

Caractérisation de l'environnement par observation spatiale

Nawel BOUSSAADA¹, Nabila HAMMAD¹

¹ Laboratoire de Géologie du Sahara, Université KasdiMerbah, BP 511 Ouargla 30000, Algérie.

E-Mails : nawelmabedi@gmail.com/ hammadnabila69@gmail.com

Résumé — En termes de volume stocké, les ressources en eau de la vallée d'Oued Righ comptent probablement parmi les plus importantes du monde. Ceci a envisagé la possibilité d'un développement important de l'agriculture au Sahara.

La question de gérer ces ressources fait l'objet d'un grand intérêt depuis plusieurs décennies.

La télédétection constitue un outil d'aide à la décision, optimisant le suivi et la gestion des ressources terrestres, elle s'avère de plus en plus utile dans les grandes étendues, telle que le désert, où tous les moyens de supervision sont difficiles.

Pour cela, le but de ce travail vise à évaluer le potentiel de cette approche pour mesurer l'ampleur des modifications du paysage et l'analyse de l'évolution actuelle de l'occupation du sol, afin de mieux comprendre le rôle respectif des facteurs contrôlant cette évolution.

La procédure la plus efficace pour mesurer le degré de changement de l'environnement est l'étude multi-date.

A ce propos, nous avons réalisé une approche diachronique en domaine aride portant sur des données datant de 1987, 2000 et 2009 (images Landsat TM et ETM+) de la région d'Oued Righ dans le Sud Est Algérien.

Mots-clés— télédétection- occupation de sol- composition colorée – classification - Sahara Septentrional.

I. INTRODUCTION

La région d'Oued Righ fait partie d'une unité géographique du bas Sahara où la richesse en eau reste favorable aux accroissements démographiques et aux extensions agricoles.

Devant cet énorme espace, les moyens classiques d'investigations deviennent impuissants. L'outil télédétection s'avère le meilleur pour venir en aide et compléter ces anciennes méthodes. La question

de gérer ces ressources fait l'objet d'un grand intérêt depuis plusieurs années [1]- [6]- [9]- [13]- [14]- [17]- [19].

Le but du présent travail s'inscrit dans le champ intermédiaire entre l'hydrogéologie et les approches spatiales, il veille à améliorer les méthodes classiques par un aspect de développement technique associé à l'utilisation des images satellitaires. Il s'agit de décrire, dans l'espace (à la résolution « kilométrique ») et sur de longues périodes temporelles, l'utilisation des eaux de la vallée d'Oued Righ, au Sud-est algérien.

La télédétection n'est pas le remède pour les problèmes de développement et de gestion des ressources en eau. Néanmoins, elle peut fournir des données qui sont des outils de base pour un inventaire sérieux, une surveillance et une gestion saine de ces ressources.

Une question qui se pose : est-ce que les images satellitaires conviennent pour une utilisation en hydrogéologie ? Le problème principal est la méconnaissance du potentiel des données de télédétection par les hydrogéologues [15].

Le lien entre les images et l'eau souterraine est indirect. En effet, l'image ne cartographie pas les eaux souterraines mais plutôt des éléments d'intérêt pour indiquer la présence de cette ressource [5]. En effet, selon [20] l'occupation du sol influence les quantités d'eau disponibles pour l'écoulement de surface et l'infiltration selon la nature des végétaux.

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'Oued Righ, fait partie du Bas Sahara. C'est le pays du sable, du sel et des eaux artésiennes, située à l'Est du Sahara septentrional, est une longue dépression méridienne, en position entre le grand Erg Oriental et la zone des chotts au Nord. La gouttière artésienne et le couloir de communication ont fait la richesse de cet espace avec un ruban d'oasis (une cinquantaine). Elle

s'allonge sur 150 km du Sud au Nord sur une largeur de 10 à 40km (Fig.1). Cette région est confrontée à un climat hyper aride.

