



HAL
open science

Étude de l'évolution du ravinement dans les jessour du Sud Tunisien grâce aux images aériennes

Ninon Blond, Nicolas Jacob-Rousseau, Dalel Ouerchefani, Yann Callot

► **To cite this version:**

Ninon Blond, Nicolas Jacob-Rousseau, Dalel Ouerchefani, Yann Callot. Étude de l'évolution du ravinement dans les jessour du Sud Tunisien grâce aux images aériennes. *Cybergeo: Revue européenne de géographie / European journal of geography*, 2019, Environnement, Nature, Paysage, 906, 10.4000/cybergeo.32495 . halshs-02407833

HAL Id: halshs-02407833

<https://shs.hal.science/halshs-02407833>

Submitted on 12 Dec 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Étude de l'évolution du ravinement dans les *jessour* du Sud Tunisien grâce aux images aériennes

Study of the evolution of gullying in the South Tunisian jessour thanks to aerial images

Ninon Blond, Nicolas Jacob-Rousseau, Dalel Ouerchefani et Yann Callot



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/32495>

DOI : 10.4000/cybergeo.32495

ISSN : 1278-3366

Éditeur

UMR 8504 Géographie-cités

Ce document vous est offert par Université Lumière Lyon 2



Référence électronique

Ninon Blond, Nicolas Jacob-Rousseau, Dalel Ouerchefani et Yann Callot, « Étude de l'évolution du ravinement dans les *jessour* du Sud Tunisien grâce aux images aériennes », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 906, mis en ligne le 17 juin 2019, consulté le 12 décembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/cybergeo/32495> ; DOI : 10.4000/cybergeo.32495

Ce document a été généré automatiquement le 12 décembre 2019.



La revue *Cybergeo* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transposé.

Étude de l'évolution du ravinement dans les *jessour* du Sud Tunisien grâce aux images aériennes

Study of the evolution of gullying in the South Tunisian jessour thanks to aerial images

Ninon Blond, Nicolas Jacob-Rousseau, Dalel Ouerchefani et Yann Callot

Ce travail de recherche a été réalisé dans le cadre du projet "PHAST-Téledétection", projet PHC-Utique n°18G1136 qui bénéficie du soutien financier de Campus France. Les travaux de terrain, les analyses et l'acquisition des images ont été soutenus par l'Institut des Régions Arides (IRA) de Médenine, le laboratoire Archéorient et l'Université Lumière Lyon 2. Nous remercions chaleureusement les deux relecteurs anonymes pour leurs conseils, leur vigilance et leur bienveillance. Merci aussi à Christine Kosmopoulos et à Denise Pumain pour leur travail de relecture et d'édition.

Introduction

- 1 En Afrique septentrionale, les terres agricoles des régions arides et semi-arides sont aujourd'hui soumises à de fortes pressions anthropiques et environnementales (Bkhairi, 2012 ; Genin *et al.*, 2006 ; Pérennès, 1993). En Tunisie, ces terres ont, depuis le XXe siècle, connu d'importantes mutations sociales (sédentarisation, croissance démographique et récent exode rural, changements des statuts fonciers) et hydro-agricoles (tarissement progressif des ressources en eau, pression croissante sur les ressources en eau et en sol, mécanisation, érosion des sols).
- 2 Dans le Sud Tunisien, ces évolutions se sont traduites par plusieurs phases asynchrones d'occupation et de mise en valeur de l'espace, visibles dans le paysage au travers d'ouvrages de conservation des eaux et des sols (CES), appelés *jessour*¹. Ces petits barrages en terre, parfois consolidés par un muret de pierre sèche, ferment les thalwegs des ravines dans lesquelles ils sont situés (figure 1). Ils forment alors une surface cultivable

plane, concentrant les écoulements et préservant les eaux et les sols. Ils comportent généralement un déversoir, central ou latéral, parfois plusieurs, dont la fonction est d'évacuer le trop plein vers les parcelles à l'aval et de protéger le système de la destruction (Ballais, 1990; Ben Fraj *et al.*, 2016 ; Bonvallot, 1986).

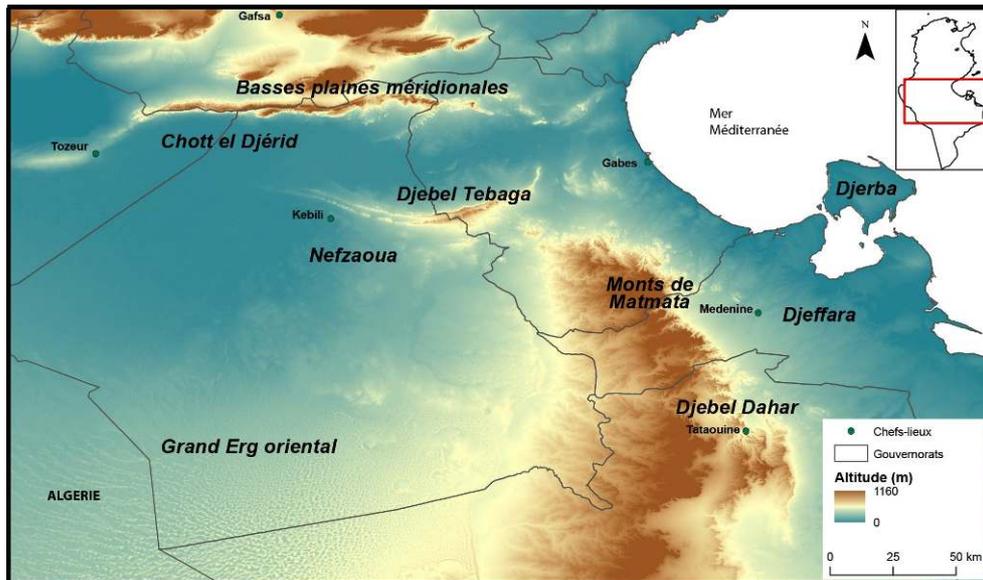
Figure 1. *Jessour* dans les environs de Ksar Beni Ghedir



Cliché : N. Blond, 2018

- 3 Souvent perçus comme résultant d'un travail de longue haleine, mobilisant une population nombreuse et industrielle, nécessitant un entretien important et transmis de génération en génération depuis des décennies voire des siècles (Blanchemanche, 1990), ces ouvrages sont les marqueurs d'une présence humaine sédentaire, et permettent aussi de repérer les phases d'abandon, tant l'érosion peut être rapide quand l'entretien n'est plus assuré et que le *jessour* est délaissé.
- 4 Cette étude porte sur l'évolution des paysages dans le Sud Tunisien, et en particulier dans les Monts de Matmata. Cette région est entourée par le Djebel Tebaga, la plaine de la Djeffara, le Djebel Dahar, le Grand Erg Oriental et le Nefzaoua (figure 2). Elle vise à appréhender les temporalités de changements environnementaux et paysagers dans cette région, en lien avec les évolutions démographiques, socio-politiques et agricoles.

Figure 2. Carte du Sud Tunisien



D'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2018

Contexte et objectifs de recherche

Un espace à fortes contraintes climatiques et topographiques

- 5 Dans le Sud Tunisien, les Monts de Matmata forment une suite de plateaux et de buttes monoclinales dont la direction est globalement nord-sud, et qui s'étend des alentours de Zraoua Nouvelle, au nord, jusqu'à la frontière avec la Lybie au sud, vers Dehiba (figure 2). Les altitudes sont relativement modérées, elles atteignent au maximum 600 à 700 mètres (Taamallah, Ben Kehia, 2006).
- 6 Cet espace connaît une pluviométrie plus importante que la plaine littorale de la Djeffara (entre 150 et 200 mm/an en moyenne), ce qui permet à Le Houérou (1969) de caractériser ce climat comme étant "*aride inférieur à hivers tempérés*". On y observe un gradient nord-sud, la zone autour du village de Matmata² étant la plus arrosée (au-delà de 200 mm/an), de même que les alentours de Beni Kheddache, tandis que ceux de Tataouine reçoivent des précipitations inférieures à 120 mm/an, qui tombent à 80-100 mm/an autour de Dehiba (Ouessar *et al.*, 2006). À partir des travaux de Kallel (2001), cités par Ouessar *et al.* (2006), on peut isoler trois stations correspondant au secteur étudié, où l'on peut observer la pluviométrie annuelle et les variations saisonnières, grâce à la part respective des trois mois les plus secs (juin, juillet et août) et des trois mois les plus humides (décembre, janvier et février) dans les totaux annuels (tableau 1).

Tableau 1. Précipitations d'hiver et d'été et part dans les totaux annuels de trois stations des Monts de Matmata, entre 1949 et 2001

Station	Totaux annuels	Totaux hiver	Part hiver	Totaux été	Part été
Toujane	184 mm	79 mm	42,9 %	2 mm	1,1 %

Dkhilet Toujane	181 mm	85 mm	47 %	1 mm	0,6 %
Beni Kheddache	215 mm	98 mm	45,6 %	3 mm	1,4 %

Source : Kallel, 2001 in Ouessar *et al.*, 2006

- 7 Ces données font aussi ressortir l'importance des variations interannuelles entre 1949 et 2001 : les années les plus humides sont 1975-1976 et 1995-1996, tandis que les plus sèches sont 2000-2001 et 1968-1969 (Kallel, 2001).
- 8 Ces fortes contraintes climatiques et topographiques se conjuguent à une démographie relativement faible. La population tend aujourd'hui à se concentrer dans les zones urbaines et à émigrer vers des espaces jugés plus attractifs.

Un espace marginal qui a connu une forte croissance démographique, aujourd'hui essentiellement urbaine

- 9 Ganiage (1966) estime, grâce aux registres fiscaux, que dans les années 1860, la population du Sud Tunisien, composée essentiellement des résidents sédentaires des villages berbères des Matmata, s'élève à 10 ou 11 000 personnes. En faisant un décompte plus large, incluant les membres de la tribu des Ouerghamma, cette population atteint entre 20 et 25 000 personnes, estimation que l'auteur juge assez aventureuse, tandis que Martel (1965) avance près de 41 000 personnes pour cette même tribu en 1886, un chiffre exagéré selon Ganiage (1966). Au début du XXe siècle, quelques décomptes par tribus, séparant sujets "musulmans", sujets "israélites" et "Européens" estiment le nombre total de membres de la tribu des Ouerghemma à 94 515 (Martel, 1965, voir tableau 2).
- 10 Seklani (1974, p.111) estime qu'en 1966, la population du Sud Tunisien (gouvernorats de Gabès et de Médenine) est de 445 899 personnes. La croissance démographique depuis les années 1860 jusqu'à 1966 – soit environ cent ans – peut alors être estimée entre 987,6 et 2 129,5 %. En 1971, le total pour le Sud Tunisien passe à 454 000 habitants, soit une augmentation de 1,8 % de 1966 à 1971, tandis qu'aux mêmes dates, elle était de 12 % dans l'ensemble du pays.
- 11 Les gouvernorats étudiés par Seklani (1974) correspondent à la réunion des quatre gouvernorats actuels du Sud Tunisien : Kébili, Tataouine, Médenine et la partie sud du gouvernorat de Gabès. En 2016, cet ensemble comptait 1 160 000 habitants (Institut National de la Statistique, 2016), soit une augmentation de 706 000 habitants (+155,5 %). Ces nombres sont regroupés dans le tableau 2.
- 12 Il semble donc que la croissance démographique ait eu lieu, dans le Sud Tunisien, principalement entre la fin du XIXe siècle et le début du XXe, même si, dans les années 1960-1970, les densités de populations y restent très faibles : 7 habitants au km² pour le gouvernorat de Gabès et 4 pour celui de Médenine, contre 28 à l'échelle du pays, le maximum étant atteint par le gouvernorat de Tunis, 379 habitants au km² (Seklani, 1974, p.114).

