentée par *Phragmites communis* et *Juncus maritimus*; et (iii) une végétation éparse représentée par *Limoniastrum guyonianum* et *Triganum nudatum*. Le lac Ayata abrite une flore peu diversifiée mais bien adaptée aux conditions écologiques défavorables qui règnent sur le sol (salinité) et le climat (sécheresse).

Mots clés. Flore, Désert, Algérie, cartographie, dynamique des populations, Lac Ayata, halophytes, xérophytes.

ABSTRACT. *Flora Diversity of a Lake at Algerian Low-Sahara.* We examined the composition and dynamics of spontaneous vascular vegetation in Lake Ayata (Valley of Oued Righ Algerian, Low-Sahara). The site is located between 33°29'17"N to 33°29'48"N and 05°59'10"E to 05°59'37"E. A systematic sampling of the flora has revealed 13 species belonging to 8 families and 13 genera. The waterbody is free of submerged plants. The plant life forms, structure and physiognomy of vegetation were determined. In addition, vegetation-land-cover was mapped to illustrate seasonal distribution of dominant plant species. Geostatistics on areas covered by vegetation and its seasonal dynamics were obtained and then discussed. The most common plant life forms were chamaephytes (53.8%) and therophytes (23.1%), which characterize desert vegetation that has low recovery and low height. Furthermore, vegetation mapping revealed the existence of 3 types of vegetation: (i) halophytic vegetation represented mainly by Chenopodiaceae species, which were extended all around the edges of the waterbody; (ii) hydrophytic vegetation represented mainly by *Phragmites communis* and *Juncus maritimus*, and (iii) sparse vegetation represented by *Limoniastrum guyonianum* and *Triganum nudatum*. Lake Ayata's flora is poorly diversified but well adapted to adverse environmental conditions prevailing on the ground (salinity) and climate (drought).

Key words. Flora, Desert, Algeria, mapping, population dynamics, Lake Ayata, halophytes, xerophytes.

INTRODUCTION

La connaissance, la classification, la caractérisation et la conservation des différents taxons est une priorité scientifique mondiale pour l'évaluation et la gestion de la biodiversité (Cotterill 1995). Les efforts consentis pour l'étude de la flore sont très importants pour connaître les grands traits biologiques des plantes et leur répartition biogéographique (Lavergne *et al.* 2005). Cependant plusieurs aspects d'un nombre considérable d'espèces végétales restent méconnus sur certains plans : biologique, taxonomique et écologique (Grubb 1977, Pyšek *et al.* 2008).

Le Sahara, qui occupe 10% de la surface du continent africain, est le plus grand désert chaud du monde (Rognon 1994). Nonobstant sa vaste étendue, la richesse en espèces et l'endémisme y sont faibles. Malgré ça, certaines espèces acclimatées survivent avec des formes d'adaptations extraordinaires (Le Houérou 2001). Cette écorégion comprend la partie septentrionale du Sahara, où les précipitations se produisent pendant l'hiver, nourrissant ainsi une variété de plantes qui fleurissent avant l'été chaud et sec. La flore du Sahara septentrional est très pauvre compte tenu de l'immensité de l'écozone (Ozenda 1983). D'autre part, bien que le Sahara détienne 80% de la surface de l'Algérie, il n'a fait l'objet que de très peu de travaux relatifs à la mise en valeur des ressources biologiques des milieux aquatiques très originaux qu'il renferme. Par ailleurs, comme les zones humides sont des écosystèmes rares en zones sahariennes, nous avons choisi ces biotopes comme un modèle-clé d'habitat pour évaluer et surveiller la biodiversité floristique suivant le contexte général des régions arides (Chenchouni & Si Bachir 2010). Puisque la présence d'eau dans ces zones xériques, qui sont soumises à un climat rude changeant et tendant vers la désertisation (Le Houérou 2001), fait que les plans d'eau attirent et concentrent la majorité des formes de vie

désertiques, tant celles qui sont aquatiques que celles qui sont terrestres (Roshier *et al.* 2001, García *et al.* 2010).

Les travaux consacrés à la connaissance de la biodiversité floristique de la région du Sahara septentrional et en particulier celle d'Oued Righ où se trouve le Lac Ayata sont peu nombreux. Nonobstant les études réalisées sur la description de la flore saharienne de façon générale (Quezel & Santa 1926 et 1963, Quezel 1978, Ozenda 1983) et celle du Sahara septentrional en particulier (Ozenda 1958, Chehema 2005, Chehema *et al.* 2005, Chehema 2006, Khouda & Hammou 2006) la végétation de ce biome mérite encore d'être étudiée vue la rareté des espèces et leurs phénologies extraordinaires. Ces mêmes travaux qui restent ponctuels et localisés signalent la présence d'une biodiversité assez riche et surtout originale pour la région. Par ailleurs, la flore des écosystèmes humides est d'avantage plus indiquée à diagnostiquer et à valoriser étant donné que ces environnements sont exceptionnels, originaux et rares dans le territoire saharien aride.

