

## Méthodologie de la cartographie de l'occupation du sol à la typologie des paysages appliquée à la région de Enfidha, Tunisie

### [ Methodology of land use mapping to landscape typology applied to the Enfidha region, Tunisia ]

*Safa Bel Fekih Boussema<sup>1,2</sup> and Faiza Khebour Allouche<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>Département des Sciences Horticoles et Paysage, Institut Supérieure Agronomique de Chott Meriem (ISA-CM), Université de Sousse, B.P 47.4042 Chott Meriem Sousse, Tunisia

<sup>2</sup>LR GREE TEAM (LR17AGR01), Institut Supérieure Agronomique de Tunis, Université de Carthage, B.P 43, Avenue Charles Nicolle 1082 Tunis Mahrajène, Tunisia

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Enfidha region is located in the center of Tunisia, marked by its landscape diversity, is subject to land use changes. Based on an interpretation of the 2007 and 2017 Landsat images, the dynamic of land use has been highlighted through a cartographic approach. The results show a significant decline in areas occupied by olive fields and cultivated land, a growth in built-up areas associated with an increase in grassland. However, land use mapping has also enabled us to highlight six types of landscapes, which indicate the diversity of the environments that occupy this area. As a result of demographic pressure and climate change, these landscape presents significant risks of degradation. This method could be useful for decision-makers in order to limit urban sprawl to the benefit of forests and olive groves and to implement a strategy for the protection of the Mediterranean coastline and wetlands.

**KEYWORDS:** Mapping, typology, landscape, remote sensing, GIS, Tunisia.

**RESUME:** La région de Enfidha au centre de la Tunisie marquée par sa diversité paysagère est sujette aux facteurs de changements d'états des milieux. A partir d'une interprétation des images Landsat de 2007 et 2017, la dynamique de l'occupation du sol a été mise en évidence à travers l'approche cartographique. Les résultats montrent une importante régression des surfaces occupées par les champs d'olivier et les terres cultivées, une croissance des zones bâties associée à un progrès des surfaces de parcours. Toutefois, la cartographie d'occupation du sol nous a aussi permis de mettre en évidence six types de paysages ce qui montre la diversité des milieux qui occupent cette zone, qui suite à la pression démographique et aux changements climatiques elle présente d'importants risques de dégradation. Cette méthode pourra être utile pour les décideurs afin de limiter l'étalement urbain au profit des forêts et des oliveraies et de mettre une stratégie pour la protection du littoral et des zones humides méditerranéennes.

**MOTS-CLEFS:** Cartographie, typologie, paysage, télédétection, SIG, Tunisie.

## 1 INTRODUCTION

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 [1]. L'occupation du sol est une information qui constitue une connaissance de base pour des applications allant du suivi des forêts et des parcours, la production des statistiques, la planification, la biodiversité, le changement climatique, à la lutte contre la dégradation des terres et la désertification. Par ailleurs, deux principaux facteurs sont à la source des occupations du sol à savoir des facteurs climatiques qui favorisent les variations de la couverture végétale [2], et des facteurs d'origine anthropique ([3], [4], [5]). Toutefois, les activités humaines sont le principal déclencheur de la transformation des écosystèmes [6]. En général, les cartes produites d'occupation et d'utilisation du sol sont représentées comme étant « des cartes physiologiques qui décrivent un paysage dans ses rapports avec l'environnement physique et humain... » [7]. C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail de recherche qui consiste à évaluer le changement récent de l'occupation du sol dans la région de Enfidha à partir de l'analyse diachronique des images Landsat entre 2007 et 2017.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 ZONE D'ETUDE

La zone d'étude, Enfidha se situe dans le gouvernorat de Sousse qui est une ville portuaire de l'est de la Tunisie, située à 143 kilomètres au sud de Tunis, et ouverte sur le golfe d'Hamamet (mer Méditerranée). C'est une zone de basse steppe. Le climat est semi-aride, jouissant d'un climat tempéré méditerranéen, caractérisé par un hiver relativement doux et humide et un été chaud et sec. Il est caractérisé par une précipitation moyenne égale à 200 mm/an, une température maximale égale à 11.5 ° C au mois de Janvier et 28 ° C au mois d'Août [8]. Cette région constitue un espace composé de plaines et de collines interrompues par de nombreuses dépressions «Sebkhas» et elle est marquée par une diversité de cultures avec prédominance des oliviers et des céréales et d'importantes superficies de parcours [9].

Dans le cadre du 11ème Plan de développement de la Tunisie, la zone abrite trois projets structurants, dont deux ont été élaboré (l'aéroport international d'Enfidha et la zone industrielle) alors que le troisième est en construction: il s'agit du port en eaux profondes. L'impact de ces projets touchera pratiquement tous les secteurs de l'économie, à savoir l'emploi, l'industrie, le commerce, le tourisme ainsi que le transport aérien et terrestre [10]. Ces projets contribuent à améliorer les échanges économiques et humains entre les régions intérieures du pays. De ce fait, Enfidha deviendra un carrefour commercial important.