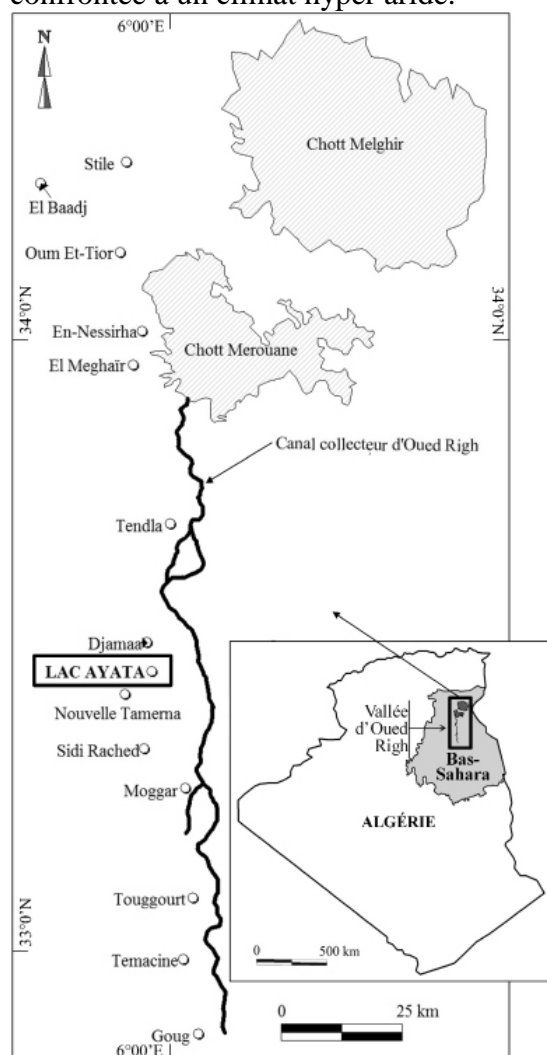


Fig.1. Situation géographique de la région d'étude.

III. METHODOLOGIE

La méthodologie suivie repose sur l'utilisation des données de la télédétection pour une analyse spatiale et temporelle des causes et des facteurs intervenant dans le processus du changement de la surface de la région étudiée [21].

Les images satellitaires sont souvent la seule information crédible pour l'identification, le tracé et la cartographie du sol.

La procédure la plus efficace pour mesurer le degré de changement de l'environnement est l'étude multi-date [18].

Nous avons eu recours aux scènes LANDSAT TM et ETM+ ; p193r037 des 07/01/1987- 02/11/2000 et 01/04/2009 confrontées à un travail de vérification de la réalité terrain, afin d'effectuer l'analyse thématique du milieu et visualiser les changements produits.

A. Traitement thématique

Les techniques de traitement des images satellitaires permettent l'exploitation des données fournies par les capteurs multi bandes pour l'identification des différents thèmes de la couverture terrestre.

A.1 Rehaussement

Nous avons appliqué des techniques de rehaussement afin de faciliter l'interprétation et l'analyse visuelle et mettant en évidence la plus grande partie de l'occupation des sols.

Nous avons préféré un rehaussement linéaire 2% parce qu'il a donné la meilleure qualité visuelle.

A.2 Compositions colorées

Les compositions colorées permettent de produire des images en couleurs en tenant compte de la signature spectrale des objets [4].

La visualisation des images est une étape importante. Cette étape consiste à faire une synthèse de toutes les informations contenues dans les trois canaux du satellite afin d'obtenir une image visible pour l'œil humain. Cette composition colorée est obtenue par une synthèse chromatique des trois couleurs additives, rouge, bleu, vert, associée à un canal de l'image. Le changement de la combinaison des bandes peut produire une différence significative au niveau de l'apparence et de l'information contenue dans l'image [2] - [10].

Pour notre étude une composition colorée issue de l'association des canaux 5-4-3 a été retenue car elle a donné le maximum d'information.

A.3 Procédure de traitement par classification supervisée

Pour l'extraction de l'information thématique des images, la classification s'avère un outil incontournable. Elle consiste à réaliser une partition de l'image en régions repérées par différentes étiquettes [16]. C'est le partitionnement de l'image en régions homogènes appelées classes. Le principe général est de faire correspondre les pixels à une classe qui définit le type d'occupation du sol.

La classification supervisée constitue la meilleure méthode d'extraction automatique des états de surface (Ducrot, 2005) ce qui la rend un procédé de choix pour répondre au besoin de leur cartographie automatique [12].

Dans le cadre de notre étude c'est la méthode dite du Support Vector Machine (SVM), initiées par Cortes & Vapnick en 1995 qui a été la plus fiable.

IV. RESULTATS ET DISCUSSION

A. Analyse des compositions Colorées

Parmi les méthodes citées au chapitre 6, nous avons retenu celle de la combinaison des bandes ETM+ 5 ETM+ 4 et ETM+3 affichées en rouge, vert et bleu respectivement, fortement conseillée par les ouvrages spécialisés de télédétection [11].