Notre compréhension scientifique actuelle sur les communautés floristiques du Bas-Sahara est pauvre. Ainsi, notre connaissance des tendances de la biodiversité de la flore dans ce domaine reste mal connue vis-à-vis à ses statuts écologiques. En effet, un manque énorme dans la compréhension générale des aspects tels que l'impact écologique et les interactions et/ou la distribution spatiale et temporelle a été trouvé. Dans cette optique, nous étions motivés pour mener cette étude parce que la flore de ce biome mérite d'être mieux étudiée (même à des échelles localisées), car les espèces dans ce vaste désert sont rares, endémiques ou originales. Dans cette étude, nous évaluons la diversité des espèces végétales vasculaires et leur répartition spatiotemporelle et nous explorons comment ces connaissances peuvent guider les efforts d'aménagement et/ou de conservation. Cette approche fournit les

premières données sur la diversité de la flore et sa dynamique spatiotemporelle et fournit également des informations importantes pour les chercheurs-scientifiques, les gestionnaires et les conservateurs de la nature et de la flore des zones humides en régions hyperarides chaudes.

MATERIEL ET METHODES

Description du Bas-Sahara. Le relief du Bas-Sahara se présente comme une vaste cuvette ayant la forme d'un synclinal ouvert vers le Nord. Il est homogène avec une pente très faible et des terrains plats (Kouzmine 2007). Le Bas-Sahara est caractérisé par la présence de dépressions formant des Oasis où se cultive principalement le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) (Côte 2005). La couverture pédologique au Sahara présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués, sols halomorphes et sols hydromorphes (Dubost 1991). Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec une forte perméabilité, structure particulière, un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique. Il est caractérisé également par la présence de nappe phréatique proche de la surface (Khadraoui 2006). Le complexe des zones humides au Bas-Sahara algérien est subdivisé en quatre entités géographiques (i) Ziban, (ii) Souf, (iii) Oued Righ, et (iv) Oued Mya (Chenchouni & Si Bachir 2010).

Présentation du lac Ayata. Le lac Ayata est localisé près de la route nationale n° 3 à environ 6km après Djamaa en direction vers la ville de Touggourt. Le site a une superficie d'environ 155ha avec une altitude moyenne de 31m. Il est délimité par les coordonnées géographiques suivantes : Longitude 33°29'17"N et 33°29'48"N ; Latitude 05°59'10"E et 05°59'37"E (fig. 1). Le site est situé près de la commune de Sidi

Amrane (Daïra de Djamaa) à 150km à l'ouest de la wilaya (département) d'El Oued (Souf). (Chenchouni & Si Bachir 2010).

Le climat est typiquement saharien où la période sèche s'étend sur toute l'année avec des températures moyennes annuelles supérieures à 25 °C. Les précipitations, principalement observées en hiver (~2–3 mois), sont caractérisées par une grande irrégularité

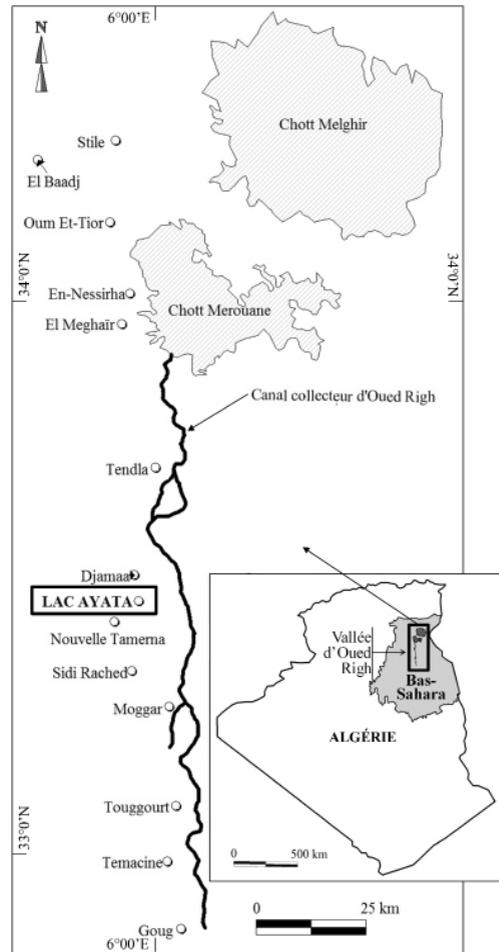


Figure 1. Carte de localisation géographique du Lac Ayata, de la Vallée d'Oued Righ et du Bas-Sahara algérien. Location of Ayata Lake, Valley of Oued Righ and Algerian Low-Sahara.

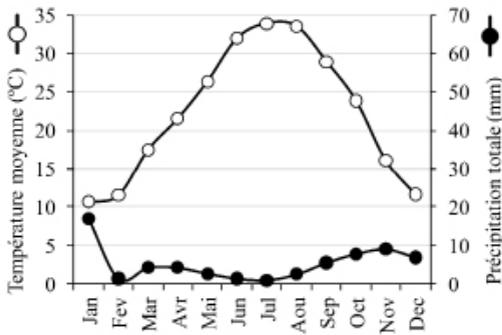


Figure 2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse établis à partir d'une période de 10 ans (1999 - 2008) et appliqué pour le site d'étude. *Ombrothermic diagram of Bagnouls and Gausse established from a 10-year period (1999-2008) and applied to the study site.*

interannuelle et intermensuelle. Le mois le plus froid est Janvier et le mois le plus chaud est Juillet où les températures dépassent souvent les 47 °C (fig. 2). Le Sirocco, vent chaud et sec, souffle couramment dans la région et il crée souvent des vents de sable.