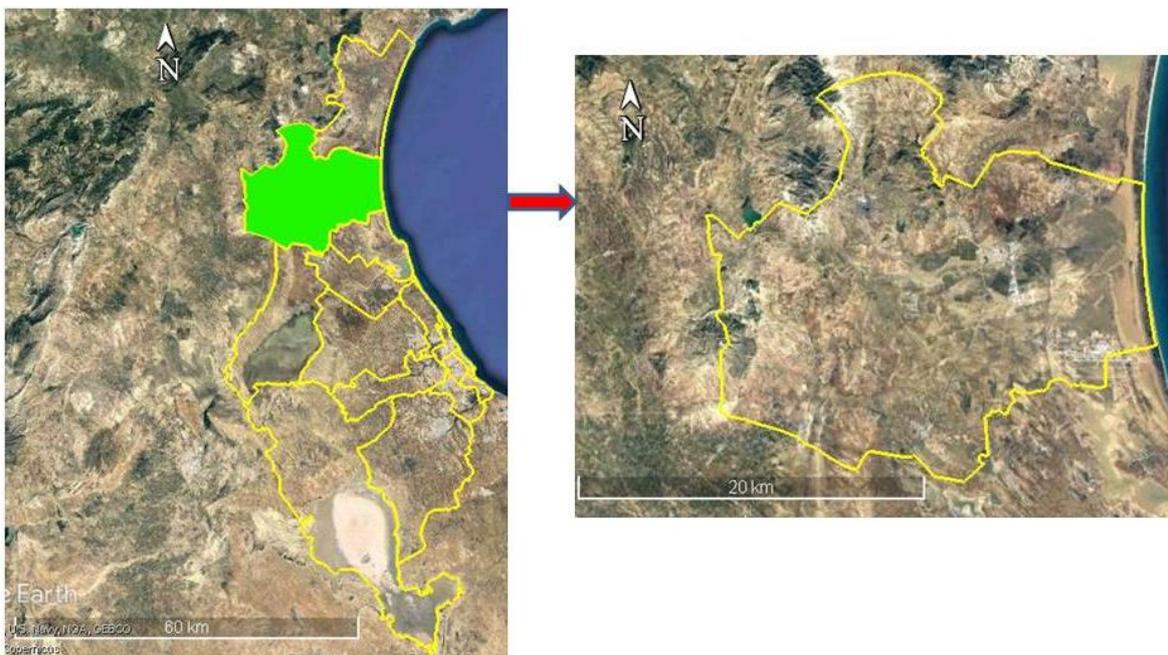


Fig. 1. Carte de localisation de la zone d'étude (@Google Earth, 2020)

### 2.2 DONNÉES ET OUTILS UTILISÉS

Les outils manipulés pour les besoins de cette étude sont: le logiciel de traitement d'images ENVI 5.3 pour les corrections géométriques des images et le logiciel ENVI 4.8 pour les classifications supervisées. La numérisation et la création des cartes

d'occupation du sol ont été réalisées sous QGIS 2.18. Un GPS (Global Positioning System) Garmin 64 S a été utilisé pour la prise des points des différents types d'occupations du sol.

## **2.3 DIFFÉRENTES ÉTAPES RÉALISÉES**

### **2.3.1 ACQUISITION DES IMAGES SATELLITAIRES**

Le téléchargement des images LANDSAT se fait gratuitement à partir du serveur « Earth Explorer » de l'USG (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Après avoir créé un compte sur le site; la première étape consiste à sélectionner la zone d'étude et fixer la date de l'image satellitaire. Puis, le choix des capteurs appropriés se fait dans l'archive des images Landsat. Par la suite une série d'images s'affiche et la sélection se fait parmi celles de bonne qualité et qui ne présentant pas de voile nuageux. Par ailleurs, les images satellitaires de Landsat 5 et Landsat 8 provenant respectivement des capteurs MSS (Multi Spectral Scanner) et OLI (Operational Land Imager) ont été sélectionnées et téléchargées. Les images ont la même résolution spatiale c'est-à-dire 30 m, ainsi que les périodes de prises de vues correspondent à Avril 2007 et Avril 2017.

### **2.3.2 LE PRÉTRAITEMENT**

Afin de rendre l'image plus lisible, une étape primitive de correction est nécessaire qui consiste à l'élimination de toute perturbation affectant la signature spectrale. Le prétraitement est un ensemble d'opérations consistant à rendre des données brutes aptes à une analyse thématique. Selon [11], il s'agit des opérations effectuées sur les images satellitaires de façon à les corriger ou les améliorer géométriquement et radiométriquement.

#### **CORRECTION GÉOMÉTRIQUE**

Elle permet la correction des distorsions géométriques dues aux variations de la géométrie Terre-capteur et la transformation des données en vraies coordonnées géographiques. Elle permet la comparaison des scènes positionnées dans un même référentiel géographique ainsi que leur superposition à d'autres sources de données [12].