Tableau 2. Tableau récapitulatif des évolutions de la population du Sud Tunisien, entre les années 1860 et 2016

Date	Population	Espace/tribu considérés	Source
Années 1860	10 à 11 000	Villages berbères des Matmata	Ganiage, 1966
Années 1860	20 à 25 000	Tribu des Ouerghemma	Ganiage, 1966
1886	41 000	Tribu des Ouerghemma	Martel, 1965
1910	13 000 ³	Tribu des Matmata	Martel, 1965
1921	18 683 ⁴	Tribu des Matmata	Martel, 1965
1921	94 515 ⁵	Tribu des Ouerghemma	Martel, 1965
1966	445 899	Sud Tunisien (Gabès, Médenine)	Seklani, 1974
1971	454 000	Sud Tunisien (Gabès, Médenine)	Seklani, 1974
2016	1 160 000	Sud Tunisien (Gabès, Kébili, Médenine, Tataouine)	INS, 2016

- 13 Au début du XXe siècle, les Matmata étaient occupés par de petites communautés pratiquant l'arboriculture (oliviers et figuiers notamment) dans des vallées, grâce au développement des *jessour* (Guillaume, Nouri, 2006). Il s'agissait essentiellement de quelques communautés locales (Toujane, Zmerten, Zmemra, Jbah, Jouamaa, Barid et Mkarza), qui possédaient aussi quelques troupeaux, en activité complémentaire, mais n'impliquant pas d'importants déplacements (Guillaume, Nouri, 2006). Ces positions sédentaires étaient aussi utilisées par les agro-pasteurs nomades, qui se servaient des *ksour*⁶ collectifs pour mettre à l'abri leurs récoltes et leurs biens (Guillaume, Nouri, 2006). Ces agro-pasteurs nomades "avaient développé les cultures de *jessour* et adopté l'habitat troglodyte qui caractérisent les communautés sédentaires du massif montagneux s'étendant de Matmata jusqu'à Tataouine" (Guillaume, Nouri, 2006, p.91). Ces populations, bien que semi-nomades, contribuaient donc, elles aussi, au développement de l'agriculture *jessourienne* de la région.
- 14 Depuis la fin du XIXe siècle, l'organisation socio-spatiale du Sud Tunisien a notablement évolué. Le pouvoir colonial, en cherchant à contrôler les populations nomades et semi-nomades de la région, a favorisé l'agriculture intensive, en particulier l'oléiculture, et la sédentarisation dans des foyers denses de peuplement (Guillaume, Nouri, 2006 ; Martel, 1965), suivant en cela un modèle assez semblable à ce qui a été fait en Algérie (Côte, 1983, 1988, 1996a, 1996b). Ce mouvement s'est accompagné d'une "descente des populations montagnardes sur les piémonts et dans la plaine centrale" (Guillaume, Nouri, 2006, p.95), liée à la fois aux politiques des colons et à la croissance démographique. Cette descente illustre une mutation dans l'occupation agricole des "Djebalia"⁷ : jusqu'alors cantonnés aux montagnes dans lesquelles ils cultivaient leurs "vergers" (*jessour*), ces "montagnards" sont encouragés par le pouvoir colonial à acquérir des terres dans la plaine, en particulier pour y cultiver des oliviers. Une première phase, lente, a lieu dans les années 1920-1930. La colonisation des piémonts s'accélère vers 1940-1950 (Guillaume, Genin, Nouri, 2006). La

période 1930-1970 est appelée par Auclair (2001) "*l'ère des défrichements agricoles*", les systèmes de production s'adaptant à une population qui augmente rapidement. La culture des oliviers a la faveur des Affaires Indigènes françaises, qui en font la promotion : elle fixe plus les populations que l'élevage et la céréaliculture, pratiqués par les semi-nomades (Martel, 1965). La descente des populations vers la plaine de la Djeffara s'est ainsi accompagnée de celle de certaines de leurs techniques agricoles, notamment les *jessour* qui " [ont] gagn[é] vers le bas des vallées" (Martel, 1965). Une deuxième poussée démographique a ensuite eu lieu à la fin du XXe siècle, concentrée majoritairement dans les pôles urbains, l'exode rural s'amplifiant à partir des années 1960 (Auclair, 2001). Ces mutations démographiques se sont accompagnées de mutations socio-spatiales : à partir des années 1960-1970, les populations conservent des *jessour* dans le *djebel*⁸ ou sur le piémont, mais résident en ville (à Nouvelle Matmata, par exemple) et se déplacent saisonnièrement pour l'entretien des ouvrages ou les récoltes. À partir des années 1970, l'agriculture suscite un regain d'intérêt, à travers l'utilisation des *jessour* mais surtout la colonisation de la plaine par l'arboriculture, soutenue par les politiques publiques ("*stratégie de CES*" des années 1990, par exemple) (Guillaume, Genin, Nouri, 2006).

- 15 La volonté de fixation des populations par le pouvoir colonial est allée de pair avec un important effort de développement hydraulique, qui s'est poursuivi après l'Indépendance du pays. Dans le cas du Sud Tunisien, faute d'écoulement pérenne ou saisonnier suffisant dans les oueds, l'attention s'est portée sur des ouvrages de CES, visant à valoriser les terrains de parcours et à recharger les nappes. Selon Baduel et Baduel (1980), dans le gouvernorat de Gabès, 7 824 *jessour* (soit 2 808 ha) ont été construits dans le cadre du Programme National, et 2 770 ha restaurés ou construits entre 1971 et 1977 grâce aux crédits FOSDA⁹ d'aménagement pour l'Agriculture.
- 16 D'autre part, depuis la seconde moitié du XXe siècle, la région est soumise à d'importantes migrations de travail, souvent temporaires¹⁰, qui touchent principalement les sédentaires qui émigrent vers les villes tunisiennes ou vers la France pour y chercher du travail (Simon, 1970), en particulier en période de crise alimentaire et/ou climatique (Guillaume, Nouri, 2006). Ce phénomène semble concerner plutôt les populations rurales, et assez peu certaines communautés *djebalias* (Matmata, Beni Zelten, Toujane et Chenini, par exemple. Simon, 1970). Il présente certaines similitudes avec l'émigration de travail depuis les campagnes algériennes (Côte, 1996). Dans le Sud Tunisien, ces migrations reposent sur certaines spécialisations (les pâtisseries de Ghomrassen, par exemple) et donnent lieu à un exode important, qui vide les campagnes de leurs forces vives et participe ainsi à l'abandon des structures agricoles (entretiens avec des agriculteurs de la région de Tataouine).
- 17 Récemment, ces mouvements se sont accompagnés de la concentration de la population dans les zones urbaines, dans l'ensemble des Matmata, en particulier dans des villes nouvelles destinées à remplacer les villages troglodytiques, dont certains ont été détruits par les intempéries dans les années 1960-1970. La concentration dans les villes a aussi été une conséquence de la politique étatique de "*dégourbisation*" (Guillaume, Genin, Nouri, 2006) : ainsi à Douiret ou à Chenini, dans les environs de Tataouine, les anciens villages berbères perchés ont été vidés de leur population dans les années 1970 au profit d'implantations plus modernes, situées dans la vallée. Pour ces deux derniers cas, les villages nouveaux sont situés à quelques kilomètres des anciens. En revanche, la Nouvelle Matmata est à environ 15 km à vol d'oiseau de l'Ancienne Matmata. Ces transformations des lieux de vie se sont accompagnées de mutations dans l'économie et les modes de vie :

l'agriculture est devenue largement secondaire et l'exode rural s'est accéléré. Dans le Sud Tunisien (gouvernorats de Médenine, Gabès et Gafsa sud), la population rurale est passée, entre 1936 et 1966, de 84 % de la population totale à 74 %, soit 10 % en 30 ans (Seklani, 1974, p.119). Dans le même temps, elle passait de 79 à 60 % à l'échelle du pays (Seklani, 1974) et était inférieure à 40 % en 1994 (Auclair, 2001). À l'échelle des quatre gouvernorats étudiés, le taux d'urbanisation évoluait de 54,7 % (Kébili) et 64,6 % (Gabès) en 1994 à 54,1 % (Kébili) et 78,7 % (Médenine) en 2014 (Institut National de la Statistique, 2016). Ces évolutions sont regroupées dans le tableau 3.

Tableau 3. Part de population rurale dans la population totale du Sud Tunisien et de la Tunisie, de 1936 à 2014

Date	Part de la population rurale dans le Sud Tunisien	Gouvernorats	Part de population rurale en Tunisie	Source
1936	84 %	Médenine, Gabès, Gafsa sud	79 %	Seklani, 1974
1966	74 %	Médenine, Gabès, Gafsa sud	60 %	Seklani, 1974
	71,3 %	Gabès		Simon, 1970
	83,2 %	Médenine		
1994	35,4 %	Gabès	39 %	INS, 2016
	45,3 %	Kébili		INS, 2016
	38,4 %	Médenine		INS, 2016
	43,7 %	Tataouine		INS, 2016
2004	32,3 %	Gabès	35,1 %	INS, 2016
	46,1 %	Kébili		INS, 2016
	22,9 %	Médenine		INS, 2016
	38,9 %	Tataouine		INS, 2016
2014	29,8 %	Gabès	32,3 %	INS, 2016
	45,9 %	Kébili		INS, 2016
	21,3 %	Médenine		INS, 2016
	36,4 %	Tataouine		INS, 2016

- 18 Picouet et Sghaier (2006) ont établi, pour les trois délégations de Médenine, Sidi Makhlouf et Beni Kheddache les évolutions des taux de croissance entre 1975 et 2004. À Beni Kheddache, on observe qu'ils sont plus faibles en milieu rural qu'en milieu urbain, voire

négatifs pour la période 1994-2004 (-0,9 %), tendance que l'on retrouve dans les deux autres délégations à la même époque (-1,6 et -0,4 %).

- 19 Cet exode rural contribue dès lors à l'abandon des espaces et ouvrages agricoles, les principaux, dans le Sud Tunisien, étant les *jessour*.

Les *jessour*, ouvrages de conservation des eaux et des sols spécifiques du Sud Tunisien

Origine des *jessour* tunisiens

- 20 Les *jessour* sont la déclinaison locale d'ouvrages de CES (Conservation des Eaux et des Sols) dont on retrouve des types assez proches dans l'ensemble du bassin méditerranéen et même dans des espaces plus lointains. Ainsi, on trouve la trace de terrasses de culture au sens large à l'époque préhistorique au Yémen (IVe-Ier millénaires avant notre ère : Breton, 2017 ; Ghaleb, 1990 ; Gibson, Wilkinson, 1995 ; Pietsch, Mabit, 2012 ; Vogel, 1987 ; Wilkinson, 2005 ; Wilkinson, Edens, 1999 ; Wilkinson, Edens, Gibson, 1997) ou aux Émirats Arabes Unis (IIe millénaire avant notre ère : Charbonnier, Purdue, Calastrenc, *et al.*, 2017 ; Charbonnier, Purdue, Benoist, 2017). Des vestiges archéologiques antiques ont été découverts au Proche-Orient, à Jérusalem, où des terrasses étaient reliées à un système d'irrigation romain (Barnard, Muamer, 2015). À la même période, on trouve ce type d'aménagement sur la rive sud de la Méditerranée, notamment en Tripolitaine (Barker, 1993 ; Gale, Hunt, 1986) ou en Tunisie, où certaines terrasses des environs de Kasserine dateraient de l'époque romaine (Ballais, 1990). Ces ouvrages de petite hydraulique ont aussi été employés durant les périodes ottomanes et islamiques, au Proche-Orient et en Tripolitaine : en Jordanie, la datation OSL de terrasses indique qu'elles auraient fonctionné entre le début de notre ère et le IXe siècle (Beckers, Schütt, Tsukamoto, Frechen, 2013). Dans le Néguev, des terrasses de fond d'oued ont été construites à la demande du pouvoir ottoman entre les VIe et VIIIe siècles (Haiman, 2012). En Tripolitaine, ces aménagements permettaient la production et l'exportation d'olives et de céréales durant la période islamique (Gilbertson, 1986). Des traces d'aménagements sur les versants ont encore été découvertes sur les rives septentrionale et méridionale de la Méditerranée aux périodes modernes et contemporaines : du IXe siècle au XVIe, les terrasses servaient à capter les eaux de la Sierra Nevada et à favoriser la culture en Andalousie (Douglas, Kirkby, Critchley, Park, 1994) ; très présents dans les Cévennes dès le XVIe siècle, ces ouvrages prennent, à partir du XVIIIe siècle, une importance grandissante en Tunisie, dans le Djebel Ousselet, à l'ouest de Kairouan (Ballais, 1990), mais surtout en Europe méridionale (Cévennes, Midi, Suisse, Catalogne, Auvergne, Italie, Blanchemanche, 1990). Nombre d'entre eux sont aujourd'hui encore utilisés dans les Cévennes (Blanc, 1984 ; Lécuyer, 2006), en Espagne (Puy, Balbo, 2013), au Liban (Harfouche, 2005 ; Lewis, 1953) et en Algérie, dans les zones subarides et arides (Côte, 1996a), notamment dans les montagnes du sud (Côte, 1996b), en particulier dans les Aurès (Ballais, 1990 ; Côte, 1983 ; Côte, 1988 ; Côte, 1996b) ou la région de Tlemcen, où plus de la moitié ont plus de 100 ans (Fecih, Habi, Morsli, 2018). Il s'agit néanmoins d'aménagements sur les versants ou dans les fonds d'oueds. La spécificité des *jessour* consiste dans leur localisation dans des ravines ou des vallons, spécificité qu'ils partagent avec certaines terrasses éthiopiennes (Blond, Jacob-Rousseau, Callot, 2018). La fonction du muret et/ou du bourrelet est alors essentiellement de briser la puissance des écoulements, voire de les faire disparaître et de retenir des sédiments, afin de former dans les montagnes des "*amphithéâtres de terre*

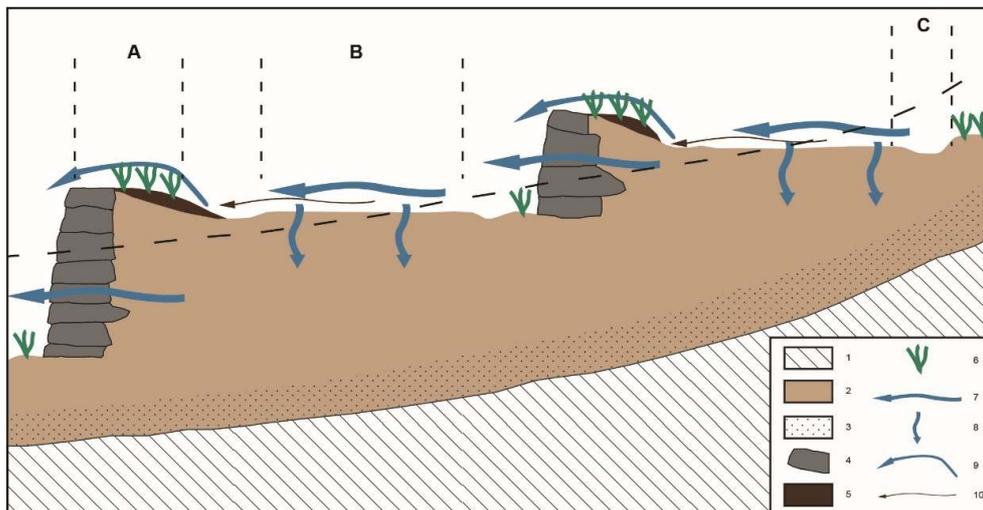
végétale, sur lesquels peut s'établir la plus riche culture" (Chaptal, 1833, p.152, cité par Blanchemanche, 1990). Relativement aux terrasses de versant ou de fond d'oued, ces terrasses de vallons sont peu nombreuses et apparaissent peu dans les études, en dehors du cas tunisien, où les *jessour* sont plutôt bien connus, dans leur histoire comme dans leur fonctionnement.