Le plan d'eau du lac Ayata (~ 6±0,5 ha de surface) a une profondeur maximale variant de 60 à 90cm; il est alimenté par les excédents hydriques d'irrigation venant d'un canal qui draine les palmeraies de Chemora et Tamerna vers le canal principal de l'Oued Righ. Ce dernier évacue les eaux de la Vallée d'Oued Righ et les rejette dans Chott Merouane qui communique avec Chott Malghir (Chenchouni & Si Bachir 2010). Le sol a une texture sableuse et il est riche en calcaire avec une salinité plus ou moins élevée mais avec un faible taux de matière organique (Khadraoui 2006). D'après Toumi (2010), à une température de 20°C, les eaux du lac sont caractérisées par une qualité d'eau saumâtre (Salinité = 1,95‰; Conductivité = 3577,5 µs/cm) et un pH légèrement alcalin (pH = 8,1), avec un taux élevé en oxygène dissous (Oxygène dissous = 4,95mg/l) et une turbidité faible (Turbidité = 1,75 Nephelometric Turbidity Unit).

Collecte des données

Inventaire floristique et caractérisation biologique. Etant donné la rareté et la dispersion du couvert végétal dans les régions sahariennes, la végétation du lac est échantillonnée de façon systématique où des échantillons représentatifs de chaque espèce sont recueillis durant la période s'étendant entre 2009–2010. Ces échantillons sont préparés et conservés pour la détermination. L'identification des espèces a été facilitée suite à la consultation de plusieurs références (Quezel & Santa 1962 et 1963, Ozenda 1983, Chehma 2006). Le but de cet inventaire est de recenser d'une manière systématique toutes les espèces végétales qui se trouvent dans la région d'étude que ce soit près du plan d'eau ou sur ses bordures immédiates. En tenant compte qu'il s'agit d'une végétation des habitats humides, les types biologiques sont déterminés suivant les travaux de Den Hartog & Segal (1964) et Ellenberg & Mueller-Dombois (1966). L'herbier établi à partir des plantes recueillies est disponible au niveau du laboratoire d'Écologie Fonctionnelle (Département des Science de la nature et de la Vie à Université de Batna, Algérie).

Structure et physionomie. Une parcelle a été délimitée afin de représenter la structure et la physionomie de la végétation, en réalisant un transect végétal suivant la méthode de Mayer décrite dans Ould El Hadj (2004). Comme le couvert végétal est clairsemé et dispersé, et pour représenter le maximum d'espèces, la parcelle échantillonnée est disposée le long d'un transect de 150 m de longueur. Cette parcelle occupe une surface de 6.000m² (150m de longueur × 40m de largeur). Les espèces végétales qui s'y trouvent sont recensées puis représentées graphiquement sur deux figures. L'une représente une vue de profil pour déterminer la physionomie (structure verticale/en hauteur) de la végétation et l'autre en projection verticale sur un plan pour préciser la structure de la végétation et son taux de recouvrement. Le taux de recouvrement général est

estimé pour l'ensemble de la végétation occupant la parcelle. Il est estimé par le rapport des surfaces occupées par les espèces sur la surface totale de la parcelle (Ould El Hadj 2004).

Cartographie de l'occupation du sol par la végétation. Les limites de répartition des espèces végétales dominantes dans le site sont tracées avec précision sur un fond cartographique préparé au préalable. Nous n'avons tenu compte que des espèces qui occupent des surfaces cartographiables durant au moins une saison d'étude. Plusieurs cartes brutes et partielles ou locales sont combinées pour l'élaboration des cartes finales illustrant les répartitions saisonnières des espèces végétales. Des géostatistiques sur les surfaces occupées par cette végétation ainsi que leur dynamique saisonnière sont fournies suite à l'utilisation d'un logiciel de cartographie (MapInfo 9.0). Ce software a facilité la saisie des données, leur assemblage et la création des cartes.

RESULTATS

Systématique et composition floristique.

A l'issue des prospections réalisées, nous avons

dressé une liste floristique comportant 13 espèces végétales appartenant à 8 familles et 13 genres différents (tab. 1). Les chaméphytes avec 53,8% constituent plus de la moitié de la flore recensée, elles sont composées principalement par les chénopodiacées (tab. 1).

Caractérisation biologique. Les thérophytes et les héliophytes montrent à peu près le même nombre de taxons (respectivement 3 et 2 espèces). Les phanérophytes sont représentées par une seule espèce (*Tamarix gallica*) qui constitue 7,7% de l'ensemble de la végétation (fig. 3). Il est à signaler l'absence de plantes supérieures submergées ou flottantes dans le plan d'eau.

Structure et physionomie de la végétation. Il est bien remarquable qu'une zonation des espèces suit l'affinité de chacune d'elles à supporter le taux de salinité du sol et son humidité qui est déduit de l'éloignement par rapport aux limites du plan d'eau. En effet, nous trouvons *Salicornia fruticosa* et *Sedum rubens* en premier rang à une distance proche de la vase dénudée du plan d'eau. Ces deux espèces supportent très bien des concentrations élevées de salinité et aussi des taux élevés de l'humidité