#### **CORRECTION RADIOMÉTRIQUE**

Cette correction permet de réduire les bruits dus au capteur et/ou à l'atmosphère. Les images satellites fournies comprennent des valeurs sous forme numériques DN (Digital Number), sont codées selon le type et l'âge de capteur entre 0 et 255 niveaux. Dans ce cas il est nécessaire de corriger ces images radiométriquement afin de réaffecter à chaque pixel une valeur radiométrique la plus proche possible de celle mesurée sur le terrain. Les variations enregistrées peuvent être dues au vieillissement des capteurs, à leur dérèglement ou aux défauts lors de la conception des instruments. Selon [13], l'objectif du traitement d'images satellite est d'en extraire le maximum d'information qui intéresse le futur utilisateur de l'image, et d'évacuer tout ce qui est superflu, on parle alors de classification thématique de ces images.

### **2.3.3 LA CLASSIFICATION**

En télédétection, elle consiste à effectuer la correspondance entre les éléments d'une scène de l'image matérialisés généralement par leurs valeurs radiométriques, et des classes connues a priori (ou non) par un utilisateur. Cette correspondance est réalisée par des fonctions discriminantes sous forme de règle de décision des probabilités, ou des distances géométriques [14]. Le but de la classification est de déterminer, pour chaque pixel ou groupe de pixels de l'image, la classe de référence à laquelle il appartient, c'est-à-dire dans le cas des images de télédétection, la partition de l'image en ensembles de pixels représentant une même occupation du sol. La méthode du « Maximum de Vraisemblance » est utilisée pour cette étude. Elle est très utilisée pour les classifications supervisées et est considérée comme la plus performante dans la production des cartes thématiques dans le domaine de l'occupation du sol [15]. Dans le cas de cette étude, sept classes d'occupation du sol ont été définies pour la classification: urbain, zones humides, olivier, forêts, sols cultivés, sols nus et parcours. Ces différents types de milieux ont été géo localisés sur le terrain et au total 200 points ont été pris et servi comme « area of interest » dans la classification supervisée.

### **2.3.4 LA POST-CLASSIFICATION**

Une fois la classification est lancée, la carte résultante va subir: une généralisation thématique par regroupement des classes en diminuant leur nombre ou fusion de certaines classes en des classes plus générales, dans l'objectif de faciliter la

lecture de la carte tout en se basant sur la validation du Terrain. La généralisation spatiale par filtrage de la classification visant à éliminer des pixels isolés se fait par trois traitements: lorsque l'image est criblée, c'est à dire affiche des pixels isolés, il est possible d'éliminer ces pixels isolés à partir des fonctions Sieve « Sieve classes » et Clump « Clump classes » qui s'appliquent successivement, alors que lorsque les classes obtenues présentent des polygones morcelés (parcelles non homogènes) il est possible d'améliorer le rendu cartographique à partir de la fonction majoritaire « Majority/MinorityAnalysis ». Cependant, après avoir lancé la classification et améliorer sa qualité, une étape essentielle doit être menée: c'est pour déterminer la qualité de la classification et la perfectionner. Au cours de cette étape il s'agit d'identifier les sources d'erreur à corriger pour améliorer la qualité de l'information sur la carte [16]. La validation se fera en partie par une vérité terrain et des données très hautes résolution disponible sur « Google Maps ». La référence [17] indique qu'une carte est souvent jugée non seulement par l'évaluation de sa qualité, mais aussi par la rigueur et la qualité des décisions prises à toutes les étapes du processus de classification.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL EN 2007

En 2007, la région de Enfidha était majoritairement couverte par des champs d'olivier (31,56%). Viennent ensuite les sols cultivés (28,83%), l'urbain (11,84%), les parcours (11,55%), les sols nus (7,13%) puis les forêts (1,83%). La classe zones humides couvre une superficie égale à (7,25%), elle est représentée essentiellement par la sebka « Assat Ejriba » (Tableau 1).

*Tableau 1. Variation des superficies (en %) des différents types d'occupation du sol de la région de Enfidha en 2007*

Types d'occupation du sol	Superficies (%)
Urbain	11,84
Zones humides	7,25
Olivier	31,56
Forets	1,83
Sols cultivés	28,83
Sols nus	7,13
Parcours	11,55
TOTAL	100

Compte tenu de la superficie générale que couvrent les champs d'olivier et des terres cultivées (60.39%), la région de Enfidha était une région agricole en premier lieu (Figure 2). Ainsi, la prédominance des champs d'olivier est bien nette tout le long d'un axe Nord-Sud, alors que les terres cultivées sont plus denses du côté Nord-est. La répartition des zones urbaines en 2007 n'est pas homogène. Une dissymétrie assez nette est visible, ainsi, l'artificialisation est plus concentrée du côté le plus proche du littoral, où se focalise le centre-ville de Enfidha. Au Nord et au Sud, les zones urbaines présentent un caractère très dispersé. Par contre, le littoral est presque vierge de toute artificialisation, c'est côté la Forêt El Madfoun qui est bien une zone sensible et protégée. Toutefois, un aspect important de cette période (2007) est que les zones urbaines se trouvent à proximité des zones agricoles avec un niveau de compacité différencié.