L'analyse visuelle des compositions colorées des images LANDSAT TM et ETM+, a permis de repérer les différentes évolutions dans le temps (1987-2000-2009) du nombre des agglomérations.

D'après les images des compositions colorées on aperçoit que les zones humides ont aussi considérablement évolué (Fig.2(A), (B), (C)) [3], les sols étaient plus au moins humide en 1987 mais à partir de l'an 2000 on remarque l'apparition des plans d'eau à la surface.

Ainsi la végétation apparaît en vert tandis que les sols humides en gris, la présence d'eau est matérialisée par la couleur bleue (plus ou moins foncée ou claire selon que l'eau est en forte ou en faible concentration).

Malheureusement, la visualisation du cours d'eau (canal d'Oued Righ) est moindre dans des endroits de la région puisqu'il s'élargi rarement et est

confondu avec les palmeraies (de part et d'autre du canal ainsi que la présence de roseaux sur les berges).

Cependant, les compositions colorées ont été utilisées comme documents d'interprétation visuelle de départ afin de guider les traitements numériques ultérieur.

B. Analyse des classifications (occupation de sol)

Dix unités d'occupation des terres ont été retenues à Oued Righ, Il s'agit de : l'eau- eau salée saturé- sols humides- sels- sols salés secs- palmeraies- végétations- sables- grés rouges et agglomérations (Fig.3(A), (B), (C)).

Les classes sont définies à partir des besoins de l'utilisateur et correspondent à des unités sémantiques de l'image [8].

L'analyse diachronique souligne des évolutions contrastées selon les occupations du sol.

D'une situation dominante en 1987 (35 % de la superficie du site), les sols humides n'occupent que 18 % en 2000 plus, soit 1913 km². Cette réduction de la superficie d'environ (47 %) serait imputable à la forte évaporation.

Autres forts changements, notamment, la classe de l'agglomération (12% en 2000 au lieu de 0.03% en 1987) ; ceci est expliqué par la croissance démographique d'une année à l'autre.

L'extension des palmeraies passe de 113 km² en 1987 à 156 km² en 2000 soit un changement de 38% dans une période de 13 ans.

Autres classes qui montrent des forts changements sont la classe des eaux et la classe des sels. Une telle diminution des plans d'eau et l'accroissement du taux des sels à la surface résulte à la fois en réalité à la date de prise de vue (Janvier 1987 –Novembre 2000), à la faiblesse des précipitations et le taux d'évaporation intense.

L'analyse de la dynamique de l'occupation du sol entre 2000 et 2009 (Tableau 32) montre un accroissement des surfaces des agglomérations pendant de 09 ans (soit une progression de 67 %). La croissance de la population engendre d'importants problèmes environnementaux (rejet

d'eaux usées directement dans nature, pollution, salinisation des sols....etc)

Le site est caractérisé par un déclin important des palmeraies (62km² en 2009 contre 156km² en 2000, soit une diminution de 60 %).

La diminution des palmeraies est expliquée par la hausse importante de la classe des eaux (soit plus de 64km²), ceci est dû aux rejets domestiques et des eaux de drainage dans la nature, par conséquent la mort du palmier dattier par asphyxie.

Dans certaines zones, il y a un nombre élevé de forages, parfois à moins de 15 mètres l'un de l'autre. La nappe est alors rabattue d'une façon remarquable.

Apparaît nettement la progression des sols salés, explicable tout d'abord par le climat hyper aride (la très forte évaporation), ainsi que par la qualité des eaux d'irrigation.

Ce qui a aggravé encore plus le problème de salinité des sols dans cette région c'est l'utilisation des eaux salées pour l'irrigation avec un drainage défectueux (apparition de la végétation sur les berges ce qui bloque le drainage des eaux qui n'est pas suffisant pour le lessivage des sels solubles en excès dans le sol, car le lessivage se fait avec des eaux trop chargées donc on a un apport des sels au même temps du lessivage.

Cette période est marquée par une baisse des sols humides (1913.77 Km² en 1987 contre 454.89 en 2000 soit une diminution de 76%), résultat de l'augmentation des plans d'eau.

V. CONCLUSION

Comme de nombreuses régions arides, la région d'étude, est confronté à une situation de forte pression sur la ressource en eau (démographie croissante, développement socio-économique et extension des périmètres irrigués). La présence de l'eau à la surface est l'indicateur le plus pertinent pour évaluer les changements entre plusieurs dates.

