Evolution du chott et sebkha de la cuvette d'Ouargla par utilisation des images Landsat multi-dates

BOUAFIA Imad Eddine[(1)] et DJIDEL Mohamed[(2)]

[(1)] *Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Kasdi Merbah Ouargla, email : imadbouafia@yahoo.fr*

[(2)] *Laboratoire de Géologie du Sahara, Université Kasdi Merbah, Ouargla 30000, Algérie. Email : djidelm@yahoo.fr*

RESUME

La cuvette d'Ouargla est située dans le lit d'Oued M'ya (Bas-Sahara, Algérie), ce qui représente l'artère principal d'Oueds secs à écoulement par inféro-flux d'une nappe alluviale présentant des affleurements dans les dépressions sous formes des zones humides salées (Oasis, Chotts et Sebkhas). Ces zones humides sont toujours menacées par différents facteurs dégradant son environnement par le facteur naturel et surtout le facteur anthropique menant à une augmentation du niveau statique et de la salinité influant directement sur l'écosystème oasien.

L'objectif de ce travail est de suivre l'évolution des états de surfaces afin de cartographier les changements et d'identifier les facteurs d'influence.

Notre étude est basée sur l'évolution diachronique, des zones humides de la cuvette d'Ouargla entre les années (1987, 2000 et 2009) grâce à l'utilisation d'images satellitaires de Landsat, les analyses statistiques et la cartographie des changements de détection des classifications de chaque année.

À partir des résultats obtenus il y avait des changements importants sur l'occupation du sol dans la zone considérée. Une progression du milieu urbain, des sols humides et de la végétation au détriment des espaces des sols nus et secs. Cela est dû à l'influence des facteurs climatiques, la croissance démographique et urbaine et la mauvaise gestion des eaux d'AEP, résiduaires et de drainage.

MOTS-CLES — cartographie, statistique, évolution diachronique, zone humide, Ouargla, Algérie.

I. INTRODUCTION

Le Sahara est connue par l'aridité de son climat, les terres arides représentent 84% de la superficie de l'Algérie. La partie septentrionale de son territoire recèle d'importantes ressources en eau souterraines emmagasinées dans deux grands systèmes aquifères superposés, le continentale intercalaire et le complexe terminal. L'eau de surface y est rare et très irrégulière, elle est pérenne et se limite seulement dans les zones de Sebkhas, Chotts, …, situées généralement dans les bas-fonds des bassins endoréiques auprès des oasis. Ces milieux humides servent comme exutoires aux eaux de drainage des palmeraies, d'écoulements de surface ou souterrain par inféroflux des oueds et de rejets d'eaux usées [1]. Dans ce travail, on s'intéresse sur l'évolution de la zone humide se trouvant dans la cuvette d'Ouargla par chott Ain Beida et sebkhat Bamendil.

Les études sur le changement dans l'occupation et l'utilisation du sol sont d'une grande importance car ils permettent de connaître les tendances actuelles dans les processus de déforestation, dégradation, désertification et perte de la biodiversité d'une région déterminée [2].

La procédure la plus efficace pour mesurer le degré de changement de l'environnement est l'étude multi-date des zones humides. C'est pourquoi, dans ce travail, nous proposons d'évaluer le changement récent de l'occupation du sol dans la zone humide de la cuvette d'Ouargla à partir de l'analyse diachronique des images Landsat pour les années 1987, 2000 et 2009.

Récemment d'autres études et travaux sur la télédétection, par des universitaires et des organismes publics, ont été réalisés sur principalement la cuvette d'Ouargla. Parmi eux nous pouvons citer les travaux suivants :

✓ Un apport des données satellitaires pour l'évaluation de l'impact sur l'environnement du risque de salinisation dans l'écosystème désertique [3]. Ce travail constitue une première approche de l'application de la télédétection pour une mise en évidence et une évaluation spatiale du risque de salinisation en milieu désertique.

✓ Un inventaire des états de surfaces des sols alluviaux en zones arides [4] de la région de Ouargla et de la région de M'Rara. Ils ont essayé de trouver après l'observation de la surface des sols le lien entre cette dernière et le type des sols des régions étudiées et la caractérisation de ces aspects de surface à l'aide de la télédétection satellitale.

✓ Un essai de caractérisation géochimique et minéralogique de la surface des sols par télédétection, dans la région d'Ouargla [5]. Ce travail montre que la composition minéralogique et géochimique des sols est une information non négligeable pour caractériser et discriminer la nature des sols par télédétection ce qui a apparaît clairement dans la différence entre les réponses spectrales des états de surface salins, gypseux et sableux.