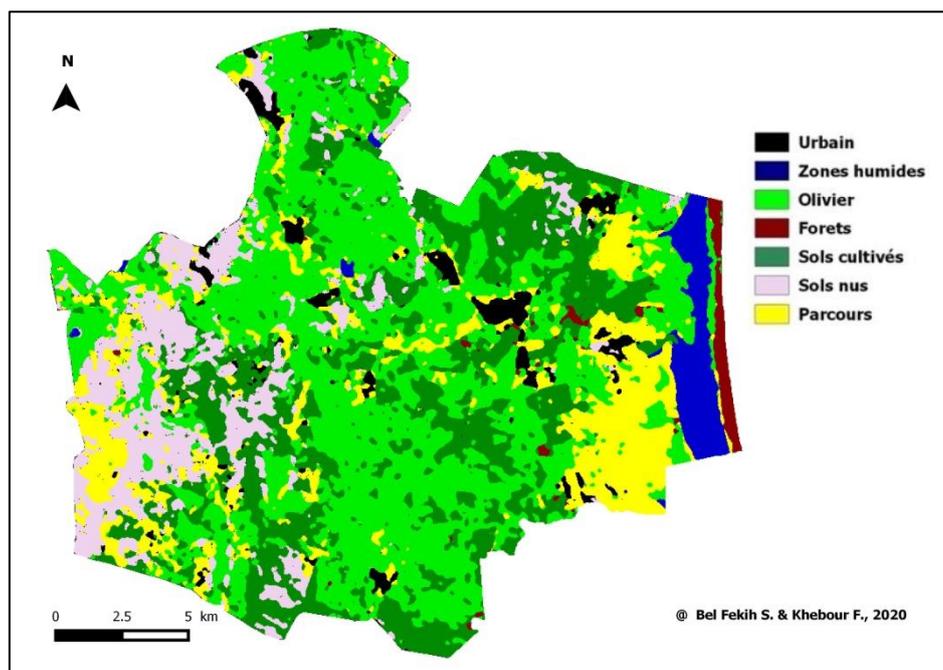


Fig. 2. Carte d'occupation du sol de la région de Enfidha en 2007

### 3.2 CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL EN 2017

D'après le Tableau 2, en 2017, le paysage est dominé plutôt par les parcours, les sols cultivés et les oliviers avec des proportions inégales. Ils couvrent respectivement: 23,38 %, 21,70 % et 18,77 %. Quant aux zones urbaines, elles occupent 14,14 % du territoire d'étude et pour les sols nus 12,56 %.

Tableau 2. Variation des superficies (en %) des différents types d'occupation du sol de la région de Enfidha en 2017

Types d'occupation du sol	Superficies (%)
Urbain	14,14
Zones humides	7,50
Olivier	18,77
Forets	1,95
Sols cultivés	21,70
Sols nus	12,56
Parcours	23,38
TOTAL	100

Le mitage urbain est bien créé par la dispersion historique des zones urbaines. En 2017 le centre-ville et les villages sont aisément identifiables avec présence d'une grande quantité de petits ilots urbains de faible superficie qui viennent s'installer partout et surtout dans les champs d'oliviers et à côté des sols cultivés. Au Nord-Ouest et au centre, les pôles urbains sont encore plus nombreux et la dissymétrie entre le nord et le sud est bien visible.