- 21 Si certains auteurs font remonter l'origine de ces ouvrages à l'antiquité, avec d'autres aménagements hydrauliques ou hydro-agricoles (aqueducs, aménagements d'irrigation par épandage, puits et citernes : Ben Ouedou, Ben Kehia, 2006), cette origine ancienne est relativisée, de façon générale pour l'ensemble des terrasses méditerranéennes (Blanchemanche, 1990), mais aussi plus spécifiquement à propos d'ouvrages éthiopiens (Blond, Jacob-Rousseau, Callot, 2018) ou des ouvrages sud-tunisiens : Despois (1956) affirme qu'ils sont l'œuvre des populations berbères et que cette culture est antérieure à la conquête romaine de la région. Néanmoins, la première mention attestée de tels ouvrages en Tunisie semble se trouver chez *Abi El Abbes Naffoussi*, au XIIe siècle (Ben Fraj *et al.*, 2016), bien que *Ballais* (1990) mentionne un *jesr* daté des IIe-IIIe siècle de notre ère dans l'oued Seradou (Sud Tunisien).

Fonctionnement des *jessour*

- 22 Selon la description qu'en fait Pérennès (1993) "*la technique du jesser consiste à construire le long des pentes de petits barrages en pierre pour conjurer le ravinement, retenir les sédiments et créer un sol tout en retenant momentanément l'eau*". Il s'agit d'utiliser le bassin versant naturel comme impluvium et de piéger les eaux de surface et les sédiments arrachés au versant, à l'amont d'une digue de terre (*tabia*) qui barre le thalweg perpendiculairement au sens de l'écoulement, afin d'établir une zone de culture (figures 3 et 4). C'est cette surface d'accumulation et de stockage des sédiments et des eaux qui porte le nom de *jesr* proprement dit. La concentration des eaux par ces ouvrages permet, selon *Baduel et Baduel* (1980), de multiplier les ressources pluviales par plus de trois.

Figure 3. Schéma de fonctionnement des *jessour*



A : Espace de circulation ; B : Espace de culture ; C : Chenaux de drainage des eaux de surface.
 1. Bedrock ; 2. Remplissage sédimentaire ; 3. Inféoflux ; 4. Murets de soutènement ; 5. Accumulations de sédiments déplacés par les écoulements de surface ; 6. Végétation basse ; 7. Écoulements de surface ; 8. Infiltration ; 9. Déversement ; 10. Transports sédimentaires.

Réalisation : N. Blond, 2018

Figure 4. *Jessour* dans les loëss de la région de Sidi Meta

Cliché : N. Blond, 2017

- 23 Une murette (*hamela*, voir figure 5) est parfois ajoutée sur le versant afin d'aider à la concentration des écoulements vers le *jesr* (Bonvallet, 1986). De même, la *tabia* peut être renforcée par un muret de pierre sèche (figure 3), plaqué à l'aval, nommé *sirra* (Bonvallet, 1986 ; Prinz, 1996). Afin d'éviter ou de limiter les destructions en période de crue, les *tabias* sont dotées de déversoirs. Ils peuvent être simples ou doubles, centraux ou latéraux, empierrés, maçonnés, bétonnés ou non. S'ils permettent d'évacuer le trop plein vers la parcelle suivante, ils ont aussi une fonction sociojuridique, en permettant une répartition plus ou moins équitable de l'eau entre les "jessouriens" et en évitant l'appropriation de la ressource en eau par un seul exploitant (Badel, Baduel, 1980). Selon Bonvallet (1986), c'est le déversoir latéral (*menfes*) qui est le plus employé (figure 6), le déversoir central (*masraf*) étant plutôt d'introduction récente et lié aux pouvoirs publics. Cela est perçu par les populations locales comme une ingérence, ce qui fait qu'elles l'apprécient peu.

Figure 5. Vue de *jessour* depuis l'amont et d'une *hamela* en pierre sèche (rive droite), dans les environs de Beni Ghedir



Cliché : N. Blond, 2018

Figure 6. Système de *jessour* entre Toujane et Matmata. Noter le déversoir latéral (*menfes*) sur la droite du premier *jesr* et les flaques liées à des précipitations, à l'amont des *tabias* empierrées



Cliché : N. Blond, 2016

Typologie et localisation des ouvrages de CES tunisiens

- 24 En Tunisie, il existe plusieurs types d'ouvrages de CES (Ouessar, 2007), dont les deux principaux, les *meskat* et les *jessour*, correspondent à deux régions hydroagricoles – et à deux types de topographies – spécifiques (Zaki, Al-Weshah, Abdulrazzak, 2006). Tandis que les *meskat* se trouvent surtout dans les hautes steppes des alentours de Sousse (Ouessar, 2007) mais aussi au Maroc et en Lybie, dans le Nefousa (Abdo, Eldaw, 2006 ; Zaki, Al-Weshah, Abdulrazzak, 2006), les *jessour* sont principalement concentrés dans le Sud Tunisien, en particulier dans la Djeffara et les Matmata (Bonvallot, 1986 ; Genin *et al.*, 2006 ; Ouessar, 2007 ; Prinz, 1996, p.150 ; voir figure 2). Ceux-ci sont décrits par Pérennès (1993) comme formant un système d'"accumulation de sédiments et d'eaux à but agricole" dans les "zones arides à étage inférieur" (précipitations entre 100 et 200 mm/an). Ces ouvrages sont "adapté[s] aux zones du Sud Tunisien, où la pente est plus marquée, le climat plus aride" (Pérennès, 1993). En effet, dans la région étudiée, ils se trouvent préférentiellement dans des ravines formées par l'érosion dans les dépôts de loess, ou dans de petites vallées dans les zones où les dépôts sont moins abondants (figure 7).

Figure 7. Paysage de bad-lands dans la couverture loessique, entre Chemlali et Sidi Meta



Cliché : N. Blond, 2016

- 25 Dans les Matmata, on peut distinguer deux types de paysages, qui sont liés à la plus ou moins grande épaisseur de la couverture loessique dans les fonds de vallées et/ou sur les versants. Ainsi, Bonvallet (1986) souligne-t-il que la présence des *jessour* correspond aux zones où la présence des loëss est la plus importante et leur épaisseur la plus forte. Cela correspond aussi au fait que les précipitations, en s'écoulant, peuvent mobiliser les sols des versants pour les stocker dans les fonds de vallons, permettant ainsi une sédimentation dirigée. Dans la zone d'étude, c'est au nord, vers Téchine et Zmertem que les épaisseurs de loëss péri-désertiques sont les plus importantes (Coudé-Gaussen, 1991 ; Coude-Gaussen, Mosser, Rognon, Tourenq, 1983 ; Coudé-Gaussen, Rognon, 1986), atteignant jusqu'à 10 ou 20 mètres. Au sud, au contraire, vers Tataouine et Ghomrassen, les dépôts sont moins épais, ce qui se traduit assez bien dans le paysage par l'occupation humaine, qui passe d'habitations creusées dans les remplissages de loëss (autour de Matmata, par exemple, figure 8A) à des habitations creusées dans des bancs de calcaire tendres, sous un banc plus résistant (figure 8B).

Figure 8. Habitations troglodytiques creusées dans la couverture loessique, entre Chemlali et Sidi Meta (A) et dans un banc de calcaire tendre à Ksar Hadada (B)



Clichés : N. Blond, 2016 et 2018

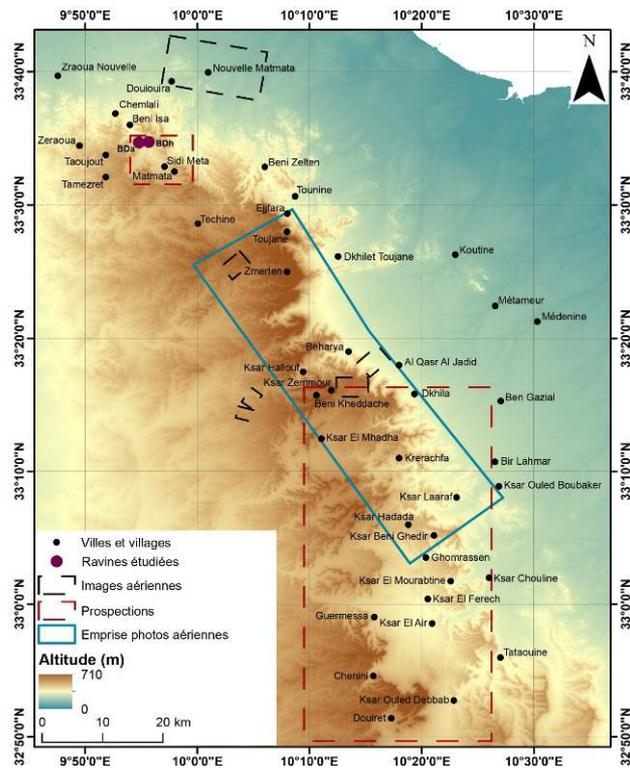
- 26 On remarque, en observant les figures 4, 5 et 6, que les différences de quantités de loëss ont aussi un effet sur la forme des *jessour*. Ils sont un peu plus étroits, et la pente dans laquelle ils s'insèrent est souvent plus forte dans le sud (figures 5 et 6), tandis qu'ils s'épanouissent sur de plus grandes surfaces, un peu moins pentues, lorsque la couverture loëssique est abondante (figure 4). On remarque d'ailleurs qu'ils remontent plus haut sur les pentes, l'angle de celles-ci étant adouci par les placages de loëss.

Matériel et méthodes

- 27 Cette polarisation des espaces en fonction de l'épaisseur de la couverture de loess a déterminé deux zones principales pour la prospection et l'étude diachronique. Au sud, vers Tataouine et Ghomrassen, la disponibilité de photographies aériennes et d'images satellitaires anciennes a favorisé une étude diachronique pour documenter l'évolution des paysages depuis les années 1950, appuyée aussi sur la consultation de cartes topographiques anciennes. Pour affiner l'étude diachronique, des prospections ont été effectuées sur le terrain, afin d'identifier au sol les formes vues verticalement (figure 9). Au nord, autour de la vieille Matmata (Matmatat-Al-Qadimal), les remplissages sont très épais et disséqués. Il a donc été possible d'y étudier l'évolution contemporaine des ravines dans les remplissages de *jessour* à l'aide d'images satellitaires.
- 28 Ce travail a porté sur un corpus assez diversifié de photographies aériennes, de photographies satellitaires Corona et d'images satellitaires, de périodes et de résolutions différentes. Il s'y est ajouté, en particulier pour les espaces où les photographies anciennes n'étaient pas disponibles, la consultation de cartes topographiques anciennes. Il a tout d'abord fallu géoréférencer les documents iconographiques disponibles (photographies aériennes françaises, photographies satellitaires Corona, images satellitaires de Google Earth, cartes topographiques) pour les secteurs retenus, le corpus étant différent selon les lieux et les échelles de travail choisies. L'étude diachronique de ces documents a permis de suivre les évolutions des *jessour* dans la région des Matmata depuis les années 1950 jusqu'à nos jours.
- 29 Les photographies aériennes proviennent de la mission de vol n° 67 effectuée le 25 septembre 1954 par l'aviation militaire française. Ces clichés, ainsi que d'autres missions photographiques des anciennes colonies et anciens protectorats français, sont conservés aux Archives de la Défense, section Air, à Vincennes. Sur l'ensemble des images disponibles pour cette mission, seule la moitié sud a été acquise (clichés 175 à 365), couvrant une zone allant d'Ejjfara au nord-est à Ksar Ouled Boubaker au sud-est, à Ghomrassen au sud-ouest et dans les environs de Techine au nord-ouest. Deux clichés, issus de la mission de vol n° 318 effectuée le 02 mai 1956 à l'ouest de Beni Kheddache sont venus compléter la collection (figure 9).
- 30 Ces 193 photographies ont été géoréférencées dans un Système d'Information Géographique (SIG) en prenant appui sur une image satellitaire contemporaine (plus précise et de meilleure résolution que les cartes topographiques), par le biais d'éléments paysagers fixes (éléments de relief, constructions ou routes). Malgré la précision du géoréférencement, des décalages peuvent persister, liés aux déformations des prises de vue anciennes. Le travail a ensuite consisté à digitaliser les zones cultivées et habitées aux périodes étudiées, sur les deux supports, puis à les superposer. Les décalages ont parfois entraîné des ajustements à la main, pour faire correspondre les formes entre elles.
- 31 En raison du grand nombre de photographies disponibles et de l'impossibilité d'étudier à haute résolution l'intégralité du territoire concerné, des sites représentatifs ont été choisis pour des études de cas précises. Quatre espaces en particulier ont fait l'objet d'une comparaison diachronique à haute résolution, entre 1954 et 2018 : les environs de Ksar Zemmour ; la zone comprise entre Beharya et Al Qsar Al Jadid ; le nord-ouest de Zmerten et l'ouest de Beni Kheddache (figure 9).