Famille	Espèce	Type biologique
Chenopodiaceae	<i>Arthrocnemum glaucum</i> (Del.)	Chaméphytes
	<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.)	Chaméphytes
	<i>Triglochin nudatum</i> (Del.)	Chaméphytes
	<i>Salicornia fruticosa</i> (Forssk.)	Chaméphytes
	<i>Suaeda vermiculata</i> (Forssk.)	Chaméphytes
	<i>Anabasis articulata</i> (Forssk.)	Chaméphytes
Crassulaceae	<i>Sedum rubens</i> (L.)	Thérophytes
Caryophyllaceae	<i>Spergularia salina</i> (J. & C. Presl)	Thérophytes
Juncaceae	<i>Juncus maritimus</i> (L.)	Héliophytes
Plumbaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum</i> (Dur.)	Chaméphytes
Gramineae	<i>Phragmites communis</i> (Trin.)	Héliophytes
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica</i> (L.)	Phanérophytes
Zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album</i> (L.)	Thérophytes

Tableau 1. Liste systématique et types biologiques des espèces végétales inventoriées dans le Lac Ayata. *Systematic list and life forms of plant species inventoried in Lake Ayata.*

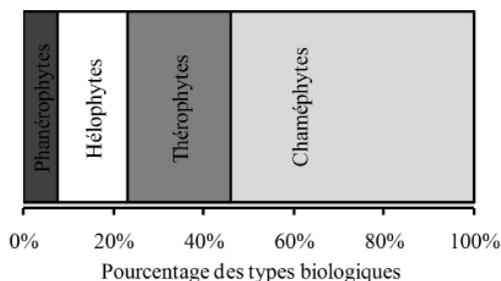


Figure 3. Répartition du nombre d'espèces par type biologique. *Distribution of species numbers per plant life forms.*

du sol, elles sont alternées le long du transect par des touffes de *Halocnemum strobilaceum*. Puis *Triguanum nudatum* s'installe en bande pour céder la place ensuite à *Limoniastrum guyonianum* un peu loin de la vase donc à des sols moins salés et plus secs (fig 4a). La hauteur de la végétation représentée sur la parcelle étudiée ne dépasse pas les 50 cm (fig. 4b). Toutefois certaines espèces, existant sur le site, ont des hauteurs qui dépassent le un mètre comme *Tamarix gallica* et voir même plus de 2,5m comme *Phragmites communis*.

Cartographie et dynamique de l'occupation du sol par la végétation. Les cartes brutes partielles, créés au cours des sorties de terrain, qui délimitent les aires de répartition des espèces végétales dominantes nous ont servi pour élaborer deux cartes finales pour la distribution de la végétation. La première représente la répartition de la végétation en période pré-hivernale (fig. 5a) et la seconde en période pré-estivale (fig. 5b). Outre la distribution des espèces dominantes et ayant des surfaces pouvant être cartographiées, ces cartes tiennent compte aussi du plan d'eau, des zones inondables du site ; tout comme elles illustrent le positionnement de la palmeraie et de la zone urbaine juxtaposée au lac (fig. 5).

Une table géocodée est obtenue à partir de chaque carte. Les géostatistiques relatives aux

surfaces occupées par chaque polygone de la couche du dessin sont extraites par la suite. Autrement dit, la surface de chaque espèce ou partie du lac est calculée avec précision. En effet, les surfaces de 14 couvertures figurant sur ces cartes sont calculées en hectare durant les deux périodes (pré-hivernale et pré-estivale) (tab. 2). L'évolution des surfaces pendant ces deux saisons est illustrée en détails pour montrer la dynamique des parties dont leurs surfaces ont subi d'effectives évolutions (*Juncus maritimus*, *Salicornia fruticosa*, *Sedum rubens*, le plan d'eau, la zone inondable, le sol sableux) (tab. 2). Ces surfaces, calculées par le logiciel du SIG, représentent les aires occupées par l'espèce ou la partie donnée du site ; elles ne donnent aucun renseignement sur le recouvrement ou la densité des espèces végétales.

DISCUSSION ET CONCLUSION

L'inventaire floristique comporte 13 espèces végétales appartenant à 08 familles botaniques différentes de plantes vasculaires (phanérogames). Cet inventaire reflète une diversité très pauvre qui est déjà connue pour les régions arides (Ozenda 1983). La famille des Chenopodiacées regroupe le nombre le plus élevé d'espèces avec six plantes différentes ce qui dénote la capacité de ces espèces à résister à la salinité et à la sécheresse qui règne dans les milieux humides salés à climat hyperaride (Boulos 1991). La majorité des espèces inventoriées dans le lac sont soit des espèces à affinité halophytique (*Arthrocnemum glaucum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salicornia fruticosa*, *Suaeda vermiculata*, *Zygophyllum album*, *Sedum rubens*); soit des plantes hydrophytes représentées notamment par des espèces caractéristiques telles *Phragmites communis* et *Juncus maritimus*. La présence de ces deux catégories d'espèces est un bon indicateur des habitats humides salés. Plusieurs auteurs dénotent la diversité et l'abondance