✓ Une application de la télédétection pour la classification des sols humides dans la région d'Ouargla [6]. Est un travail sur la mise à jour des cartes des zones humides salées (chott et sebkhas) et de l'occupation du sol dans un climat aride désertique. La photo-interprétation de l'image satellitaire ETM+, en date du 01-04-2009 de Landsat, a permis

l'identification des différentes formes des zones humides salées dans le milieu désertique. Les classifications non ont permis d'obtenir une cartographie des principales unités des oasis, des eaux de surface salées et les sols humides ainsi que les sols salés dans la cuvette d'Ouargla.

II. SITE D'ETUDE

La zone d'étude (Figure 01) est la région d'Ouargla à une superficie de 136.32 km^2. Elle est limitée au Nord par Oum Erraneb, à l'Est par les ergs Touil et Arifdji, au Sud par les dunes de Sedrata et à l'Ouest par le versant est la dorsale du M'Zab.

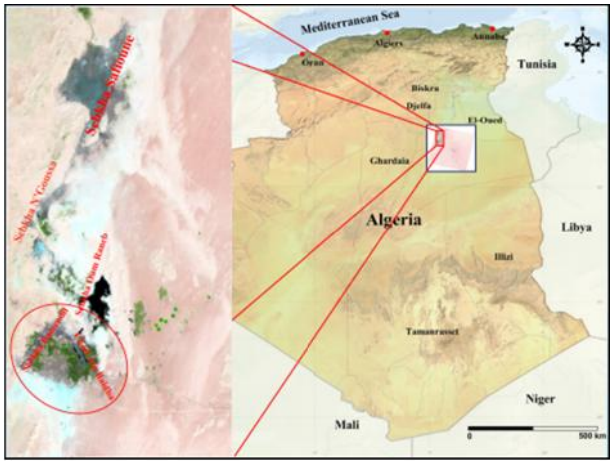

Figure 01 : carte de situation de la zone d'étude

Elle inclut les agglomérations de quatre communes : Ouargla, Rouissat, Sidi Khouiled et Ain El Beida.

Le climat du Sahara algérien est caractérisé par un climat de type hyperaride avec une intense sécheresse et un taux d'humidité très faible. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 25°C avec des étés chauds et des hivers rigoureux. Les températures extrêmes sont de plus de 50°C en été. Les pluies se caractérisent par leurs grandes variabilités interannuelles. Dans le Sahara septentrional, elles sont fines alors qu'elles sont diluviennes au centre. Ces différentes caractéristiques climatiques se répercutent sur l'hydrographie saharienne.

L'écoulement des Oueds est temporaire et se perd dans les dépressions fermées. Lorsque les vallées n'ont pas d'écoulement superficiel, elles ont souvent un écoulement souterrain (inféroflux), lequel prend beaucoup d'importance vue la rareté des eaux superficielles. Le bilan montre un déficit bien marqué vis-à-vis les conditions atmosphériques.

La nappe superficielle est contenue dans les alluvions de la vallée de l'oued Mya. Elle couvre pratiquement toute la cuvette d'Ouargla. Les mesures les plus récentes [7] - [9], indiquent que le niveau piézométrique de la nappe est situé entre 0,5 à 1 m dans les palmeraies limitrophes de la sebkha et inférieur à 0,5 m dans la sebkha jusqu'à l'affleurement au centre. Dans l'agglomération et dans les palmeraies, sa profondeur varie, entre 0,5 m et 1,5 m, mais dans les zones les plus basses, pratiquement elle affleure sous formes de chotts. En bordure de la cuvette, on peut en revanche la rencontrer à des profondeurs plus importantes. Cette nappe est essentiellement alimentée, par les eaux de drainage agricole et par les eaux résiduaires urbaines.

III. METHODES ET DONNEES

La méthodologie suivie au cours de cette étude repose sur des données satellitaires, topographiques, géologiques ainsi que sur des mesures et des observations effectuées sur terrain. Ces données sont ensuite analysées et interprétées pour la cartographie des états de surface de la région d'Ouargla. Les différentes étapes suivies pour réaliser une carte d'occupation des sols.