- 32 Afin de pallier le manque de photographies aériennes dans le nord de la région, autour de Matmata, le travail a porté sur la comparaison d'une photographie satellitaire Corona de 1972 avec l'image satellitaire de 2018, autour de la ville de Nouvelle Matmata (figure 9). Les images Corona sont des photographies panchromatiques, prises par des appareils embarqués sur les satellites du programme Corona, satellites américains de reconnaissance ayant fonctionné de 1959 à 1972. Les images, aujourd'hui déclassifiées, sont accessibles sur le site internet de l'*United States Geological Survey* (USGS). La photographie a été géoréférencée. Étant donné la grande taille des images Corona, seule la partie étudiée a été géoréférencée avec précision afin de permettre une bonne superposition des deux vues (1972 et 2018). À partir de la zone géoréférencée, l'occupation a été digitalisée aux deux dates, donnant ainsi une carte diachronique de l'évolution des espaces cultivés et habités autour de Nouvelle Matmata, évolution qui a pu être quantifiée grâce au calcul des surfaces aux deux dates concernées (figure 9).
- 33 Pour augmenter la résolution temporelle des comparaisons dans les zones où les photographies aériennes n'étaient pas disponibles, des cartes topographiques anciennes ont été consultées en version numérisée, depuis le site *cartomundi.fr*. Il s'agit de cartes au 1/200 000 et 1/100 000, les cartes d'échelle 1/50 000 n'étant pas disponibles pour la région étudiée. Ces cartes ne pouvant pas être téléchargées, elles n'ont pas pu être intégrées à un SIG et géoréférencées. Elles ont donc été simplement consultées. Un des problèmes principaux qui s'est posé est que la zone étudiée au nord, non loin de Matmata, est répartie sur plusieurs cartes, généralement dans les angles : pour les cartes au 1/100 000, la moitié est des cartes n'est pas disponible ; les déformations sont fortes, empêchant le géoréférencement si les cartes avaient été téléchargeables, et empêchant toute étude unifiée, puisqu'elles n'ont pas été éditées aux mêmes dates et qu'il est difficile, matériellement, de visualiser les cartes côte à côte. Un total de 13 cartes a malgré tout été analysé et une carte de 1931 a pu être téléchargée et partiellement géoréférencée, à l'est de Ksar Zemmour.
- 34 On obtient ainsi des cartes diachroniques de l'occupation des sols dans la région, dans plusieurs situations différentes : une zone de fort dénivelé aux alentours de Zmertem ; le piémont à la transition vers la plaine de Matmata non loin de Beharya ; un replat imbriqué dans un ensemble de loess incisés, aux environs de Ksar Zemmour et des vallées incisées dans la couverture lœssique à proximité de Beni Kheddache. Grâce à la digitalisation, les surfaces cultivées ont pu être quantifiées aux deux périodes et comparées.
- 35 Enfin, pour compléter les études de terrain et suivre l'évolution des ravines d'érosion formées dans les *jessour* abandonnés autour de Matmata, une comparaison entre des images satellitaires à plusieurs périodes, entre 2004 et 2018 a été conduite dans les alentours de Sidi Meta (figure 9), à l'aide de Google Earth Pro. Les surfaces des ravines ont été digitalisées directement dans ce logiciel. Le géoréférencement des images dans Google Earth Pro n'étant pas extrêmement précis, des décalages importants existent d'une année à l'autre, ce qui fait que les tracés ne se superposent pas. Il n'a pas été possible de construire une carte diachronique satisfaisante de l'évolution des ravines, même après export dans un SIG et ajustements à la main. Il a donc été décidé d'assembler des captures d'écran de la zone pour pouvoir suivre l'érosion sur un même document. Il a, en revanche, été possible de mesurer des surfaces à l'aide de l'outil de Google Earth et de quantifier les évolutions.

Figure 9. Zones de travail sur le terrain et sur images aériennes



Réalisation : N. Blond, 2018, d'après ALOS 30 m

Déprises et reprises de la petite hydraulique agricole : des dynamiques paysagères divergentes du nord au sud des Matmata

- 36 Les différentes images disponibles permettent un suivi diachronique de l'évolution des paysages, et notamment de l'implantation de *jessour* dans les vallons. Il a ainsi été possible de mettre en lumière quelques étapes principales, qui correspondent à des changements sociaux, à l'échelle locale et nationale.

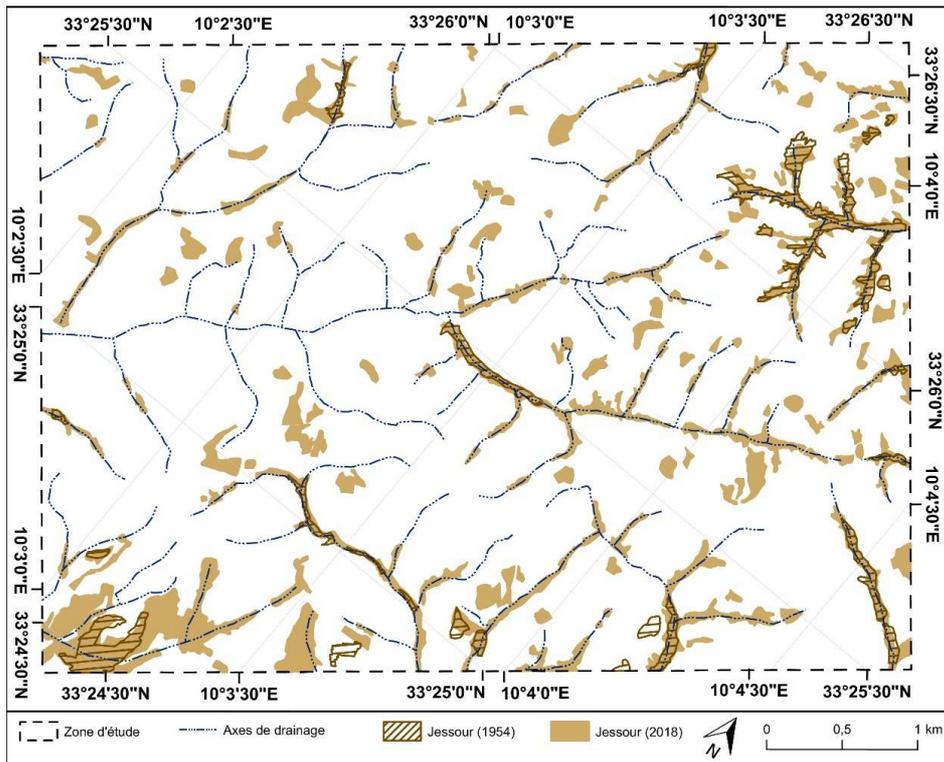
À partir des années 1950, croissance démographique, croissance agricole

- 37 Avant les années 1950, peu de documents sont disponibles. Les cartes topographiques sont assez peu précises (la majorité des documents étant à l'échelle 1/200 000). Quelques informations émergent néanmoins. En 1903, aux environs de Chemlali (SGA, 1903) et en 1894 autour de Tamezred (SGA, 1894, dans le nord de la zone étudiée), aucune culture n'est répertoriée dans les vallons. En revanche, la plaine entre Chemlali et El Hamma, au nord, porte la mention "plaine cultivée" (sans figuré correspondant). L'espace ne semble pas aujourd'hui très densément occupé, les cultures étant situées principalement dans les épandages d'oueds descendant du rebord du Djebel Tebaga. Sur les cartes au 1/200 000 de 1910 (SGA, 1910) et 1920 (SGA, 1920) en revanche, on relève quelques espaces cultivés et la

mention de palmiers, en particulier dans la vallée de l'oued Beni Aïssa et au nord, à l'aval, dans la plaine alluviale. La vallée est assez large et aujourd'hui occupée par une piste carrossable. De nombreux "patches" de culture sont indiqués par la carte au 1/100 000 de 1934 (SGA, 1934), non seulement dans l'oued et la plaine à l'aval (au nord) mais aussi dans de petits affluents à l'écoulement temporaire, dans les ravines. S'il est difficile d'avoir une estimation précise de la surface cultivée à cette époque, on a là l'indication de la présence de quelques *jessour* épars dans certaines ravines, autour de Chemlali. Les mêmes indications se retrouvent légèrement au sud, sur la carte au 1/100 000 de 1925 (SGA, 1925). Sur la carte au 1/200 000 de 1938 (SGA, 1938), quelques zones de culture de palmiers sont indiquées dans des vallons secondaires autour de Bou Dafeur. Vers Chemlali (SGA, 1957), la disposition des cultures reste très semblable sur la carte au 1/200 000 de 1957. Les photographies aériennes, contemporaines de ce dernier document, donnent des informations plus détaillées. Ainsi, sur la figure 10, on remarque que les *jessour*, élevés dans une zone montagneuse, sont relativement peu denses, en 1954 comme en 2018. On note que l'occupation se fait dans les vallées principales, et qu'avec le temps, elle s'est étendue vers l'amont et l'aval, et vers les branches secondaires du réseau. Un fait remarquable, toutefois, est que certaines branches (particulièrement au nord-est de la figure 10) étaient déjà colonisées de façon extensive dans les années 1950.

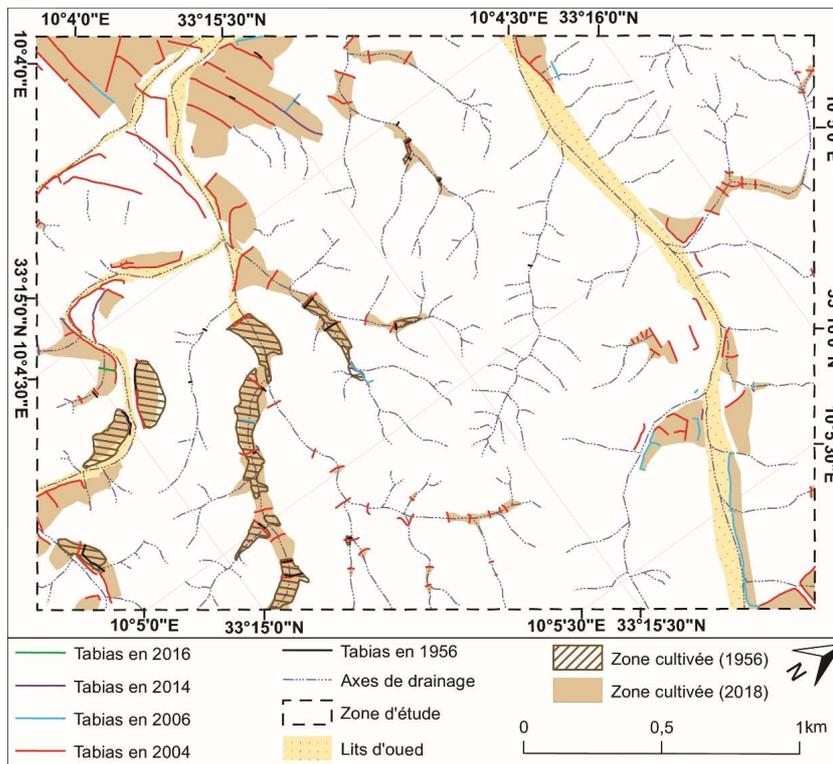
- 38 Les figures 11 et 12 montrent des processus semblables : alors que la carte topographique de 1931 au 1/100 000 (SGA, 1931) et celle de 1946 au 1/200 000 (SGA, 1946) montrent un espace dépourvu de cultures, on remarque sur les photographies aériennes et l'image satellitaire le développement des zones cultivées par jonction des *jessour* qui viennent occuper l'intégralité des vallons ainsi que la colonisation des amonts et branches secondaires. Sur la figure 11, on note aussi l'occupation progressive de cônes et des lits des oueds. La figure 12 montre, elle, la colonisation de l'ouest de l'espace considéré. À proximité de Zmertem (figure 10), la surface cultivée en *jessour* a été multipliée par 4,1 de 1954 à 2018. Alors qu'elle ne couvrait que 2,5 % de la surface totale de la zone étudiée en 1954, elle est passée à 10,1 % en 2018. À l'ouest de Beni Kheddache (figure 11), l'augmentation est du même ordre (multiplication par 4,5 entre 1956 et 2018), les surfaces cultivées passant de 2 à 11,2 % du total de la zone étudiée. Sur le second cliché (figure 12), à l'ouest de Ksar Hallouf et Beni Kheddache, l'augmentation est un peu plus importante (multiplication par 5,2 entre les mêmes dates), les surfaces cultivées occupant moins d'1 % de la surface totale en 1956 et presque 6 % aujourd'hui.
- 39 On peut trouver là la marque d'une faible croissance des populations dans les montagnes du Sud Tunisien dès cette période. L'exploitation agricole de cette région semble être relativement ancienne, et les ouvrages dits de petite hydraulique, notamment les *jessour* semblent être des héritages assez anciens. Ainsi, dans les années 1970 A.-F. Baduel (1977) a montré qu'autour de Tamezret, sur 100 chefs d'exploitation interrogés (parmi les 1 453 habitants du village en 1975), aucun n'avait construit de *jesr*. Elle montre aussi que sur les 444 *jessour* qu'elle a recensés, seuls 20 % ont été construits par le père de l'exploitant actuel, "tous les autres étant quasiment sans date" (Baduel, Baduel, 1980). Il semble possible d'affirmer que ces ouvrages sont probablement antérieurs au début du XXe siècle, certains auteurs affirmant qu'ils remontent à l'Antiquité (Pérennès, 1993), période dont on trouve de nombreuses traces autour des sites étudiés, en particulier au travers de la mention de ruines romaines sur la carte au 1/200 000 de Kébili en 1903, aux alentours de Chemlali et el Hamma : *oppidum*, ruines, murs et puits romains, entre autres (SGA, 1903).