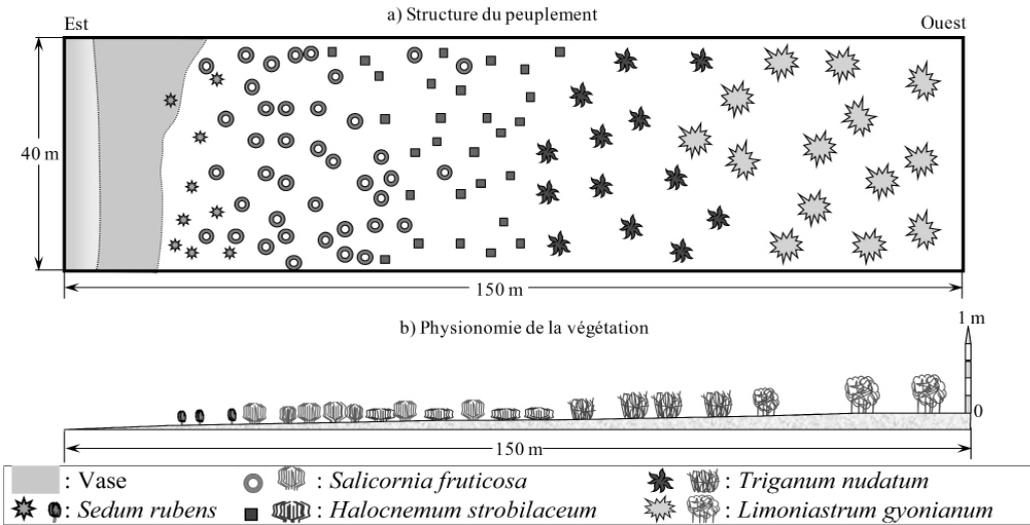


Figure 4. Représentation schématique du transect de la végétation des abords du Lac Ayata. *Schematic transect of the vegetation surrounding the Lake Ayata.*

en cette flore dans les régions sahariennes caractérisées par des sols salés et humides (Chehma 2005, Chehma *et al.* 2005). Selon Ozenda (1983), *Limoniastrum guyonianum* est l'une des espèces endémiques du Sahara Septentrional.

Le fait que plan d'eau ne contient aucune espèce végétale flottante ou submergée peut être interprété par la salinité moyenne des eaux (Toumi 2010) qui connaît des variations saisonnières brusques ne permettant pas la pérennité de cette catégorie de végétation sténohaline exigeante des conditions plus ou moins stables (McKee & Mendelssohn 1989, James & Hart 1993). L'eutrophisation des eaux peut jouer le rôle de stérilisateur contre ces plantes (Balls *et al.* 2006). Par ailleurs, la littérature documentée révèle l'absence d'espèces flottantes de macrophytes dans la région du Sahara septentrional (Ozenda 1958, Ozenda 1983, Chehma *et al.* 2005) et ceci peut être dû à la rudesse des conditions climatiques.

Le Lac Ayata présente une richesse floristique très faible par rapport aux zones humides du Sud-constantinois situées près de la limite septentrionale du Bas-Sahara (Ladjal

1995, Saheb 2003). Cette rareté floristique est directement liée aux conditions édaphiques et climatiques contraignantes à la survie des plantes dans la région. En effet, Chehma *et al.* (2005), montrent que les communautés végétales des sols salés sont généralement pauvres et caractérisées par la prédominance d'espèces spécialement adaptées à la salinité des sols. Les espèces inventoriées dans l'ensemble des habitats temporaires et salés au Sahara septentrional montrent que la famille des Chenopodiacées rassemble la majorité des espèces communes. Ces espèces présentent par ailleurs des recouvrements importants dans ces milieux (Ozenda 1958 et 1983, Chehma *et al.* 2005). En outre l'abondance des espèces chenopodiacées dans les alentours du lac justifie également la dominance des chamaéphytes sur les autres types biologiques. La répartition de ces derniers dans la région du lac Ayata suit le modèle suivant: Chamaéphytes > Thérophytes > Hélophytes > Phanérophytes.

Les chamaéphytes (53,8%) et les thérophytes (23,1%) sont les types biologiques les plus fréquents, ceci représente une caractéristique typique de la végétation