Nous avons utilisés principalement au cours de cette étude les données suivantes :

Choix d'imagerie satellitaire

Afin d'étudier l'évolution des états de surface de la cuvette d'Ouargla, nous avons analysé six bandes multi-spectrales (trois dans le visible et trois dans l'infra-rouge) pour chacune des trois dates de la scène p193r038.

Classifications supervisées

L'occupation du sol sur les zones étudiées est très hétérogène et le passage entre les différentes classes se fait en fonction de la densité du couvert et de la taille des individus. Si de nombreuses classes peuvent être discriminées, nous avons choisis de travailler ici sur 7 classes majeures pour mettre en œuvre la classification. Certaines d'entre elles ont été regroupées par analyses préalables :

1) Eau ; 2) Sol humide ; 3) Sol salé ; 4) Végétation ; 5) Milieu urbain ; 6) Sols nus (Grés rouge et Sable).

Après le choix des classes thématiques, nous avons traité les trois images en optant pour la classification supervisée par la méthode des maximums de vraisemblance avec le logiciel de traitement d'image ENVI 5.0.

IV. RESULTATS ET DISCUSSIONS

A. *Les changements des états de surface*

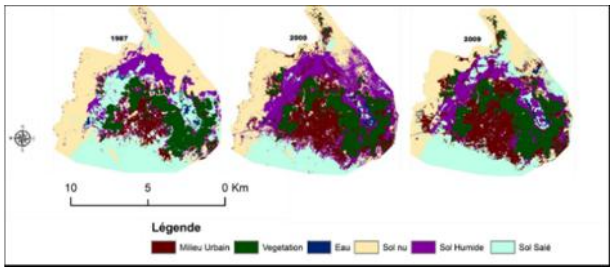

Figure 02 : Evolution de l'occupation des sols dans la cuvette d'Ouargla (en 1987, 2000 et 2009)

La présentation des trois cartes d'états de surfaces fait ressortir visuellement une nette évolution de l'occupation du sol depuis 1987 jusqu'à 2009 sur la cuvette d'Ouargla, avec notamment une progression du milieu urbain au détriment des espaces de sol nu (Figure 02). Cette progression est particulièrement prononcée dans la partie nord-ouest de la Cuvette. La même dynamique que celle observée sur le sol humide avec une augmentation vers le nord et le nord-ouest en 2000, suivie d'une diminution en 2009, au détriment des espaces du sol nu et du sol salé.

B. Changements d'occupation du sol (1987 et 2009)

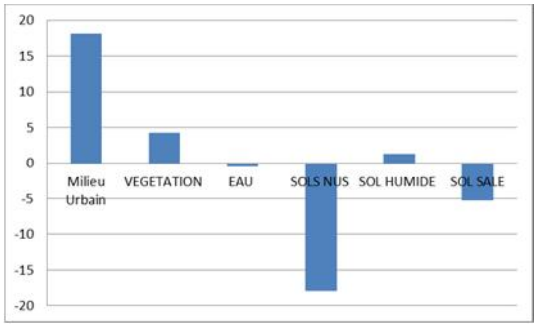

Figure 03 : Evolution de l'occupation du sol entre 1987et 2009 à la Cuvette d'Ouargla

Nous détaillons les changements d'occupation du sol de chaque classe séparément

La mise en place des statistiques d'évolution confirme alors ce qui a pu être observé visuellement (Figure 03).

C. Interprétation des résultats

Évolution des surfaces d'eau

Les plans d'eau occupent 1.36 Km^2 soit 1% de la superficie globale en 1987. On voit bien d'après la figure 03 que ce dernier a chuté dans les années 2000 et 2009 à 0.91 % et 0.62% respectivement de la superficie globale.

Les changements au Sol humide en 2000, et au sol Salé en 2009, est expliqué par le changement du réseau d'évacuation des eaux usées vers la station d'épuration d'où elles sont transférées vers le point de rejet du chott Ain Beida puis vers sebkhat Oum-Raneb. Le résultat est une diminution des surfaces des plans d'eau et un rabattement du niveau statique de la nappe phréatique.

Evolution du Sol humide

Le Sol humide occupe une superficie de 17,71 Km^2 soit 12.99% de la superficie globale en 1987. Ce dernier a augmenté en 2000 soit à 23.29% mais a diminué dans l'année 2009 à 13.93 % de la superficie globale (figure 03).