Figure 10. Carte de l'évolution diachronique de l'emprise des *jessour* à l'ouest de Zmerten de 1954 à 2018



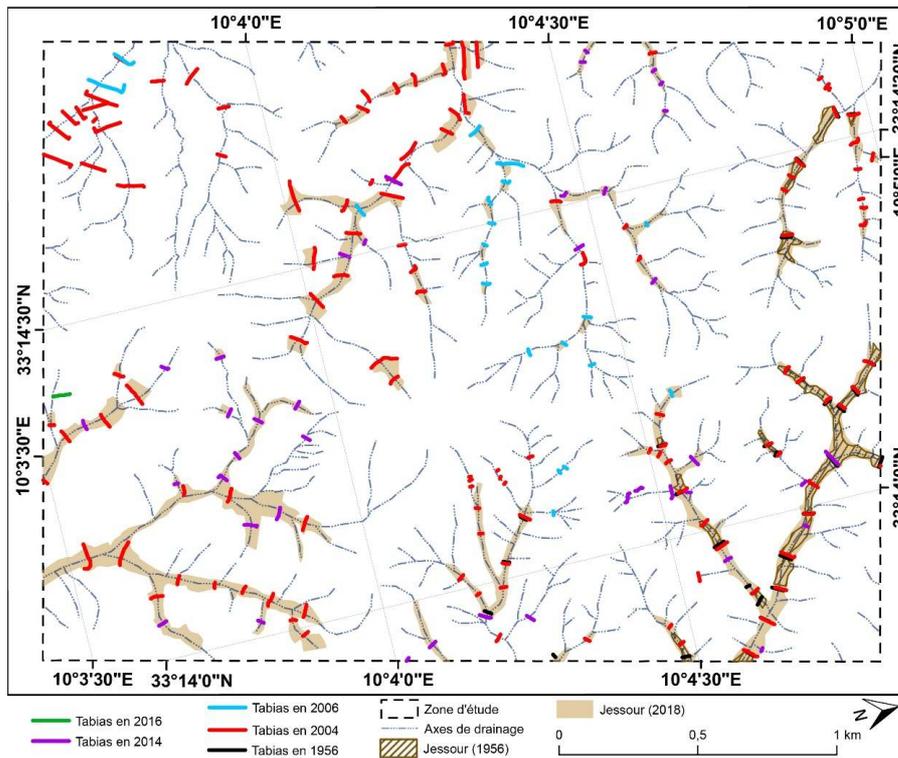
Réalisation : N. Blond, 2018

Figure 11. Carte de l'évolution diachronique de l'emprise des *jessour* sur le cliché 106, à l'ouest de Beni Kheddache de 1956 à 2018



Réalisation : N. Blond, 2018

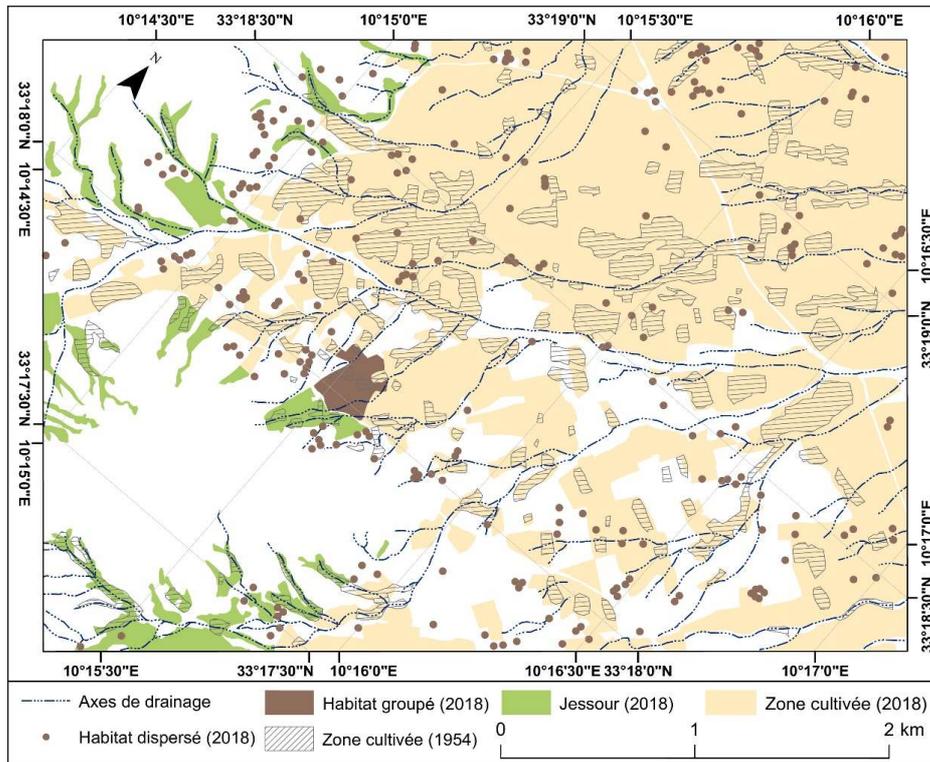
Figure 12. Carte de l'évolution diachronique de l'emprise des *jessour* sur le cliché 114, à l'ouest de Beni Kheddache et Ksar Hallouf de 1956 à 2018



Réalisation : N. Blond, 2018

- 40 C'est dans les espaces de plaines que l'augmentation des surfaces cultivées est particulièrement remarquable, en particulier sur le piémont, au contact entre les Monts de Matmata et la plaine littorale. La carte de Médenine au 1/200 000 de 1946 fait état d'un espace dépourvu de cultures (à l'exception d'une parcelle dessinée, au nord de "Ksar Djedid"). Le toponyme Beharya n'apparaît, quant à lui, simplement pas. La figure 13 met en avant à la fois la densification des *jessour* dans les ravines (à l'ouest de la figure) et l'étalement important des surfaces cultivées dans la zone la plus plane : le piémont est presque intégralement mis en culture en 2018, alors qu'il ne s'agit encore que de poches en 1954. Un des effets paysagers les plus marquants de ce phénomène est la quasi-disparition du tracé des lits des cours d'eau temporaires. Ils sont bien repérés sur la carte de 1946 (Médenine, 28) mais sont aujourd'hui remblayés par l'accumulation de sols à l'amont des *tabias*, construites perpendiculairement au sens d'écoulement de ces cours d'eau temporaires, processus encore en cours et non achevé à l'ouest de Beni Kheddache (figure 11). Ces développements agricoles sont concomitants du développement de l'habitat dans la région : alors que la carte de 1946 ne signale que des ruines romaines et qu'il ne se trouve aucune construction pérenne – groupée ou dispersée – sur le piémont en 1954, les deux formes d'habitat sont visibles sur l'image de 2018. Elles semblent s'insérer entre les espaces cultivés, tandis qu'elles sont absentes des éminences, qui ne sont pas non plus cultivées (partie sud-ouest de la figure 13).

Figure 13. Carte de l'évolution diachronique des surfaces cultivées sur le piémont, entre Beharya et Al Qasr Al Jadid de 1954 à 2018

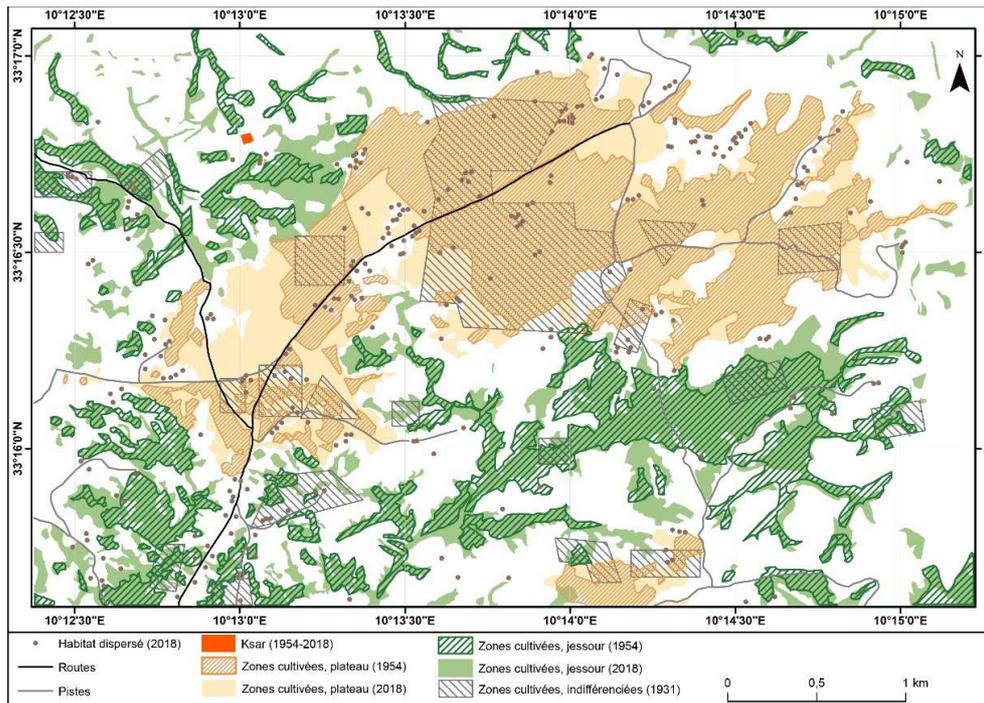


Réalisation : N. Blond, 2018

- 41 Ce phénomène de densification s'observe aussi sur les espaces de plateau entourés de reliefs disséqués. Ainsi, à l'est de Ksar Zemmour (figure 14), les implantations humaines sont relativement récentes et liées aux zones cultivées. La carte de 1931 (SGA, 1931) signale quelques habitations troglodytiques et de rares bâtiments épars, en particulier à proximité des zones cultivées. La carte topographique de Médenine au 1/200 000 (SGA, 1946) signale d'ailleurs, en 1946, quelques bâtiments au nord et à l'ouest de l'espace cartographié sur la figure 14, et la route aujourd'hui goudronnée est déjà indiquée. Les implantations humaines sont malheureusement difficilement identifiables sur la photographie aérienne de 1954, où les constructions modernes ("en dur") semblent absentes. Néanmoins, la densification agricole a pris place dans un espace déjà largement mis en valeur : la surface cultivée n'a été multipliée "que" par 1,4 entre 1954 et 2018. La carte de Roumrassene (Ghomrassen) au 1/100 000 (SGA, 1931) indique en 1931 l'implantation de zones de cultures dont l'extension est proche de ce qu'elle est en 1954 (figure 14). L'emprise des cultures ayant été notée, sur la carte, de façon géométrique et approximative, elle n'est utilisée qu'à titre indicatif (les surfaces n'ont pas été mesurées). Elle permet toutefois de constater la continuité des espaces cultivés de 1931 à 1954, avec une localisation préférentielle sur les replats du plateau, plutôt que dans les vallons et les ravines. De 1954 à 2018, l'extension agricole s'est faite en partie à la périphérie des cultures préexistantes (partie est de la figure 14) mais aussi par la mise en connexion de parcelles éparses (sud-ouest de la figure 14), un processus qu'on observe aussi sur la figure 13. Entre ces deux dates, les surfaces ont augmenté de façon assez semblable : +39 % de surface pour les *jessour*, +38,2 % pour les cultures sur le plateau. L'ensemble des

cultures passe ainsi de 31,7 % de la surface totale à 43,9 %, et la répartition entre *jessour* et cultures "à plat" reste semblable (aux alentours de 43 % d'un côté, de 57 % de l'autre).