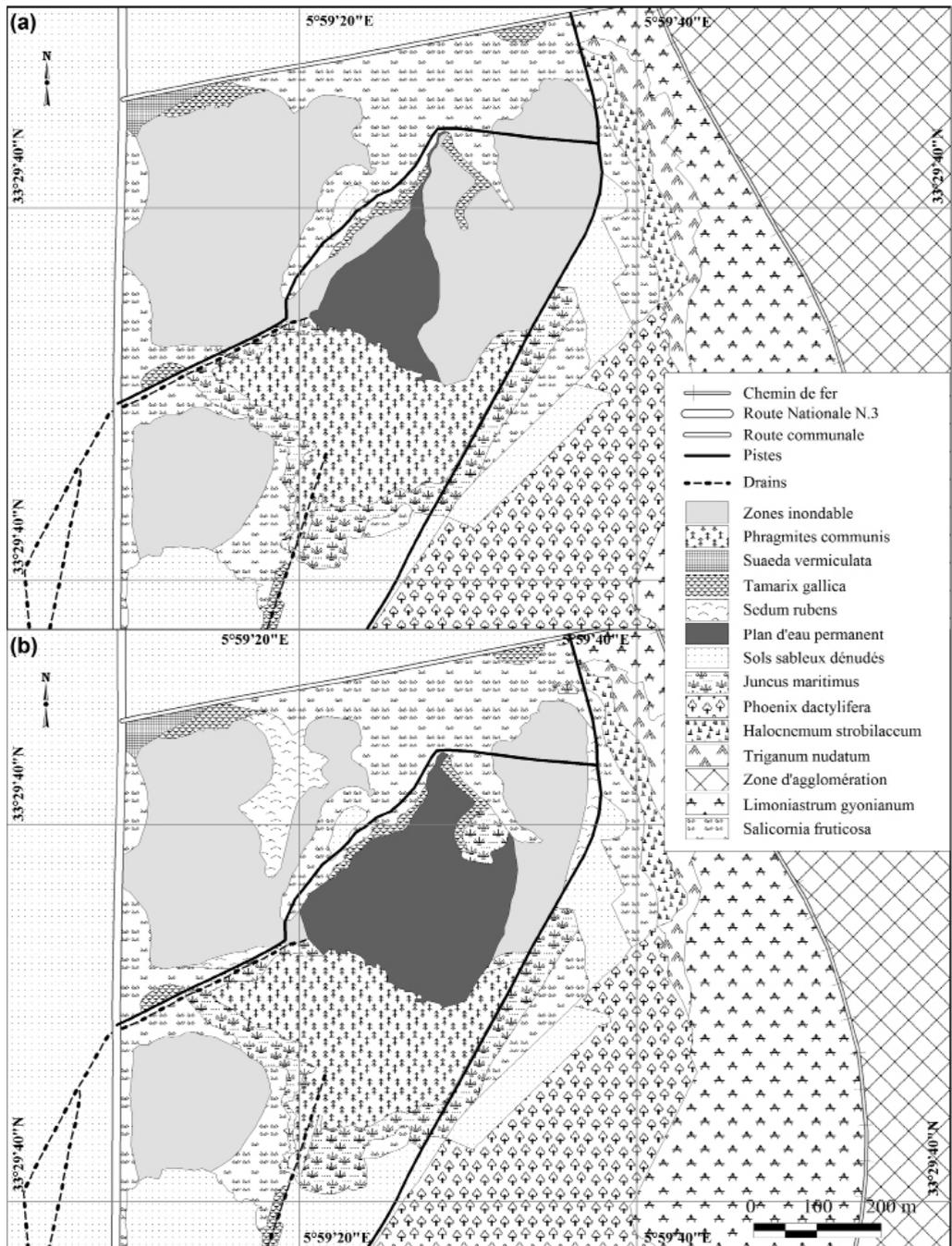


Figure 5. Carte de végétation du Lac Ayata (Bas-Sahara) en période pré-hivernale (a) et en période pré-estivale (b). *Vegetation map of Lake Ayata (Low-Sahara) in pre-winter (a) and pre-summer (b) periods.*

	Surfaces de l'occupation des sols					
	Période pré-hivernale		Période pré-estivale		Évolution	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
<i>Salicornia fruticosa</i>	15,20	9,81	15,39	9,93	+0,19	+0,12
<i>Juncus maritimus</i>	4,21	2,72	5,00	3,22	+0,79	+0,51
<i>Sedum rubens</i>	0	0	2,16	1,39	+2,16	+1,39
Plan d'eau	3,02	1,95	6,93	4,47	+3,91	+2,52
Sol sableux	36,40	23,48	36,20	23,35	-0,20	-0,13
Zone inondable	23,25	14,99	16,40	10,58	-6,85	-4,42
<i>Suaeda vermiculata</i>	0,44	0,29	0,44	0,29	0	0
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	20,87	13,46	20,87	13,46	0	0
<i>Phragmites communis</i>	7,58	4,89	7,58	4,89	0	0
<i>Tamarix gallica</i>	1,44	0,93	1,44	0,93	0	0
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	1,49	0,96	1,49	0,96	0	0
<i>Trigianum nudatum</i>	2,15	1,39	2,15	1,39	0	0
<i>Phoenix dactylifera</i>	13,12	8,46	13,12	8,46	0	0
Zone d'agglomération	25,88	16,69	25,88	16,69	0	0
Total	155,04	100	155,04	100	0	0

Tableau 2. Variations et évolution des surfaces de l'occupation du sol issues des cartes de la végétation. *Changes and evolution in land use areas obtained from vegetation maps.*

désertique (Salama *et al.* 2005). La présence abondante des thérophytes peut être expliquée d'une part par l'étendu des surfaces à inondation saisonnière, propices au développement des plantes annuelles ayant une germination et une croissance rapides et d'autres part par la capacité de ces espèces à coloniser des milieux nouvellement créés par dépôts de sables après être arrosés par les précipitations saisonnières. En fait, la détermination du spectre biologique de la végétation permet de connaître les relations qui mettent en évidence les dépendances entre la distribution des types biologiques et les facteurs de l'environnement (Ellenberg & Mueller-Dombois 1966, Floret *et al.* 1990).

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol (texture sableuse et structure particulière, ...) (Khadraoui 2007) favorisent le développement des espèces à cycle de vie court, surtout les thérophytes. Or la position de la nappe phréatique salée près de l'horion superficiel favorise le développement des halophytes dont

la famille des Chénopodiacées est la mieux représentée en espèces chamaephytiques thermophiles. Ces dernières ont une bonne adaptation aux conditions du milieu (Le Houerou 1992), ce qui leur permet d'occuper des territoires plus ou moins étendus.