Les changements étaient aux alentours des milieux urbains. Ils sont expliqués par la croissance démographique et économique qui a incité à l'utilisation intensive des nappes profondes. L'augmentation moyenne de la consommation entre 1998 et 2009 est de 33693 m^3/jour, pour satisfaire les besoins d'irrigation et d'A.E.P. ainsi l'absence d'un système de drainage agricole et d'assainissement adéquat conduit à une remontée progressive du niveau statique de la nappe (<50 cm).

Evolution du Sol salé

Le « Sol salé » occupe une superficie de 38.07 Km^2 soit 27.93% de la superficie globale en 1987. Ce dernier a diminué en 2000 soit à 14.22%, puis a augmenté dans l'année 2009 soit à 24.1 % de la superficie globale (figure 03).

La diminution des surfaces vers le « Sol humide » en 2000. Puis a été restituée en 2009, une des causes majeures de la mise en place des stations de pompages et le changement du point de rejet des eaux usées. Sous l'effet de la température, une évaporation intense menant à un rabattement du niveau statique d'où un assèchement progressif du sol favorisant une cristallisation des sels formant des efflorescences salifères blanchâtres à la surface du sol. La Capacité évaporatoire de la Cuvette d'Ouargla a été estimée d'un Total =54400 m^3/jour [10].

Evolution de la Végétation

La « Végétation » occupe une superficie de 21,34Km^2 soit 15.65% de la superficie globale en 1987. La figure 03 montre une augmentation régulière au fil des années avec des taux variant entre 16.41% et 18.75% respectivement en 2000 et 2009 de la superficie globale.

Elle est due essentiellement aux projets agricoles dans la région d'Ouargla qu'ont vise l'exploitation de certains sols humide salé comme projets nouvelle plantation.

Evolution du Milieu Urbain

Le Milieu urbain occupe une superficie de 10.3 Km^2 soit 7.56% de la superficie globale en 1987. Il présente une augmentation régulière au cours du temps (Figure 03) à des taux variant entre 19.06 % et 20.88 % pour 2000 et 2009 respectivement de la superficie globale.

Cette augmentation est expliquée par l'évolution des populations actuelles des villes d'Ouargla, Rouissat et Ain Beida. D'après les recensements de la population de 1977, 1987, 1998 et 2007 a été projetée dans le tableau ci-après.

Tableau 01 : recensements de la population de 1977, 1987, 1998 et 2007

COMMUNE	1977	1987	1998	2007
Ouargla	47800	75273	112339	148720
Rouissat	9400	19410	37814	56777
Ain-Beida	7100	9684	14500	19287

Evolution des Sols nus

Le « Sol nu » occupe une superficie de 47,54 Km^2 soit 34.87% de la superficie globale en 1987. Ce dernier présent une diminution continue au fil des années 2000 et 2009 entre 26.12 % et 21.73 % de la superficie globale. Ce changement

est expliqué par le développement de l'urbanisation dans la zone d'Ouargla par la création de nouvelles villes comme la cité Ennasr (El Khafji).

D. Cartographie des changements

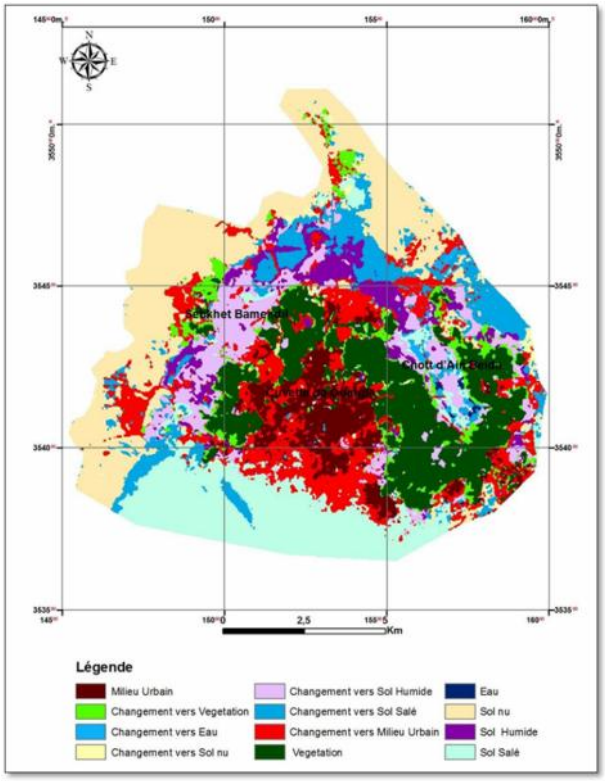

Figure 04 : Carte de la dynamique de l'occupation des sols entre 1987 et 2009 (Cuvette d'Ouargla)