La régression de certaines classes est compensée par une progression dans d'autres. Cette remarque vaut également lorsque l'on établit la synthèse des

changements entre les années. L'eau connaît des compensations entre progression et régression, correspondant en réalité à une régression dans la première période et à une progression dans la deuxième période.

REFERENCES

- [1] Benhadj, I. (2008) : Observation spatiale de l'irrigation d'agrosystèmes semi-arides et Gestion durable de la ressource en eau en plaine de Marrakech. Thèse de doctorat université Paul Sabatier III Toulouse, 296 p.
- [2] Bonn, F ; Rochon, G. (1992) : Précis de Télédétection ; Volume 1 : Principes et méthodes. Presses de l'Université du Québec et AUPELF, ISBN 2-7605-0613-4, 512p.
- [3] Boussaâda, N. (2017) : la télédétection au service des ressources en eaux. Application à la gestion des ressources en eaux dans la vallée d'oued Righ, Thèse Doctorat es Science, université Badji Mokhtar, Annaba.172p.
- [4] CCT : Centre Canadien de Télédétection : Notions fondamentales de télédétection, 266p.
- [5] Chalifoux, S ; Nastev, M ; Lamontagne, C ; Latifovic, R ; Fernandes, R. (2006) : cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol par imagerie satellitaire LANDSAT en hydrogéologie ; Télédétection, 2006, Vol. 6, n° 1, p. 9-17.
- [6] Clauzel, C. (2008) : Complémentarité des données de télédétection pour l'analyse des transformations de l'occupation du sol dans des zones humides urbaines. Application aux hortillonnages d'Amiens et aux chinampas de Mexico. Photo-Interprétation, n°1, pp.21-28
- [7] Cortes C & Vapnik V. (1995): Support-Vector networks. Machine Learning, 20 (3), pp 273-297.
- [8] Ducrot, D. (2005) : Méthodes d'analyse et d'interprétation d'images de télédétection multi-sources. Extraction de caractéristiques de paysage. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, CESBIO Toulouse, 210p.
- [9] El Hadani, D. (1997) : Télédétection et système d'information géographique pour la gestion et la recherche de l'eau, Remote Sensing

- and Geographic information Systems for Design and Operation of Water Resources Systems (Proceedings of Rabat Symposium S3). IAHS Publ. no. 242, pp. 197-204.
- [10] Foody, G.M. (2002): Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, vol 80, pp. 185-201.
- [11] Girard, M.C ; Girard, C.M. (1999) : La télédétection appliquée, zones tropicales et intertropicales, Paris, 529p.
- [12] Hammad, N. (2016) : Cartographie géologique et analyse linéaire de la région d'El Kseibat (Sahara du sud-ouest) à partir des images spatiales. Incidence sur l'exploration minière. Thèse Doctorat es Science, Université Ouargla, Algérie, 188p.
- [13] Hoang, K.H. (2007) : Les changements de l'occupation du sol et ses impacts sur les eaux de surface du bassin versant de la rivière Càu (Viêt-Nam). *Memoire de maîtrise*, 127p.
- [14] Hoang, K.H. (2008) : les changements de l'occupation du sol dans le bassin versant de la rivière Càu (Viêt-Nam). *Essai sur une approche diachronique*, *Revue Télédétection*, vol. 8, n° 4, pp. 227-236
- [15] Hoffman, J. (2005): The Future of Satellite Remote Sensing in Hydrogeology. *Hydrogeology Journal*, vol. 13, n° 1, pp. 247-250.
- [16] Iddir-Zait, M ; Smara, Y. (2005) : Modèle variationnel pour la classification des images satellitaires multi bandes : application à la région de Blida (Algérie), *Télédétection*, vol. 5, n° 1-2-3, pp. 215–225.
- [17] Lecerf, R. (2008) : suivi des changements d'occupation et d'utilisation des sols d'origine anthropiques et climatiques à l'échelle régionale par télédétection moyenne résolution (application à la Bretagne). Thèse de doctorat ; université de Rennes 2, 306p.
- [18] Noyola-Medrano, C ; Mering, C ; Rojas-Beltrán, M.A. (2013) : Evaluation du changement de l'occupation du sol à l'aide des images LANDSAT et SPOT : champ volcanique de la sierra chichinautzin (MEXIQUE). Actes du 26eme colloque international ; cartographique conférence, Allemagne du 25 au 30 Aout 2013, pp.1-12.
- [19] Sarr, M.A. (2009) : Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat. Article 472 Paru dans *Cybergeog* : *European Journal of Geography, Environnement, Nature, Paysage*, 16p.
- [20] Soro, G; Ahoussi, E. K; Kouadio, E. K; Soro, T. D; Oulare, S; Saley, M. B; Soro, N; Biemi, J. (2014) : Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire), *Afrique SCIENCE*, n°10, vol 3, pp. 146 – 160.
- [21] Toumi, S ; Meddi, M ; Mahé, G ; Télesphore Brou, Y. (2013) : Cartographie de l'érosion dans le bassin versant de l'Oued Mina en Algérie par télédétection et SIG, *Journal des Sciences Hydrologiques*, n° 58 vol 7, pp 1542- 1558. <http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2013.824088>