Figure 14. Carte de l'évolution diachronique des surfaces cultivées sur un espace de plateau entouré de reliefs disséqués, à l'est de Ksar Zemmour de 1954 à 2018



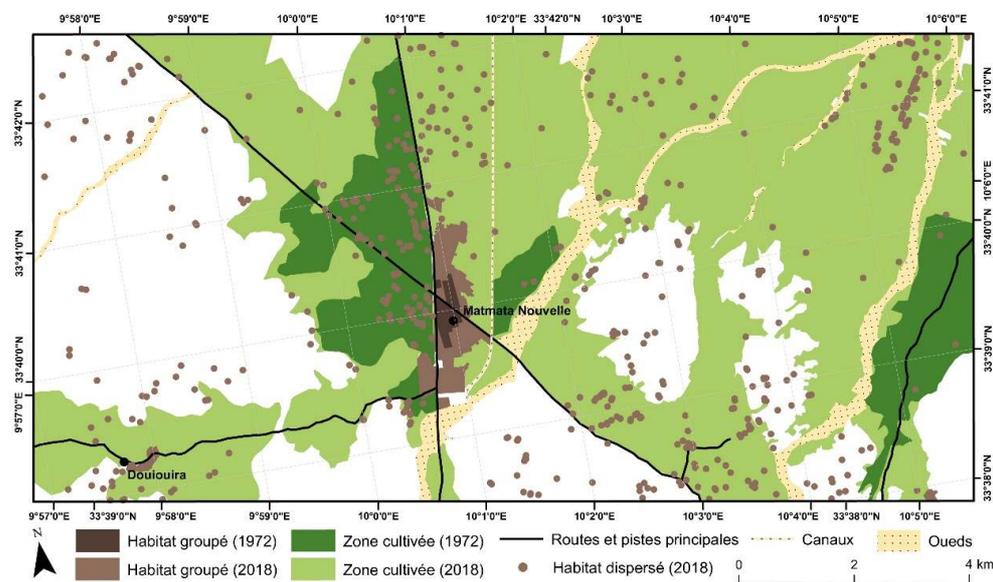
Réalisation : N. Blond, 2018

Depuis les années 1970, le développement des zones urbaines et de leurs alentours

- 42 Ce phénomène de densification touche aussi, à partir des années 1970, les zones où vont s'implanter des villes nouvelles, comme, par exemple, la Nouvelle Matmata, construite à partir de 1961 à l'instigation d'Habib Bourguiba, pour reloger les habitants troglodytes de l'Ancienne Matmata.
- 43 Ainsi, la photographie satellitaire Corona de 1972 montre-t-elle le premier noyau urbain de cette nouvelle ville, à l'est de l'axe routier, et les implantations agricoles, à l'ouest de celui-ci (figure 15). En revanche, sur les cartes topographiques au 1/200 000 éditées en 1905, aucune culture n'est indiquée dans les alentours de l'implantation future de Nouvelle Matmata (SGA, 1905). En 1922, les plus proches se trouvent à une dizaine de kilomètres à vol d'oiseau du futur centre-ville (SGA, 1922), ce qui est toujours le cas sur la carte de 1956, la légende identifiant ces surfaces comme des "bois" (SGA, 1956). Par ailleurs, sur ces mêmes cartes, on constate qu'en 1905, en 1922 et en 1956, la zone aujourd'hui occupée par l'agglomération est vide, qu'aucun bâtiment n'apparaît hormis quelques puits et/ou citernes. En 1905, en outre, la route qui traverse aujourd'hui la ville n'existe pas, mais elle est présente en 1922. L'habitat groupé actuel s'est largement développé autour du noyau primitif, et les bâtiments parsèment aussi aujourd'hui une grande partie des espaces, cultivés ou non. Les surfaces agricoles se sont très fortement étendues, à partir des plus anciennes, en grande partie en suivant les axes de

communication et en tirant profit des plaines d'inondation des oueds, en particulier l'Oued el Fard, qui passe au sud de la ville (figure 15). Le résultat de cette "descente" (Guillaume, Nouri, 2006, p.95) des populations montagnardes vers la plaine de Matmata est une multiplication des surfaces cultivées par 5,8 en 46 ans. Les cultures, qui couvraient en 1972 9,8 % de la zone étudiée, en couvrent aujourd'hui 57,3 %. À l'opposé des cultures traditionnelles de *jessour*, celles-ci se trouvent dans des conditions peu favorables (notamment pluviométriques), ce qui conduit à une plus grande prise de risque (sécheresse, perte de la plupart des arbres) ou à la nécessité de recourir à l'arrosage (Guillaume, Genin, Nouri, 2006). Ces périmètres irrigués soulèvent des problèmes quant à la pérennité et à la gestion des nappes aquifères et à l'artificialisation croissante du milieu.

Figure 15. Carte de l'évolution diachronique des surfaces cultivées et des implantations urbaines dans le secteur de Nouvelle Matmata de 1972 à 2018



Réalisation : N. Blond, 2018

Des poches de développement récent de *jessour*

- 44 Il convient pourtant de nuancer le discours d'un exode rural généralisé, qui verrait l'abandon de l'ensemble des *jessour* et leur destruction dans tous les espaces. Dans certaines zones, au contraire, de nouvelles *tabias* sont érigées, donnant naissance à de nouvelles surfaces cultivables, dont on peut suivre l'apparition sur les images récentes de Google Earth, par comparaison aussi avec les photographies de 1956. Ainsi, pour les deux photographies à l'ouest de Ksar Zemmour et Beni Kheddache, dont l'évolution a été présentée dans les figures 11 et 12.
- 45 Sur ces deux clichés, une grande partie des *tabias* était érigée dès 2004 : 119/142 et 126/187, soit 83,4 % et 67,4 % respectivement, les proportions étant assez proches si on considère la longueur des ouvrages (tableau 4). Les bourrelets sont agrandis au fil du temps (figure 11), tandis que d'autres sont ajoutés. Par exemple dans les *jessour*, une nouvelle *tabia* est créée entre deux plus anciennes, scindant la surface du *jesr* en deux (figure 12). Dans d'autres cas, il s'agit de l'aménagement d'une nouvelle branche du

réseau hydrographique, reliant ainsi deux zones mises en *jessour* ou continuant la progression vers l'amont. Il n'est en revanche pas possible de donner une évaluation de la surface que ces nouvelles constructions ont permis de gagner : pour la plupart, les volumes de sol accumulés à l'amont de ces structures ne sont pas encore suffisants pour créer des *jessour* cultivables, donc mesurables. Cependant, on peut comparer le nombre et la longueur de ces ouvrages aux différentes dates (tableau 4). On notera que les chiffres de 2004 reprennent les bourrelets érigés en 1956.

Tableau 4. Longueur et nombre des *tabias* édifiées entre 1956 et 2016, à l'ouest de Ksar Hallouf et Beni Kheddache, sur les clichés 106 (figure 11) et 114 (figure 12)

	Cliché 106			Cliché 114		
Année	Longueur des ouvrages	Gain de longueur ¹¹	Nombre d'ouvrages	Longueur des ouvrages	Gain de longueur	Nombre d'ouvrages
1956	779,87 m		22	723,02 m		29
2004	10 867,33 m	1 293,5 %	119	4 594,49 m	535,5 %	126
2006	1 476,39 m	13,6 %	14	643,55 m	14,0 %	20
2014	586,86 m	4,8 %	8	1 000,10 m	155,4 %	40
2016	60,92 m	0,5 %	1	52,39 m	5,2 %	1
Total ¹²	12 991,50 m	1 665,9 %	142	6 290,53 m	870,0 %	187

N. Blond, 2018

Les effets de l'exode rural contemporain sur le développement des ravines

- 46 Une des conséquences du processus d'exode rural est l'abandon des zones cultivées, en particulier les moins rentables, les plus petites ou les plus éloignées des nouveaux pôles de peuplement. Les ouvrages de conservation des eaux et des sols sont dès lors moins entretenus, parfois plus du tout. Ils se détériorent alors rapidement sous l'effet de l'érosion hydrique, notamment la suffosion (Bkhairi, 2012), d'autant plus qu'ils ne sont que de simples levées de terre limoneuse. Dans les alentours de Matmata, en particulier, les *jessour* sont actuellement soumis au développement intense de ravines à l'amont des *tabias*, phénomène important et rapide à partir du moment où une brèche apparaît dans la *tabia* (figures 16, 17 et 18). Ces évolutions ont été étudiées sur deux sites de développement de ravines à Bou Dafeur, BDa et BDh, repérés sur la figure 9.

Figure 16. Suffosion dans la *tabia* distale de la ravine BDh. Noter que la *tabia* est encore partiellement en place. L'incision a une hauteur d'environ 6 mètres



Cliché : N. Blond, 2017

Figure 17. Vue de la brèche dans la *tabia* et des ravines dans le *jesr* BDh



Cliché : N. Blond, 2017

Figure 18. Vue panoramique de la ravine BDa. Noter les palmiers qui demeurent dans le *jesr*, et la brèche dans la *tabia*, à gauche de l'image

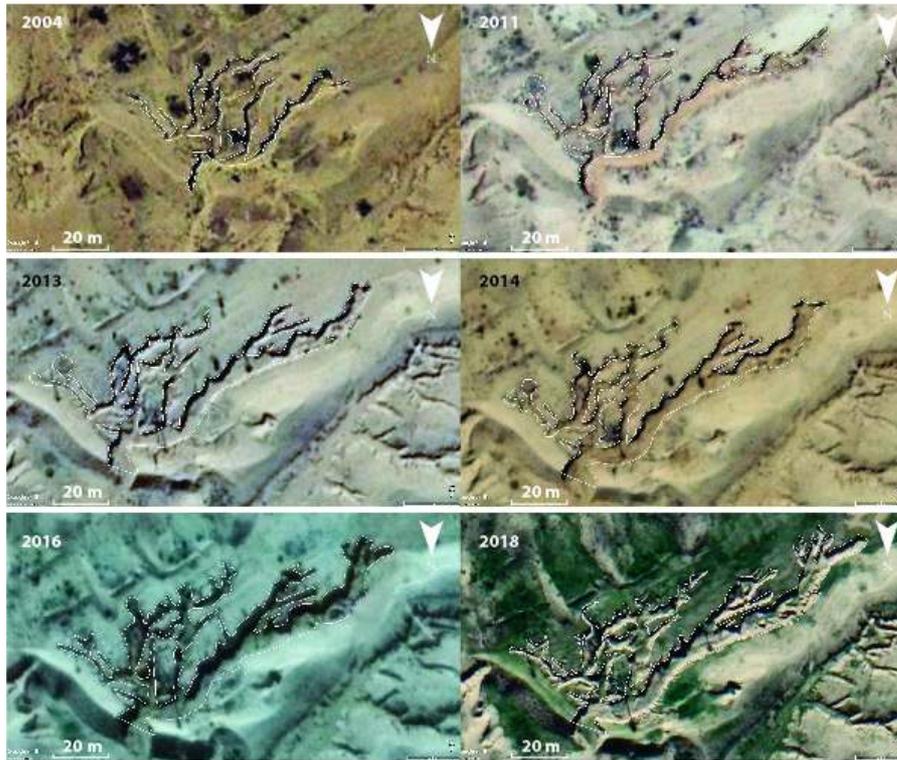


Cliché : N. Blond, 2017

- 47 Ces formes se trouvent préférentiellement dans les zones où les épaisseurs de loess sont importantes et où, semble-t-il, l'exode rural est prononcé. Ainsi, de telles ravines ont surtout été observées dans le nord de la zone d'étude, autour de Matmata, tandis qu'elles sont presque absentes du sud, autour de Tataouine et Ghomrassen, où on assiste plutôt dans certains secteurs à une conquête agricole du réseau hydrographique (voir ci-dessus).
- 48 Ces ravines sont la conséquence d'un processus de suffosion, résultant du soutirage vertical de matériel, qui conduit à la formation de trous en surface et de tunnels horizontaux et verticaux en profondeur. Ceux-ci facilitent les écoulements d'eau, qui participent à l'élargissement des cavités. Ces dernières deviennent progressivement coalescentes, et forment des ravines qui s'élargissent et s'allongent avec le temps, au fur et à mesure de la progression de l'érosion hydrique (Bkhairi, 2012).
- 49 Dans le cas des *jessour*, la suffosion se développe essentiellement à partir de la *tabia*, pour remonter ensuite vers l'amont, en traversant le *jesr*, atteignant ainsi la *tabia* suivante. L'érosion régressive gagne alors progressivement l'ensemble de la vallée. On peut remarquer que ces ravines ont une forme réticulaire, qu'elles colonisent le *jesr* en "doigts de gants" (figure 17).
- 50 On observe, en comparant les images satellitaires de 2004 et celles de 2018 de BDa et BDh, que certaines ravines peuvent devenir coalescentes. L'extension se fait dans toutes les directions, dans la largeur comme dans la longueur du *jesr* (figures 19 et 20). Dans le cas de la ravine BDa (figure 19), la première vue disponible (2004) présente une ravine déjà importante. Au départ assez uniforme, en éventail vers l'est et l'ouest, l'érosion se concentre progressivement avec la formation d'une ravine principale à l'ouest, vers la droite de l'image. À l'est, en revanche, la progression de l'incision semble freinée par la présence de *tabias*, témoignant de l'entretien des parcelles situées sur la rive droite. La progression de la ravine s'accompagne d'un élargissement de la brèche, en particulier entre 2011 et 2013. La surface totale érodée passe de 723 m² en 2004 à 2 225,3 m² en 2018, soit une multiplication par 3,2 en 14 ans. À BDh, la situation est légèrement différente : sur la vue de 2004, la ravine est d'une taille minime (92,1 m²) et se répartit en deux secteurs, de part et d'autre d'une *tabia* (figure 20). La forme de gauche semble être liée à une brèche dans la *tabia* distale du *jesr*, tandis que la forme de droite correspond plutôt à un soutirage de matériel qui n'a pas effondré la totalité de la *tabia*. Celle-ci n'est d'ailleurs toujours pas détruite en 2018 (figure 16). Les deux secteurs évoluent en parallèle : la forme associée à la suffosion (à droite de l'image) semble évoluer plus rapidement que celle liée à l'ouverture de brèche dans la *tabia*. Si les surfaces sont plus faibles que pour la ravine BDa, l'évolution est aussi plus rapide : de 92,1 m² en 2004, la surface érodée totale