Bien que le recouvrement général de la végétation caractérise celui des milieux ouverts et espacés, la répartition de la flore, notamment celle en bordure du plan d'eau, est structurée suivant un modèle de zonation précis. En effet, la végétation dans la parcelle échantillonnée reflète une disposition concentrique des espèces dominantes suivant un gradient des facteurs édaphiques notamment la salinité et l'humidité du sol. Les aires de répartition espèces sont séparées les une des autres par des limites nettes (Álvarez-Rogel *et al.* 2000). Nous constatons que les espèces végétales sont réparties en bandes parallèles suivant leur distance par rapport au plan d'eau. Un gradient décroissant de la salinité et de l'humidité du sol suit l'éloignement du plan d'eau (Álvarez-Rogel

et al. 2000), ce qui permet de construire une certaine relation entre la zonation des halophytes, leur distance par rapport au plan d'eau et l'état du sol. Ces facteurs édaphiques ainsi biotiques contrôlant la répartition des halophytes dans les milieux humides salés sont bien documentés dans la littérature (Ungar 1998, Álvarez-Rogel *et al.* 2000, Pennings *et al.* 2005).

La carte de végétation fait apparaître une mosaïque des aires de répartition des espèces végétales où nous constatons la dominance des espèces halophytes appartenant à la famille des Chenopodiaceae tout autour des abords du lac. *Salicornia fruticosa* est l'espèce la plus répondeuse aux abords du lac. En outre, cette flore manifeste une légère dynamique saisonnière suite à la variation des facteurs climatiques et pédo-hydriques. La végétation spontanée du Lac Ayata peut être subdivisée en trois principales catégories:

– Une végétation halophytique représentée principalement par *Salicornia fruticosa* et *Halocnemum strobilaceum* où la Salicorne est l'espèce la plus abondante dans le lac. Elle couvre à peu près 15,4 ha (soit 9,9% de la surface totale du site) et présente 0,19 ha comme différence d'occupation du sol entre la période pré-hivernale et la période pré-estivale. *Sedum rubens* s'est développé en bordure des zones inondables en fin de l'hiver après retrait de l'eau. Elle a conquis 2,16 ha des zones inondables non-occupées auparavant par la végétation.

– Une végétation hydrophytique, principalement des Hélophytes, est représentée par *Phragmites communis* et *Juncus maritimus*. Elle est caractérisée par une densité élevée et une expansion de l'aire de répartition du Jonc qui est estimée à 0,51% de la surface totale du site.

– Une végétation «steppique» éparse représentée par *Limoniastrum guyonianum* et *Triglochin nudatum*. Bien que cette végétation occupe un vaste territoire (23,02 ha), elle n'est

représentée que par un recouvrement très faible. Elle constitue par ailleurs une source fourragère appréciée par le camelin qui vit en mode extensif dans le Sahara septentrional (Chehema 2005). Il est à noter que d'autres espèces à affinité saharienne comme *Retama raetam* Forssk., *Aristida pungens* Desf., *Lygeum Spartum* L., *Rhanterium adpressum* Coss. & Durieu existent dans la région (Chehema *et al.* 2005).

Le plan d'eau et les zones inondables juxtaposées subissent également de grandes fluctuations hydriques saisonnières suivant la différence entre les apports en eaux (excédents d'irrigation, précipitations et remontée de nappes) et les pertes (drainage, évaporation, infiltration). Les zones inondables sont souvent colonisées par certaines espèces éphémères après submersion suivie d'une dessiccation.

La composition spécifique de la flore terrestre rencontrée dans cette zone humide est souvent instable ; elle peut changer d'une année à l'autre, voire au cours de la même année. A cet effet, l'investigation de la dynamique de la végétation des zones humides serait en mesure de révéler des stratégies adaptatives très intéressantes chez la flore du Sahara.

REFERENCES

- ÁLVAREZ-ROGEL, J., F.A. ARIZA & R.O. SILLA -2000- Soil salinity and moisture gradients and plant zonation in Mediterranean salt marshes of Southeast Spain. *Wetlands*, 20, 357-372.
- BALLS, H., B. MOSS & K. IRVINE -1989- The loss of submerged plants with eutrophication I. Experimental design, water chemistry, aquatic plant and phytoplankton biomass in experiments carried out in ponds in the Norfolk Broadland. *Freshwater Biology*, 22, 71-87.
- BOULOS, L. -1991- Notes on *Suaeda* Forsk. ex Scop. Studies in the Chenopodiaceae of Arabia. *Kew Bulletin*, 46, 291-296.
- CHEHMA, A. -2005- *Étude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Cas de la région de Ouargla et*