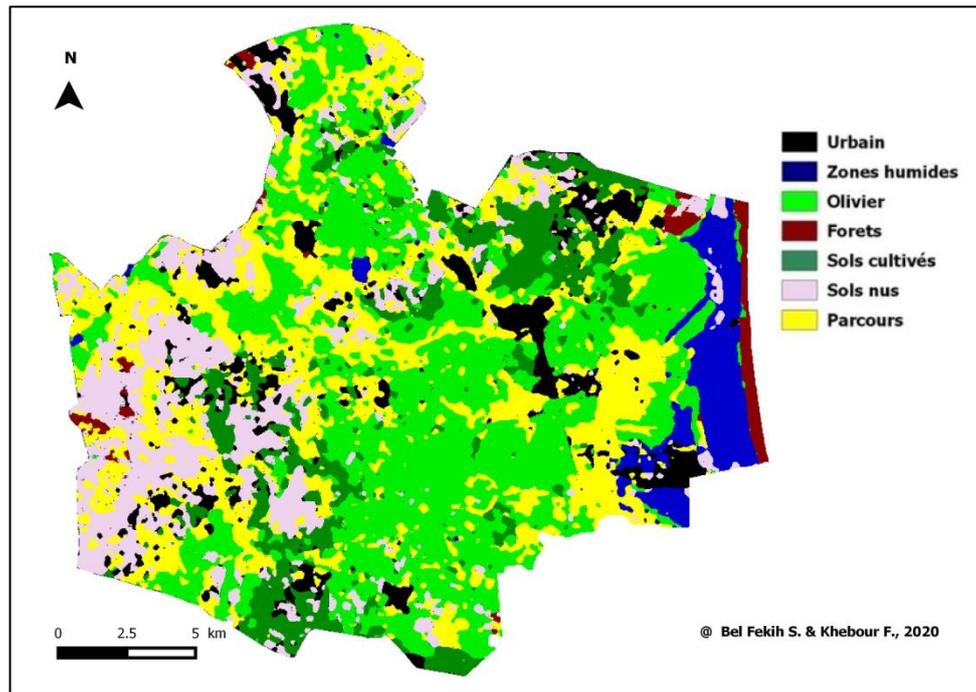


Fig. 3. Carte d'occupation du sol de la région de Enfidha en 2017

### 3.3 ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL ENTRE 2007 ET 2017

La figure 4 présente la variation des superficies des différentes classes d'occupation du sol pendant la période 2007-2017. L'analyse de ces deux dates nous permet de constater que les principaux changements entre les années 2007 et 2017 sont: a) la croissance des zones bâties; b) le progrès des surfaces du parcours et c) la régression des surface occupées par les champs d'olivier et les terres cultivées.

**Progression des surfaces bâties:** une évolution marquante de la classe urbaine est notée suite à l'installation de nouveaux projets comme l'aéroport international d'Enfidha à côté de la sebkha et la zone industrielle à l'entrée Sud de la ville. Une tendance nette de colonisation des champs d'oliviers et des zones agricoles par les zones urbaines entre 2007 et 2017 est aussi déduite mais ces zones deviennent plus fragmentées qu'en 2007.

**Progression de la superficie des parcours (11.83%)** est enregistré au Nord, Nord-ouest, au centre et au Sud et **de la superficie des sols nus (5.43%)** notée des côtés Nord-est et Sud. Ceci s'explique par l'abondance des terres réservées pour les cultures annuelles (cultures maraichères) et biennuelles (grandes cultures).

**Régression des champs d'oliviers (12.79%):** cette perte est due à la progression des zones urbaines, alors qu'au Nord et au Nord-ouest de la région une transformation importante des champs d'olivier en parcours a été détectée. Ceci peut être expliqué qu'en 2007, les champs comportaient des cultures en intercalaires (cultures sous-olivier).

**Régression de terres cultivées (7.13%):** cette période a connu une perte des surfaces agricoles au profit des zones urbaines. Cependant, tout au Nord, au centre et au Sud beaucoup de parcelles agricoles ont été transformés en parcours, ce qui est dû à la technique de rotation des cultures utilisée par les agriculteurs.

**Stabilité de la superficie des forêts** avec une légère augmentation de 0.12%, cette stabilité peut s'expliquer par les travaux de reboisement exercés par le Direction de Gestion des Forest (DGF) dans cette région.

**Stabilité de la superficie des zones humides** avec une légère augmentation de 0.25% expliquée par la pluviométrie importante enregistrée pendant mis Avril de l'année 2017.

Les classes qui semblent être les plus stables durant cette période sont: zones humides et forêts, ils occupent respectivement environ 7,4% et 1,9% de la surface générale pour les deux dates analysées. Par ailleurs, ces changements sont réellement notables pour une période de 10 ans qui est relativement courte. Cependant et depuis 2007, les champs d'olivier et les zones agricoles ont été particulièrement affectés par plusieurs phénomènes: en premier lieu l'urbanisation, en fait des zones bâties colonisant les zones agricoles situées dans les vallées, sur les coteaux et les collines. En second lieu, l'érosion, le

manque d'eau pour l'irrigation, les pratiques culturales ainsi que les amendements des sols. Tous ces facteurs contribuent à la dynamique d'artificialisation du territoire.

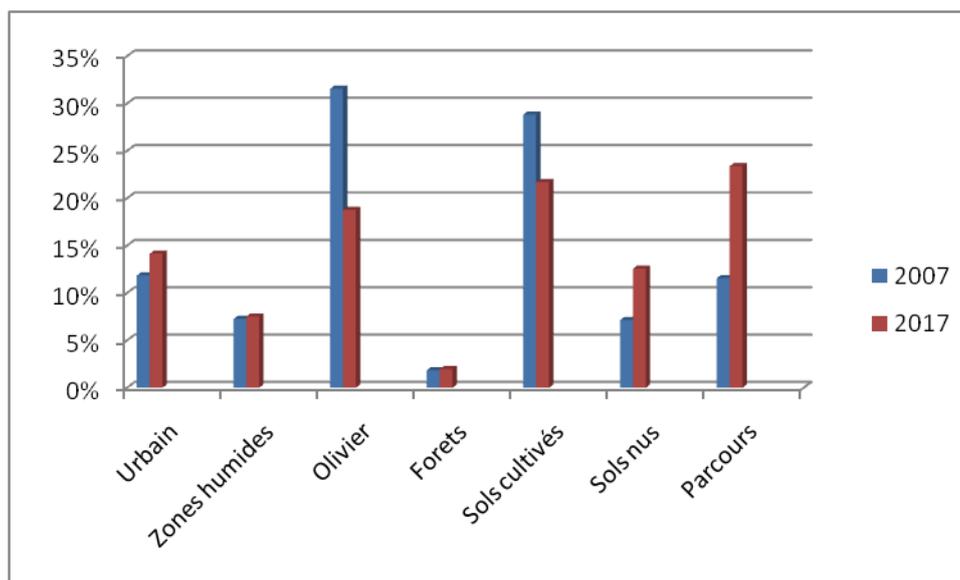


Fig. 4. Variation des superficies (en %) de classes d'occupation du sol de la région de Enfidha entre 2007-2017