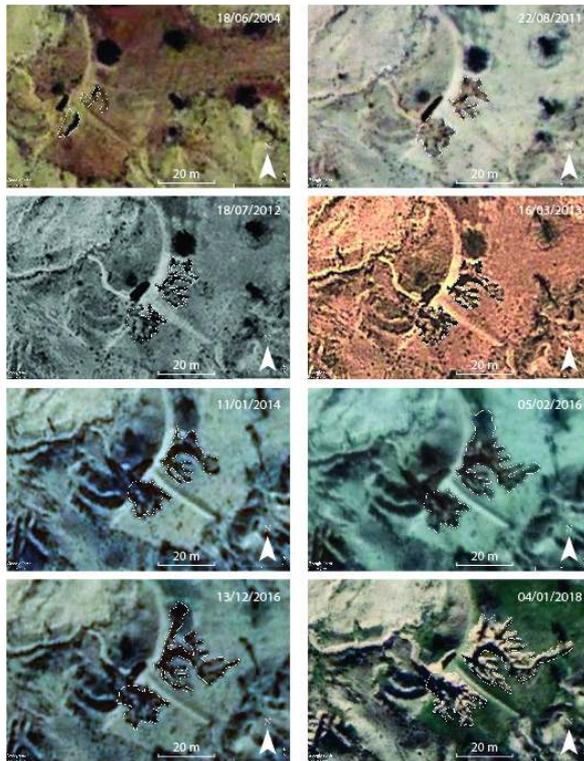
(secteur de gauche et secteur de droite) atteint 691 m² en 2018, ce qui représente une multiplication par 7,5 en 14 ans, contre 3,2 pour BDa.

Figure 19. Évolution de la surface de la ravine BDa de 2004 à 2018



D'après Google Earth, 2018

Figure 20. Évolution de la surface de la ravine BDh de 2004 à 2018



D'après Google Earth, 2018

- 51 Ce développement de ravines peut être lié aux évolutions socio-économiques de la région depuis les années 1950, détaillées dans la première partie de cet article. Les ouvrages sont en effet peu à peu abandonnés, la population active tend à se déplacer vers les villes pour trouver du travail ou à se concentrer sur les ouvrages les plus importants ou les cultures les plus rentables (Abdo, Eldaw, 2006 ; Zaki, Al-Weshah, Abdulrazzak, 2006).

Conclusion

- 52 Les premiers résultats, tirés de ces trois premières campagnes de terrain et de leur comparaison avec des vues verticales des XXe et XXIe siècles, permettent de mettre en lumière quelques éléments de la chronologie de formation des paysages tels que nous les observons actuellement. Si le matériau loessique, à l'origine de la forme si particulière des sites des Matmata, est d'origine très ancienne, il a connu d'importants remaniements post-dépositionnels. Les placages ont d'abord été érodés en *badlands*, donnant lieu à des ravines qui ont ensuite été colonisées par des *jessour*. Dans la partie nord du secteur, où la couverture loessique est la plus épaisse, l'édification de ces barrages a permis l'accumulation de sédiments à l'amont des *tabias* et la constitution de surfaces cultivables non négligeables. Celles-ci ont été un support essentiel pour les populations sédentaires et semi-nomades de la région, fournissant des moyens de subsistance. Cela a favorisé, dans un premier temps au moins, la croissance démographique et agricole de ces espaces, où la fixation a été encouragée par les gouvernements qui se sont succédés depuis la fin du XIXe siècle. Néanmoins, dans la seconde moitié du XXe siècle, les changements politiques et sociaux, mais aussi les événements climatiques (crues de 1969 et 1979, qui

ont détruit une grande partie des habitats, des ouvrages de petite hydraulique et des voies de communication¹³, Bonvallot, Ben Amar, 1979 ; Guillaume, Genin, Nouri, 2006) ont contribué à vider ces espaces ruraux de leurs forces vives en les concentrant dans des villes plus ou moins éloignées (villes nouvelles à proximité des anciens villages, migration vers de gros centres urbains tunisiens voire émigration vers l'Europe). À l'inverse, les espaces du sud connaissent une évolution différente de ceux du nord, avec quelques secteurs témoignant de la reprise de la colonisation agricole des fonds de vallons par ces ouvrages de petite hydraulique.

- 53 Les effets géomorphologiques de cette opposition entre déprise et reprise se traduisent différemment au nord et au sud. Au nord, on observe une destruction accélérée des formes d'aménagement agricole et une reprise des transferts sédimentaires dans les bassins versants de rang inférieur. Ces formes supposées très anciennes, sont en réalité assez récentes, et de mise en place rapide. Leur destruction suite à l'abandon est également rapide. Au sud, on observe un équipement rapide des réseaux et des mutations du paysage à grande vitesse, ce qui contribue à modifier de façon notable les conditions des transferts hydrosédimentaires dans les petits bassins versants. Certains apparaissent saturés d'aménagements de CES, ce qui peut contribuer, à l'échelle des bassins versants, à une pénurie sédimentaire entraînant la dégradation des ouvrages.
- 54 Ainsi ce matériau hérité a-t-il été mis en forme par les sociétés pour satisfaire leurs besoins en termes d'habitat et de ressources agricoles. Cela s'est traduit par une modification rapide du paysage : l'empreinte humaine, auparavant légère et peu visible est aujourd'hui omniprésente, attestant l'anthropisation importante de ces espaces pourtant relativement peu peuplés. L'abandon progressif de cette région au profit d'espaces urbains plus ou moins lointains rend le maintien de ce patrimoine environnemental et culturel difficile, l'exposant alors à une destruction rapide.
- 55 Ces effets posent aussi la question des conséquences de telles mutations sur les nouveaux espaces conquis, et en particulier dans la plaine aux alentours de la Nouvelle Matmata : les enjeux sont certes environnementaux (préservation de la nappe, désertification), mais ils sont aussi économiques (rentabilité de ces nouvelles cultures) et sociaux, liés aux reconfigurations de sociétés pratiquant une agriculture potentiellement "à risques" (Guillaume, Genin, Nouri, 2006).

BIBLIOGRAPHIE

- Abdo G.M., Eldaw A.K., 2006, "Water harvesting experience in the Arab World", 79-95, in: B. Neupane (dir), *Regional Workshop on Management of Aquifer Recharge and Water Harvesting in Arid and Semi-arid Regions of Asia : 27th November-1st December 2004*, Yazd, Republic of Islamic Iran. New Delhi, Oxford & IBH Pub. Co.
- Auclair L., 2001, "Population et désertification en Tunisie au cours du XXe siècle", 237-245, in: L. Auclair, P. Gubry, M. Picouet, & F. Sandron (dir), *Régulations démographiques et environnement : actes des 6èmes journées démographiques de l'ORSTOM*. Etudes du CEPED. Paris, IRD, 237-245.

Baduel A.-F., 1977, *L'eau, base d'aménagement du gouvernorat de Gabès (Sud Tunisien)*. Paris, Université Paris VII, 395 p.

Baduel A.-F., Baduel P.-R., 1980, "Le pouvoir de l'eau dans le Sud-Tunisien", *Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée*, Vol.30, No.1, 101-134.

Ballais J.-L., 1990, "Terrasses de culture et jessours du Maghreb oriental", *Méditerranée*, Vol.71, No.3-4, 51-53.

Barker G., 1993, "The UNESCO Libyan Valleys Survey: environmental change and human settlement in Tripolitania", 15-24 in: L. Krzyżaniak, M. Kobusiewicz, J. Alexander, & Muzeum Archeologiczne w Poznaniu (ed), *Environmental change and human culture in the Nile Basin and northern Africa until the second millennium B.C.* Studies in African archaeology. Poznań, Poznań Archaeological Museum.

Barnard R., Muamer H., 2015, "Ongoing dispossession and a heritage of resistance: the village of Battir vs. Israeli settler-colonisation", 63-78, in: *The Politics and Power of Tourism in Palestine*. Routledge.

Beckers B., Schütt B., Tsukamoto S., Frechen M., 2013, "Age determination of Petra's engineered landscape – optically stimulated luminescence (OSL) and radiocarbon ages of runoff terrace systems in the Eastern Highlands of Jordan", *Journal of Archaeological Science*, Vol.1, No.40, 333-348.

Ben Fraj T., Abderrahmen A., Ben Oueddou H., Reynard E., Milano M., Calianno M., Fallot J.-M., 2016, "Les jessour dans le sud-est tunisien : un système hydroagricole ancestral dans un milieu aride", 193-198, in: *XXIXe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*. Lausanne, Besançon.

Ben Oueddou H., Ben Kehia H., 2006, "Un long passé de valorisation des ressources en eau : le cas du bassin versant de l'oued Hallouf", 70-78, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaier, et al. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.

Bkhaïri A., 2012, "Suffosion et érosion hydrique en milieux semi-arides, le cas des Hautes Steppes tunisiennes (Tunisie centrale)", *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, Vol.6, 1-22.

Blanc J.-F., 1984, *Paysages et paysans des terrasses de l'Ardèche*. Annonay, Imprimerie du Vivarais, 321 p.

Blanchemanche P., 1990, *Bâtisseurs de paysages : terrassement, épierrement et petite hydraulique agricoles en Europe, XVIIe-XIXe siècles*. Paris, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 329 p.

Blond N., Jacob-Rousseau N., Callot Y., 2018, "Terrasses alluviales et terrasses agricoles. Première approche des comblements sédimentaires et de leurs aménagements agricoles depuis 5000 avant notre ère à Wakarida (Éthiopie)", *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, Vol.24, No.3, 277-300.

Bonvallet J., 1986, "Tabias et jessour du Sud tunisien : agriculture dans les zones marginales et parade à l'érosion", *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, Vol.22, No.2, 163-171.

Bonvallet J., Ben Amar M., 1979, *Comportement des ouvrages de petite hydraulique dans la région de Médenine (Tunisie du Sud) au cours des pluies exceptionnelles de mars 1979*. Tunis, DRES, 33 p.

Breton J.-F., 2017, "Chapter 1. Ethiopia and South Arabia: Geographical similarities", 185-191, in: *Les bâtisseurs sur les deux rives de la mer Rouge. Annales d'Éthiopie Hors-Série/Special Issues*. Addis Abbeba, Centre français des études éthiopiennes.

- Chaptal J.-A., 1833, *Mémoire sur la manière dont on fertilise les montagnes dans les Cévennes*. Editions des Lumières.
- Charbonnier J., Purdue L., Benoist A., 2017, "Taming Surface Water in Pre-Islamic Southeast Arabia: Archaeological, Geoarchaeological, and Chronological Evidence of Runoff Water Channeling", in: Masāfi (UAE)", *Journal of Field Archaeology*, Vol.42, No.1, 13-28.
- Charbonnier J., Purdue L., Calastrenc C., Régagnon E., Sagory T., Benoist A., 2017, "Ancient agricultural landscapes in Southeast Arabia: Approach and first results of an archaeological, geoarchaeological, and spatial study of the Masāfi Palm Grove, Emirate of Fujairah", 45-65, in: W.Y. Al Tikriti, P.A. Yule (dir), *Proceedings of the Water and Life in Arabia Conference 14th-16th December, 2014*. Abu Dhabi (Émirats Arabes Unis).
- Côte M., 1983, *L'espace algérien: les prémices d'un aménagement*. Alger, Algérie, Office des publications universitaires, 278 p.
- Côte M., 1988, *L'Algérie ou L'espace retourné*. Paris, Flammarion, 362 p.
- Côte M., 1996a, *L'Algérie: espace et société*. Paris, Masson, 253 p.
- Côte M., 1996b, *Pays, paysages, paysans d'Algérie*. Paris, CNRS Editions, 282 p.
- Côte M., 2012, *Signatures sahariennes: terroirs & territoires vus du ciel*. Aix-Marseille Université, Presses Université de Provence, 307 p.
- Coudé-Gaussen G., 1991, *Les poussières sahariennes : cycle sédimentaire et place dans les environnements et paléoenvironnements désertiques*. Montrouge, Libbey, 485 p.
- Coudé-Gaussen G., Mosser C., Rognon P., Tourenq J., 1983, "Réponse sur l'origine de l'accumulation de loess du Pléistocène supérieur de Techine (Sud-Tunisien)", *Bulletin de la Société Géologique de France*, Vol.S7-XXV, No.4, 637-639.
- Coudé-Gaussen G., Rognon P., 1986, "Paléosols et loess du Pléistocène supérieur de Tunisie et d'Israël", *Quaternaire*, Vol.23, No.3, 223-231.
- Despois J., 1956, "La culture en terrasses dans l'Afrique du Nord", *Annales. Economies, sociétés, civilisations*, Vol.11, No.01, 42-50.
- Douglas T.D., Kirkby S.J., Critchley R.W., Park G.J., 1994, "Agricultural terrace abandonment in the alpujarra, andalucia, spain", *Land Degradation et Development*, Vol. 5, No.4, 281-291.
- Fecih A., Habi M., Morsli B., 2018, "Evaluation of hydro-agricultural techniques and assessment of know-how implemented by traditional societies: Case of the region of Béni-Snous in the city of Tlemcen, Algeria", *Journal of Water and Land Development*, Vol.39, No.1, 39-50.
- Gale S.J., Hunt C.O., 1986, "The hydrological characteristics of a floodwater farming system", *Applied Geography*, Vol.6, No.1, 33-42.
- Ganiage J., 1966, "La population de la Tunisie vers 1860. Essai d'évaluation d'après les registres fiscaux", *Population*, Vol.21, No.5, 857-886.
- Genin D., Guillaume H., Ouessar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaïer M., Taamallah H. (dir), 2006, *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD, 355 p.
- Ghaleb A.O., 1990, "Agricultural practices in ancient Radman and Wadi al-Jubah (Yemen)", Dissertations available from *ProQuest*, 1-548.
- Gibson M., Wilkinson T.J., 1995, "The Dhamar plain, Yemen : a preliminary study of the archaeological landscape", *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, Vol.25, 159-183.