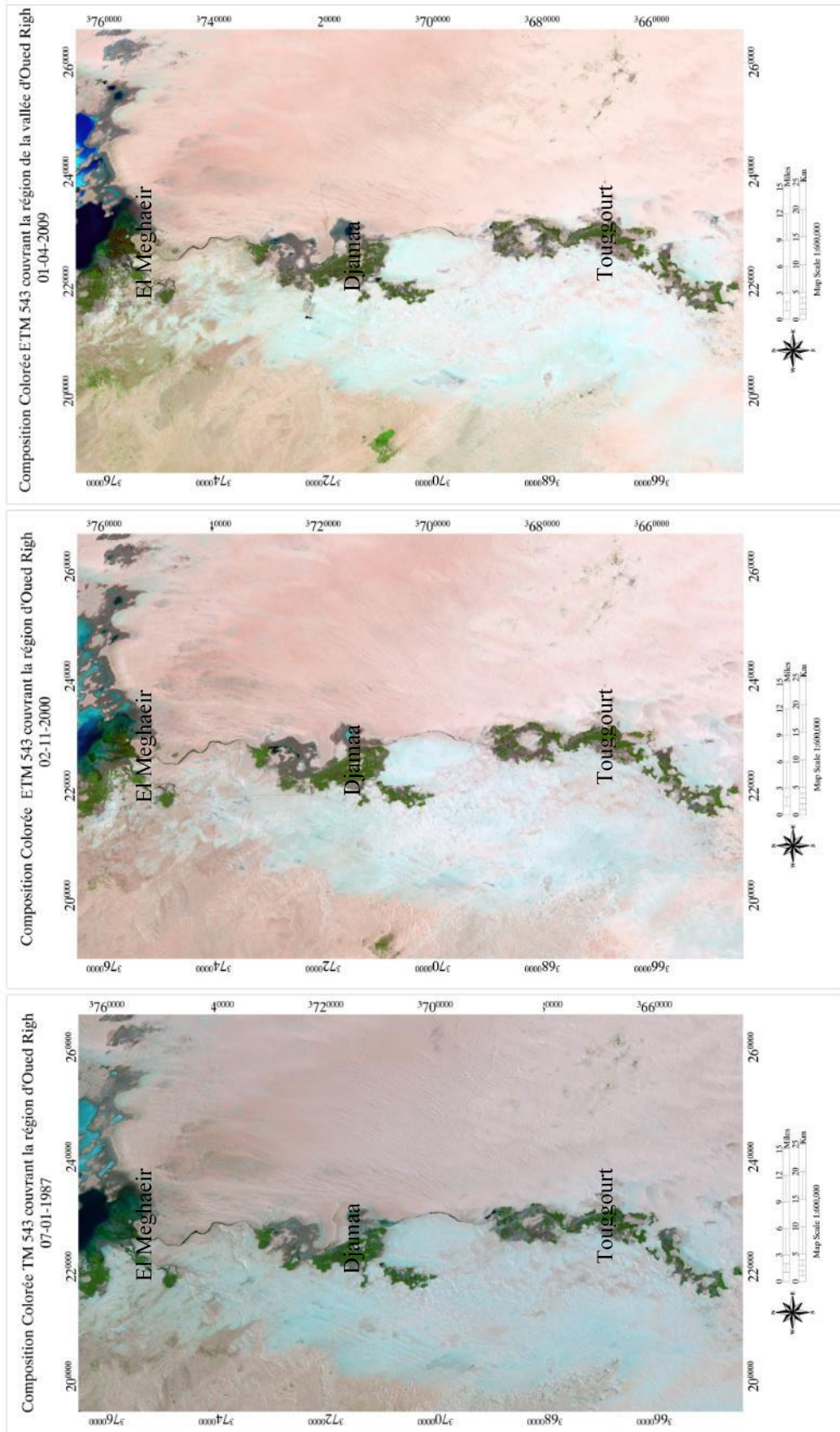
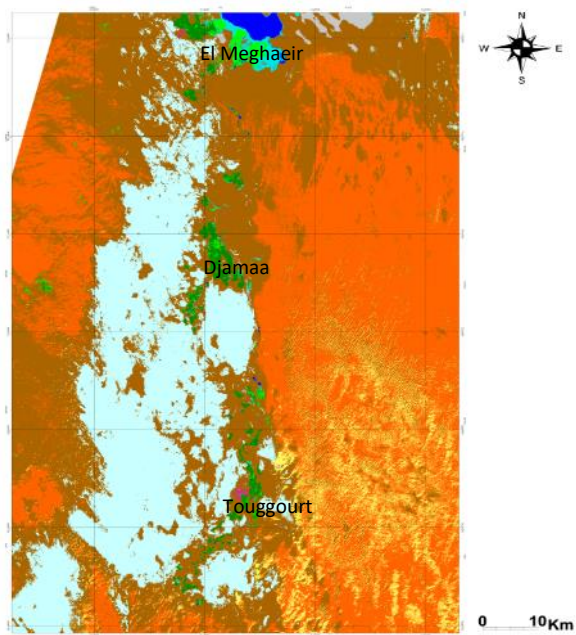