### 3.4 TYPOLOGIE DES PAYSAGES DE LA RÉGION DE ENFIDHA

La cartographie des différentes unités paysagères représenté par les différents types d'occupation du sol déduits de l'année 2017 a permis de mettre en évidence six types de paysages (Figure 5).

#### PAYSAGE LITTORAL

Comme la zone est située au niveau du golfe de Hammamet, elle est caractérisée par la présence d'une succession de plages sablonneuses plus ou moins larges et le plus souvent plates. Cette succession peut être interrompue dans certains endroits par des affleurements rocheux. Malgré que c'est un espace d'habitat et de loisirs, le littoral est aussi bien une zone d'échanges maritimes, un domaine de pêche et d'aquaculture.

#### PAYSAGE FORESTIER

Le paysage forestier se traduit par la richesse de la zone en bois, notamment la forêt El Madfoun qui se trouve tout au long du littoral. Il s'agit d'une forêt artificielle composée d'Acacias, de Pins et d'Eucalyptus. Sa couverture végétale est riche; elle renferme des Halophytes et sur les bords Ouest de la zone ensoleillée se placent les Salicornes et les Salsolas. Quant à la zone charnière entre la mer et la sebkha persiste l'*Amophylla arenaria* associée au *Plumbago albino*. Cette couverture végétale a entraîné une dynamique écologique importante notamment sur le plan faunistique, se traduisant par la constitution d'un véritable parc ornithologique composé de nombreux migrateurs et d'autochtones. L'avifaune est constituée d'échassiers de rivage, des oiseaux de mer, des rapaces et de petits oiseaux des côtes méditerranéennes. La forêt El Medfoun est un site côtier encore vierge qui est protégé de toute forme d'occupation humaine majeure. Il est aussi l'une des rares forêts littorales dans le pays et constitue un poumon régional, une réserve de faune et de flore, un élément fixateur des dunes littorales et un distributeur d'un microclimat par son rôle de protection des vents et par influence sur les températures, les précipitations et tous les processus climatiques. Cependant, cet écosystème reste toujours sensible au phénomène d'érosion éolienne.

#### PAYSAGES AGRAIRE ET RURAL

Le paysage agricole est dominé par les pratiques des agriculteurs. Ainsi il est possible de comprendre les liens entre les pratiques et le paysage qui en résulte. Cela pourrait ouvrir de nouvelles perspectives en matière d'aménagement du territoire sachant que l'agriculture valorise une grande partie de l'espace rural. Au Nord et au Sud de la région, le paysage devient de plus en plus agricole. Le sol devient plus épais, plus riche et le milieu devient remarquable par la présence de son bocage. Le

paysage est semi-ouvert par le jeu de transparence entre les haies et la position dominante du secteur. Les cultures caractéristiques sont de deux types: les grandes cultures (céréales et fourrages) et les cultures maraichères. Les champs d'olivier se localisent principalement dans la plaine de Enfidha et sont de deux types: des champs ouverts, non linéaires, sans structures anciennes, appartenant à des agriculteurs individuels. Ces champs forment une mosaïque agraire discontinue et non uniforme, qui oublie ou ne restaure que très incomplètement les pratiques sur lesquelles devrait se baser un paysage agraire stable. L'autre type renferme des champs enclos, complètement entourés de tabias, parfois de véritables murailles de sable tassé et lissé surmontent des hais de cactus.

#### **PAYSAGE URBAIN**

Comme la ville était un important centre agricole colonial du temps du protectorat français, instauré en Tunisie depuis 1881. Elle est dotée d'un style architectural atypique, hybride, mêlant des caractéristiques locales à celles importées de la province française. L'église, est l'une de ces édifices et se trouve reconvertie en un musée. La ville représente un centre bien doté de services locaux, voire sous-régionaux: contrôle des impôts, office des terres dominables, office des céréales, Tribunal cantonal, hôpital, lycée, etc. Plus loin du centre-ville, une multitude de villages s'installaient dans l'espace rural et qui prennent l'origine berbère: cas du village de Takrouna.

#### **PAYSAGE INDUSTRIEL**

La zone industrielle se trouve à l'entrée Sud de Enfidha, elle abrite beaucoup d'entreprises qui opèrent dans divers secteurs (plasturgie, composants électroniques, agro-industrie, agro-mécanique...). L'implantation de la zone dans cet endroit a des impacts négatifs sur le paysage qui a été profondément modifié. Il s'agit de la création d'une forte polarisation sur l'agglomération autour d'équipements publics majeurs: les hôpitaux, les espaces verts et les centres de culture.