- Ghardaïa*. Thèse de doctorat d'Etat, Univ. Annaba, Algérie.
- CHEHMA, A. -2006- *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien*. Ed. Dar El-Houda, Ain M'lila, Algérie.
- CHEHMA, A., M.R. DJEBAR, F. HADJAJI & L. ROUABEH -2005- Étude floristique spatio-temporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse*, 16, 275-285.
- CHENCHOUNI, H. & A. SI BACHIR -2010- *Zones humides et biodiversités - Classification et typologie des zones humides du Bas-Sahara algérien et caractérisation de la biocénose du Lac Ayata (Vallée d'Oued Righ)*. Ed. Editions Universitaires Européennes, Allemagne, 152 p.
- COTE, M. -2005- *La ville et le désert : le Bas-Sahara algérien*. Karthala Éditions, Paris. 306p.
- COTTERILL, F.P.D. -1995- Systematics, biological knowledge and environmental conservation. *Biodiversity and Conservation*, 4, 183-205.
- DEN HARTOG, C. & S. SEGAL -1964- A new classification of the water-plant communities. *Acta Botanica Neerlandica*, 13, 367-393.
- DUBOST, D. -1991- *Écologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes*. Thèse Doctorat, Univ. Tours, France, 319 p.
- ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS -1966- A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. Geobot. Inst. ETH, Stftg. Ruebel, Zurich*, 37, 56-73.
- FLORET, C., M.J. GALAN, E. LEFLOC'H, G. ORSHAN & F. ROMANE -1990- Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation?. *Journal of Vegetation Science*, 1, 71-80.
- GARCÍA, N., A. CUTTELOD & D. ABDUL MALAK -2010- *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa*. Ed. IUCN, Gland, Switzerland, Cambridge, UK, and Malaga, Spain, 141 p.
- GRUBB, P.J. -1977- The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52, 107-145.
- JAMES KR & BT HART -1993- Effect of salinity on four freshwater macrophytes. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 44, 769-777.
- KHADRAOUI, A. -2006- *Eaux et Sols en Algérie (Gestion et impact sur l'environnement)*. Ed. EMPAC, Constantine, Algérie, 392 p.
- KHADRAOUI, A., -2007- *Sols et hydraulique agricole dans les Oasis Algériennes (Caractérisation, contraintes et propositions d'aménagement)*. Ed. Dar Houma, Alger. 317 p.
- KHOUDA, S. & M. HAMMOU. -2006- *Inventaire floristique dans les palmerais d'Oued Righ. Cas de Touggourt et Djamaa*. Mémoire d'Ingénieur, Univ. Ouargla, Algérie. 89 p.
- KOUZMINE, Y. -2007- *Dynamique et mutations territoriales du Sahara algérien, Vers de nouvelles approches fondées sur l'observation*. Thèse Doctorat en Géographie, Univ. Franche-Comté, France, 423 p.
- LADJAL, M. -1995- *Contribution à l'étude du milieu et approche bioécologique de son avifaune: Le Chott de Tincilt*. Mémoire d'ingénieur. Inst. Agro., Univ. Batna, Algérie, 61 p.
- LAVERGNE, S., W. THUILLER, J. MOLINA & M. DEBUSSCHE -2005- Environmental and human factors influencing rare plant local occurrence, extinction and persistence: a 115-year study in the Mediterranean region. *Journal of Biogeography*, 32, 799-811.
- LE HOUEROU, H.N. -1992- An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. *In: Degradation and restoration of arid lands*: Dregne, H.E., eds., International Center for semi arid land studies, Texas Technical University, Lubbock, 127-63.
- LE HOUÉROU, H.N. -2001- Biogeography of the arid steppeland north of the Sahara. *Journal of Arid Environments*, 48, 103-128.
- MCKEE K.L. & I.A. MENDELSSOHN -1989- Response of a freshwater marsh plant community to increased salinity and increased water level. *Aquatic Botany*, 34, 301-316.
- OULD EL HADJ, M.D. -2004- *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse doctorat d'État en Sciences agronomiques, Ins. Nati. Agro, El-Harrach, Algérie, 276 p.
- OZENDA, P. -1958- *Flore du Sahara septentrional et central*. Ed. CNRS, Paris, 485 p.
- OZENDA, P. -1983- *Flore du Sahara. 2e édition*. Ed. CNRS, Paris, 622 p.
- PENNINGS, S.C., M.B. GRANT & M.D. BERTNESS -2005- Plant zonation in low-latitude salt marshes: disentangling the roles of flooding, salinity and competition. *Journal of Ecology*,

- 93, 159-167.
- PYŠEK, P., D.M. RICHARDSON, J. PERGL, V. JAROŠÍK, Z. SIXTOVÁ & E. WEBER. -2008- Geographical and taxonomic biases in invasion ecology. *Trends in Ecology & Evolution*, 23, 237-244.
- QUEZEL, P. & S. SANTA -1962- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome I. Ed. CNRS, Paris, 564p.
- QUEZEL, P. & S. SANTA -1963- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II. Ed. CNRS, Paris, 567-1170.
- QUEZEL, P. -1978- Analysis of the flora Mediterranean and Saharan Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 65, 479-535.
- ROGNON, P. -1994- *Biographie d'un désert : le Sahara*. Ed. L'Harmattan, Paris, 347 p.
- ROSHIER, D.A., A.I. ROBERTSON, R.T. KINGSFORD & D.G. GREEN -2001- Continental-scale interactions with temporary resources may explain the paradox of large populations of desert waterbirds in Australia. *Landscape Ecology*, 16, 547-556.
- SAHEB, M. -2003- *Cartographie de la végétation des Sebkhass de Guellif et Ougla Touila Oum El Bouagui et écologie de l'avifaune*. Thèse de Magistère. Univ. Oum El Bouaghi, Algérie, 88 p.
- SALAMA, F.M., M.M. ABD EL-GHANI, S.M. EL NAGGAR & K.A. BAAYO -2005- Vegetation structure and environmental gradients in the Sallum area, Egypt. *Ecologia mediterranea*, 31, 15-32.
- TOUMI, I. -2010- *Contribution à l'étude bioécologique du peuplement ichtyologique de la région du Souf*. Mémoire de Magistère en Écologie Animale, Univ. Biskra, Algérie, 114p.
- UNGAR, I.A. -1998- Are Biotic Factors Significant in Influencing the Distribution of Halophytes in Saline Habitats?. *The Botanical Review*, 64, 176-199.