La carte d'évolution des états de surfaces a montré une nette évolution du milieu urbain depuis 1987 jusqu'à 2009 dans la cuvette d'Ouargla, avec notamment une progression aux alentours d'anciens noyaux urbains au niveau de la ville d'Ouargla au centre, Rouissat au sud, Ain Baida à l'est et Bamendil à l'ouest. Ainsi que la création d'une nouvelle agglomération à l'ouest « cité Ennasr » (Figure 04). La progression de la végétation montre une extension des palmeraies surtout à Bamendil et Bour El-Haicha.

La dynamique observée sur les sols humides et les sols salés est observée aux dépressions contournant la ville d'Ouargla.

V. Conclusion

Nous avons conclu à partir des résultats obtenus qu'il y ait des changements importants sur l'occupation du sol dans la « Cuvette d'Ouargla ». Les surfaces du milieu urbain, de la végétation et du Sol humide ont étés augmentés respectivement à 18.9 km^2, à 4.22 km^2 et à 1.28 km^2. Par contre les surfaces d'eau, des sols nus et du sol salé ont étés diminués à 0.52 km^2, à 17.92 km^2 et à 5.22 km^2.

Les facteurs qui ont influé sur cette région durant la période étudiée sont :

- Les facteurs climatiques sévères.
- La croissance démographique et l'extension urbaine engendre des besoins socio-économiques énormes afin de satisfaire les besoins.
- La surexploitation des nappes profondes à des fins domestiques, agricoles et industrielles.
- La suralimentation de la nappe phréatique conduisait à une remontée flagrante de son niveau statique.
- La sous-évacuation du surplus d'eau par le réseau de drainage et le réseau d'assainissement.
- Le changement de l'exutoire des eaux résiduaires et de drainage.

Afin de mieux gérer les zones humides de la région d'Ouargla, une gestion rationnelle de la ressource en eau, un contrôle de l'évolution du niveau et de la qualité de la nappe et un renforcement de la station de pompage du chott, sont des propositions importantes.

References

[1] ANRH. (2005). Les ressources en eaux dans la wilaya d'Ouargla. Rapport technique.

[2] Lambin, E.F., Turner II, B.L., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skånes, H., Steffen, W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T., Vogel, C., Xu, J., (2001). Our emerging understanding of the causes of land-use and -cover change. Global Environ. Change, Global Environmental Change 11, pp. 261–269.

[3] Hamdi-Aissa, B. (2001). Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord-Sahara (Cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale. Thèse Doct., Inst. National Agronomique, Paris-Grignon, 283p.

[4] HELIMI Samia, (2010). Inventaire des états de surface des sols alluviaux en zones arides. Mémoire magister, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 104 p.

[5] HADJ KOUIDER Mohamed, (2012). Essai de caractérisation géochimique et minéralogique des surfaces des sols par télédétection, cas de la région d'Ouargla. Mémoire magister, Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 117 p.

[6] NASRI Abdeldjalil & NASRI Mansour, (2012). Application de la télédétection pour la classification des sols humides dans la région d'Ouargla. Mémoire Ing. d'état. Univ. Kasdi Merbah, Ouargla, 80 p.

[7] GUENDOUZ A., REGHIS Z., MOULLA A.S. (1992). Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla. Rapport N°1, 65 p., Rapport N°2, 30p.

[8] HAMDI AISSA Belhadj, FEDOROFF Nicolas, HALITIM Amor, VALLES Vincent, (1997). Short and long term soil-water dynamic in Chott soils in hyper-arid areas (Sahara of Algeria). Proceedings of the 17th World Congress of Soil Sciences, Bangkok, Thailand, Paper n° 672, 8 p.

[9] HAMDI-AÏSSA B. & GIRARD M.C., 2000. Utilisation de la télédétection en régions sahariennes, pour l'analyse et l'extrapolation spatiale des pédopaysages. Sécheresse, 3, 179-188.

[10] BONNARD & GARDEL, (2004). La Vallée d'Ouargla. Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, pluviales et d'irrigation Mesures complémentaires de lutte contre la remontée de la nappe phréatique. « Investigations, essais de pompage et bilans d'eau, établissement des cartes piézométriques, diagnostic des captages d'eau et mesures de réhabilitation, de protection des ressources en eau ». Mission II, Rapport final, 110 p.