#### **PAYSAGE NATUREL**

Ce paysage est caractérisé par deux composantes essentielles: les parcours et les sols nus.

Pour notre zone il s'agit bien de parcours naturels et de parcours améliorés. Ce type de milieux abandonné d'activité et situé dans la plupart des cas sur des topographies accidentées, se ferment progressivement par la colonisation d'une végétation arbustive spontanée. La plupart d'eux est issue du défrichement des terres pour des besoins divers (pâturage, fauche, agriculture,...). Ces paysages ouverts sont le fruit du travail de l'homme, ils abritent une diversité d'espèces végétales et animales remarquables et ce malgré la pauvreté des sols. Ils sont toujours liés au développement de l'agriculture et ont besoin du maintien de ces pratiques culturelles pour se maintenir. Pour les sols nus, c'est là où ils sont dépourvus de végétation et ils se trouvent essentiellement au Nord-ouest de la région où se concentrent les DjBELS de Mdhaker, Ghezala, Bousefra, Garci, etc.

Le tableau 3 présente des détails des différents types de paysage recensés lors des visites terrains.

Tableau 3. Détails des différents types de paysage dans la région de Enfidha

Type de paysage	Image	Détails
Paysage littoral		Vue sur la sebkha « Assat Ejriba » à coté du littoral.
Paysages agraire et rural		Un champ d'olivier labouré et cultivé en pluviale.
		Cultures maraichères en intercalaires irrigués par le système d'irrigation goutte à goutte.
		Cultures maraichères cultivés sous serres.

<p><b>Paysage urbain</b></p>		<p>Urbanisation dense et serrée près de la sebkha.</p>
<p><b>Paysage naturel</b></p>		<p>Parcours naturel en périurbain.</p>
		<p>Parcours naturel situé aux berges de la sebkha.</p>

Source: Photos prises en Février 2017

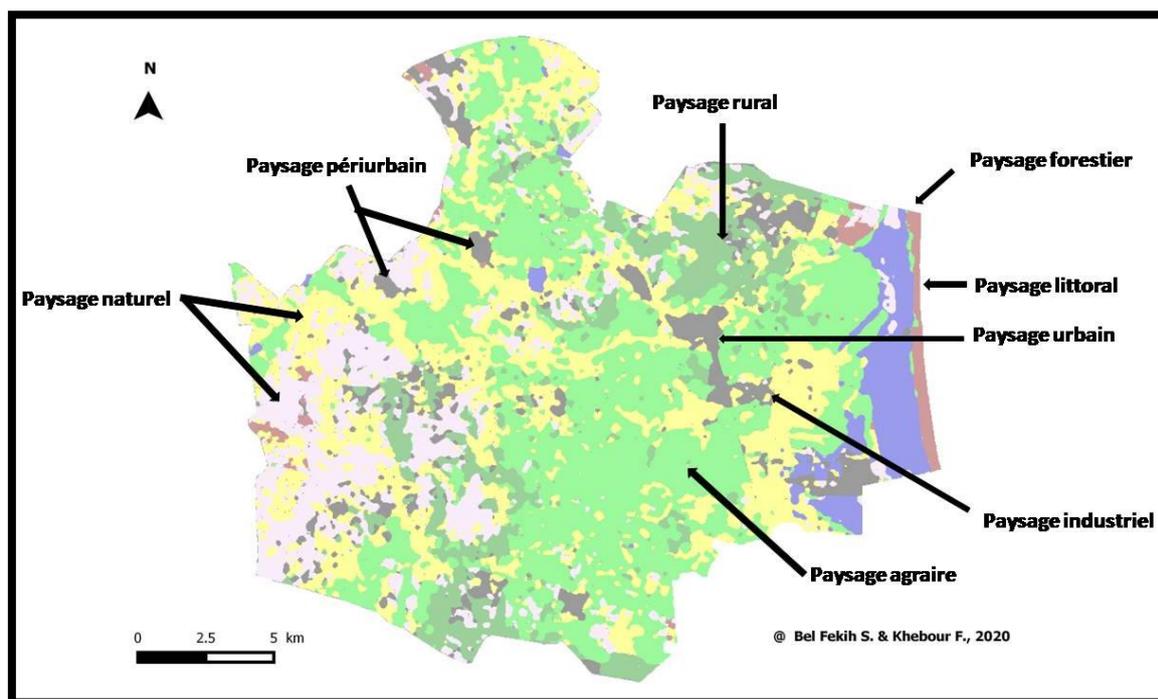


Fig. 5. Typologie des paysages de la région de Enfidha

#### 4 DISCUSSION

Compte tenu de l'importance économique, environnementale, écologique, culturelle et patrimoniale de la région étudiée. Elle est marquée par des sites naturels caractérisés par la singularité marquante de sa composition et sa richesse valorisée par la faune et la flore littorale et marine. La région de Enfidha est devenue aujourd'hui le théâtre de mégaprojets. Un aéroport international, un port en eaux profondes et une zone industrielle qui joueront un rôle primordial dans la vitalité du trafic économique national et international. L'application de la dynamique de l'occupation du sol en utilisant la nouvelle technologie a servi dans la compréhension de la dynamique de cette région et a conduit à la production de la carte des types de paysages qui composent cette zone. Cette méthode et ces résultats pourront être utiles pour les décideurs afin de limiter l'étalement urbain au profit des forêts et des oliveraies et de mettre une stratégie pour la protection du littoral et des zones humides méditerranéennes.