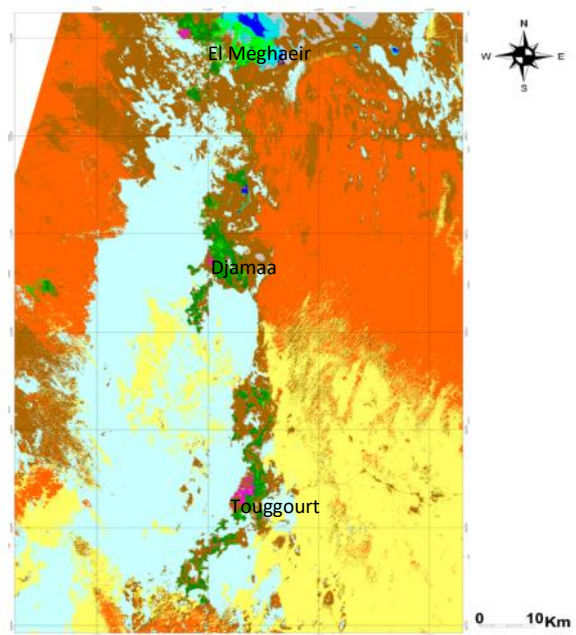
Fig.2 (A), (B), (C)- Compositions colorées 543 de la vallée d'Oued Righ



(A)

Oued Righ 07-01-1987

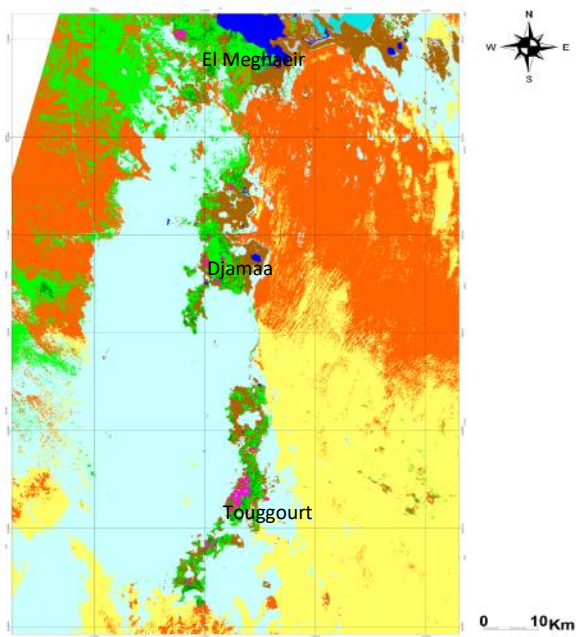
Conception N.BOUSSAADA



(B)

Oued Righ 02-11-2000

Conception N.BOUSSAADA



(C)

Oued Righ 01-04-2009

Conception N.BOUSSAADA

Légende

- eau
- eau salée saturée
- sols humides
- sels
- sols salés secs
- palmeraies
- végétations
- sables
- grès rouges
- agglomérations

Fig.3(A), (B), (C)-Cartes d'occupation des sols en 1987-2000 et 2009