- Gilbertson D.D., 1986, "Runoff (floodwater) farming and rural water supply in arid lands", *Applied Geography*, Vol.6, No.1, 5-11.
- Guillaume H., Genin D., Nouri H., 2006, "Entre jessour, oliveraies et steppes : des dynamiques agro-territoriales en question", 217-233, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaïer, Taamallah H. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.
- Guillaume H., Nouri H., 2006, "Sociétés, dynamiques de peuplement et mutations des systèmes de production traditionnels", 77-94, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaïer, Taamallah H. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.
- Harfouche R., 2005, "Retenir et cultiver le sol sur la longue durée: les terrasses de culture et la place du bétail dans la montagne méditerranéenne", *Anthropozoologica*. Publications Scientifiques du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, Vol.40, No.1, 45-80.
- Haiman M., 2012, "Dating the agricultural terraces in the southern Levantine deserts. The spatial-contextual argument", *Journal of Arid Environments*, Vol.86, 43-49.
- Institut National de la Statistique, 2016, Bulletin No.1 "Flash démographie". *Statistiques Tunisie*, 4 p.
- Kallel M.R., 2001, *Hydrologie de la Jeffara Tunisienne*. Tunis, DG-RE, 65 p.
- Le Houérou H.-N., 1969, *La Végétation de la Tunisie steppique : structure, écologie, sociologie, répartition, évolution, utilisation, biomasse, productivité, avec références aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc*. Tunis, 622 p.
- Lécuyer D., 2006, "Exemples de remise en valeur de terrasses de culture en Cévennes", 45-58, in: C. Martin (dir), *Les systèmes de terrasses cévenols : Exemples de la Vallée Obscure et du Vallon du Rouquet. Études de Géographie Physique*. Bordeaux, Projet Interreg IIB "TERRISC".
- Lewis N.N., 1953, "Lebanon. The Mountain and Its Terraces", *Geographical Review*, Vol.43, No.1, 1-14.
- Martel A., 1965, *Les Confins saharo-tripolitains de la Tunisie : 1881-1911*. Presses universitaires de France, 842 p.
- Ouessar M., 2007, *Hydrological impacts of rainwater harvesting in wadi Oum Zessar watershed (Southern Tunisia)*. Ghent, Belgium, Ghent University. Faculty of Bioscience Engineering, 154 p.
- Ouessar M., Taamallah H., Ouled Belgacem A., 2006, "Un environnement soumis à de fortes contraintes climatiques", 21-30, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaïer, Taamallah H. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.
- Pérennès J.J., 1993, *L'eau et les hommes au Maghreb : contribution à une politique de l'eau en Méditerranée*. KARTHALA Editions, 982 p.
- Picouet M., Sghaïer M., 2006, "Dynamiques socio-démographiques et pluriactivité", 165-178, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaïer, Taamallah H. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.
- Pietsch D., Mabit L., 2012, "Terrace soils in the Yemen Highlands: Using physical, chemical and radiometric data to assess their suitability for agriculture and their vulnerability to degradation", *Geoderma*, Vol.185-186, 48-60.

- Prinz D., 1996, "Water Harvesting — Past and Future", 137-168, in: *Sustainability of Irrigated Agriculture*. NATO ASI Series. Springer, Dordrecht.
- Puy A., Balbo A.L., 2013, "The genesis of irrigated terraces in al-Andalus. A geoarchaeological perspective on intensive agriculture in semi-arid environments (Ricote, Murcia, Spain)", *Journal of Arid Environments*, Vol.89, 45-56.
- Seklani M., 1974, *La population de la Tunisie*. Tunis, Presses de la Société tunisienne des arts graphiques, 224 p.
- service géographique de l'armée, 1894, "Douz, XXVII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1903, "Kebili, XXII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1905, "Gabès, XXII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1910, "Kebili, XXII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1920, "Douz, XXVII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1922, "Gabès, XXIII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1925, "Tamezred, XC", *Carte topographique, 1 :100 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1931, "Roumrassene, XCIX", *Carte topographique, 1 :100 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1934, "Oglat Merteba, LXXXII", *Carte topographique, 1 :100 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1938, "Douz, XXVII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1946, "Medenine, XXVIII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1956, "Gabès, XXIII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Service géographique de l'armée, 1957, "Kebili, XXII", *Carte topographique, 1 :200 000*, Institut national de l'information géographique et forestière, IGN, Paris, France.
- Simon G., 1970, "Campagnes du sud-tunisien et grandes villes françaises : l'émigration et son rôle dans le développement régional du Sud-Tunisien", *2e colloque de géographie maghrébine*, 14 p.
- Taamallah H., Ben Kehia H., 2006, "Les caractéristiques géomorphologiques et les sols", 33-45, in: D. Genin, H. Guillaume, M. Ouessar, A. Ouled Belgacem, B. Romagny, M. Sghaier, Taamallah H. (dir), *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis, IRD.
- Vogel H., 1987, "Terrace farming in Yemen", *Journal of Soil and Water Conservation*, Vol.42, No.1, 18-21.

Wilkinson T.J., 2005, "Soil erosion and valley fills in the Yemen highlands and southern Turkey: Integrating settlement, geoarchaeology, and climate change", *Geoarchaeology*, Vol.20, No.2, 169-192.

Wilkinson T.J., Edens C., 1999, "Survey and Excavation in the Central Highlands of Yemen: Results of the Dhamār Survey Project, 1996 and 1998", *Arabian Archaeology and Epigraphy*, Vol.10, No.1, 1-33.

Wilkinson T.J., Edens C., Gibson M., 1997, "The Archaeology of the Yemen High Plains: A preliminary chronology", *Arabian Archaeology and Epigraphy*, Vol.8, No.1, 99-142.

Zaki A., Al-Weshah D.-R., Abdulrazzak M., 2006, "Water Harvesting Techniques in the Arab Region", 139-154, in: W.M. Edmunds, C. Cardona (dir), *UNESCO G-WADI Meeting on Water Harvesting*. Alep, UNESCO.

NOTES

1. Au singulier, *jesr*, aussi transcrit *jesser* ou *jīsr*.
2. Par commodité, on emploiera l'expression "les Monts de Matmata" ou "les Matmata" pour désigner le relief de plateau étudié ; les toponymes reprennent la dénomination utilisée dans les cartes topographiques tunisiennes au 1/200 000. Ainsi, "Matmata" s'applique au village troglodytique (*Matmatat-al-Qadimal*, "Matmata l'Ancienne") tandis que "Nouvelle Matmata" désigne la ville créée récemment (*Matmatat-al-Jadida*).
3. Auxquels il faut ajouter 149 "Tunisiens israélites" (Martel, 1965).
4. Martel (1965) indique 18 440 "Tunisiens musulmans" et 243 "Tunisiens israélites".
5. Martel (1965) indique 92 832 "Tunisiens musulmans" et 1 683 "Tunisiens israélites".
6. Parfois orthographié *qsour*. *Ksar* au singulier, parfois orthographié *qsar* ou *qasr*. Ces greniers collectifs sont en général situés sur des pitons rocheux, et composés de pièces de stockages voûtées, les *ghorfa* et empilées sur plusieurs étages, parfois jusqu'à cinq (Guillaume, Nouri, 2006 ; Côte, 2012).
7. De *Djebel*, la montagne, en arabe. L'expression "Djebalia" (aussi orthographiée *Jebalya*) désigne donc les montagnards, tout en comportant une charge identitaire non négligeable, parfois perçue et vécue comme négative (Guillaume, Nouri, 2006).
8. Aussi orthographié *Jebel*. La montagne.
9. *Foundation for Security and Development in Africa*.
10. Un constat que fait aussi Seklani (1974, p. 118) : "Dotée d'une fluidité relative, la population agricole réduit et gonfle ses effectifs selon les chutes de pluies, les années de bonne ou de mauvaise récolte".
11. Les taux de gain de longueur totaux représentent l'augmentation de longueur entre 1956 et 2016.
12. Le total est calculé en faisant la somme des ouvrages de 2004, 2006, 2014 et 2016, ceux de 1956 étant inclus dans le compte de 2004.
13. Bonvallot et Ben Amar (1979) estiment qu'environ 50-60 % des *jessour* de Ksar Hallouf et 70-80 % de ceux de Beni Kheddache ont été endommagés ou détruits.

RÉSUMÉS

Dans le Sud Tunisien, les terres agricoles sont soumises depuis le début du XXe siècle à d'importantes pressions anthropiques qui ont contribué à modifier largement l'occupation des sols. La forte croissance démographique de la région a entraîné des mutations socio-spatiales (sédentarisation, descente des populations montagnardes vers les piémonts et la plaine de la Djeffara, développement de l'agriculture dans les *jessour* (ouvrages de conservation des eaux et des sols qui barrent les ravines creusées dans les loess) au détriment des parcours). Les paysages actuels du Sud Tunisien, de la région de Matmata aux environs de Tataouine, montrent aujourd'hui les signes d'un exode rural qui se traduit notamment par l'abandon des *jessour*. Cet exode a des impacts paysagers et environnementaux conséquents, qu'il est possible d'appréhender et de quantifier grâce à l'utilisation de l'imagerie verticale diachronique (photographies aériennes, images satellitaires). On observe ainsi qu'à partir des années 1950, les *jessour* se développent fortement dans les ravines, en lien avec la démographie. L'exode rural qui apparaît dans les années 1970 se traduit par la concentration des populations vers les villes nouvelles, qui n'empêche pas que les ouvrages de conservation des eaux et des sols continuent à être utilisés et entretenus. Si de nos jours certains secteurs, en particulier au sud de la région étudiée, voient encore l'apparition de nouveaux *jessour*, la plupart d'entre eux sont abandonnés et soumis à une érosion régressive due à la suffosion qui les détruit rapidement.

In southern Tunisia, agricultural land has been subject to significant anthropogenic pressures since the early 20th century, which have contributed to significant changes in land use. The region's strong demographic growth has led to socio-spatial changes (sedentarisation, the descent of mountain populations down to the foothills and the Djeffara plain, the development of agriculture in the *jessour* (water and soil conservation works that block the gullies dug in the loess) at the expense of the rangelands. The current landscapes of southern Tunisia, from the Matmata region to the surroundings of Tataouine, now display signs of a rural exodus that is reflected in the abandonment of the *jessour*. This exodus has significant landscape and environmental impacts that can be measured through the use of diachronic vertical imagery (aerial photographs, satellite images). It can be observed that from the 1950s onwards, *jessour* developed strongly in the ravines, in line with demographics. The rural exodus that appeared in the 1970s led to the concentration of populations in the new towns, which did not prevent water and soil conservation works from continuing to be used and maintained. While some areas, particularly in the southern part of the study area, are still seeing the appearance of new *jessour*, most of them are abandoned and subjected to regressive erosion due to the suffocation that rapidly destroys them.

INDEX

Keywords : Matmata, landscape, agriculture, aerial photography, satellite imagery

Mots-clés : Matmata, paysage, agriculture, photographie aérienne, image satellite

geographyun 903, 912, 788

AUTEURS

NINON BLOND

ninon.blond@univ-lyon2.fr

UMR 5133 Archéorient, Université Lumière Lyon 2, France

NICOLAS JACOB-ROUSSEAU

nicolas.jacob@univ-lyon2.fr

UMR 5133 Archéorient, Université Lumière Lyon 2, France

DALEL OUERCHEFANI

ouerchefani.dalel@gmail.com

IRA Médenine, Tunisia

YANN CALLOT

yann.callot@univ-lyon2.fr

UMR 5133 Archéorient, Université Lumière Lyon 2, France