#### 5 CONCLUSION

L'occupation du sol est un intrant essentiel pour créer une base de données environnementale fiable, et représente une information cruciale pour gérer les ressources naturelles et guider les processus de prise de décision. L'étude de la dynamique d'occupation du sol de la région de Enfidha a dévoilé des mutations à l'échelle du paysage, des transformations dues à l'urbanisation, ainsi la densité de population élevée provoque d'importantes vagues de lotissement des espaces ruraux. D'où l'importance de mettre en place des stratégies de gestion du territoire en vue de préserver les aires de culture. Par ailleurs, la télédétection et les SIG ont connu ces dernières années un essor considérable en raison de l'intérêt de plus en plus croissant accordé aux écosystèmes terrestres et les échanges de masse et d'énergie dans le système lithosphère-biosphère-atmosphère. Par ailleurs, l'emploi des images de télédétection pour la cartographie de l'occupation du sol et sa dynamique s'avère d'un grand apport pour les scientifiques et les décideurs.

## REFERENCES

- [1] Lambin, E.F. et al., The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, pp. 261–269, 2001.
- [2] Thompson, R. S.; Anderson, K. H.; Bartlein, P. J., Atlas of Relations Between Climatic Parameters and Distributions of Important Trees and Shrubs in North America. U.S. Geological Survey, Professional Paper 1650, part A and part B, 1999.
- [3] Forman, R. T. T., Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10: 133-142, 1995.
- [4] Burel F., Baudry J., “Ecología del paisaje: Conceptos métodos y aplicaciones”. Mundi prensa, Espagne, 353 p, 2002.
- [5] Farina, A., Landscape ecology and the General Theory of Resources: comparing two paradigms, *Journal of Landscape Ecology*, 4 (1), 18-29, 2011.
- [6] Vitousek, P. M. & Hooper, D. U., Biological diversity and terrestrial ecosystem biogeochemistry. In: *Biodiversity and Ecosystem Function* E. D. SCHULZE & H.A. MOONEY, Eds., p. 3-14. Springer-Verlag, New York, 1993.
- [7] JOLY F., La cartographie; Editions PUF, Paris, 271 p, 1976.
- [8] Institut National de Météorologie (INM), Donnée climatiques du gouvernorat de Sousse, 48 pp, 2017.
- [9] GAMMAR A.M., Topoclimats et cartographie des précipitations dans la région d’Enfidha (tunisie orientale) -, XXIIe colloque de l’Association Internationale de Climatologie (AIC), du 1er au 5 septembre 2009 à ClujNapoca, Roumanie, p. 211-216, 2009.
- [10] URBACONSULT, Schéma Directeur d’Aménagement du Grand Sousse: Rapport final. Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire. Direction Générale de l’Aménagement du Territoire. Tunis. 148 pp, 2010.
- [11] Tidjani A.A., Ozer, A et Karimoune, S, Apports de la télédétection dans l’étude de la dynamique environnementale de la région de Tchago (nord-ouest de Gouré, Niger). *Geo-Eco-Trop.*, 33, n.s: 69-80, 2009.
- [12] Samaali H., Etude de l’évolution de l’occupation et de l’utilisation du sol dans le delta de Mejerda par télédétection et SIG, Thèse de doctorat de géographie, Université de Tunis, 2009.
- [13] DHIEB M., Information Géographique et Aménagement du territoire: les raisons d’une nécessaire complémentarité; *Revue Tunisienne de Géographie*, n° 33, 31 p, 2002.
- [14] Koffi A.M., Mutation sociale et gestion de l’espace rural en pays Ebrié, Thèse de doctorat de géographie, Université de Paris 1, 2007.
- [15] Kouassi A. M., Caractérisation d’une modification éventuelle de la relation pluie-débitet ses impacts sur les ressources en eau en Afrique de l’Ouest: cas du bassin versant du N’zi (Bandama) en Côte d’Ivoire. Thèse de Doctorat de l’Université de Cocody, 2007.
- [16] CongaltonRG & GreenK, Assessrng the accuracy of remotely sensed data. *Principes and Practices*. 2"ed.CRCPress, 200p, 2009.
- [17] TOMAS V., TREITZ P., JELINSKI D., MILLER J, LAFLEUR P. & MCCAUGHEY, Image classification of a northern peatland complex using spectral and plant community data. *Remote Sensing of Environment* (84), p. 83-99, 2002.