

Analyse de l'extension des palmeraies oasiennes et de son impact sur les ressources en eau souterraine dans la région de Kébili, sud-ouest de la Tunisie

Insaf Mekki¹, Intissar Ferchichi¹, Nesrine Taoujouti¹, Nicolas Faysse² et Abdelaziz Zairi¹

¹ Laboratoire de Science et technique Agronomique (LR16INRAT05), Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts (INRGREF), Université de Carthage, 10 Rue Hédi Karray, Manzeh IV, 2080-Ariana, Tunisie;

² CIRAD/ UMR G-Eau, 73, rue Jean-François Breton, 34398 Montpellier cedex 5, France

ملخص- دراسة توسعات واحات النخيل وتأثيرها على موارد المياه الجوفية في منطقة قبلي، بالجنوب الغربي التونسي. منذ السبعينات، شهدت منطقة قبلي المتوقع في الجنوب الغربي التونسي تغييرات مجالية مهمة نتيجة التوسع السريع للواحات المروية، القائم على الآبار غير قانونية التي تقوم أساسا على الاستغلال المفرط المياه الجوفية العميقة في الجنوب التونسي. تطورت هذه المبادرات الاستثمارية الخاصة "التوسعات" على الأراضي الاشتراكية خارج الواحات القديمة. تسببت ظاهرة حفر الآبار غير القانونية، في تطور المساحات الفوضوية، التي لم تتمكن الدولة من مراقبتها والحد منها. وقد أدى كل هذا إلى نشوء علاقات جديدة مع المجال، تتميز بديناميكيته وعدم انتظامها. تهدف هذه الدراسة إلى تشخيص مسارات التوسعات، ومدى تأثيرها على الموارد الجوفية باعتماد التحليل المجالي، الاستقصاءات الميدانية ومعاينة بيانات الفترات السابقة. أولا، تمت دراسة التطور الزمني والمجالي لهذه المستغلات، عواملها في تغيير فيما يتعلق بالتسويق واستغلال الأراضي، المياه، والطاقة. ثانيا، قمنا بالبحث في انعكاسات هذه التوسعات على موارد المياه الجوفية. تبين النتائج أن مساحة التوسعات التي تعتمد أساسا على الآبار الخاصة وغير قانونية تمثل تقريبا أربعة أضعاف مساحة المناطق المروية العمومية. كما أكدت هذه الدراسة أن التوسعات الممتدة بالقرب من الواحات القديمة تسير غالبا بنفس طريقة الواحات القديمة. تعتمد هذه التوسعات أساسا على المستغلات الأسرية حيث تدار المياه بصفة جماعية من قبل المزارعين الذين يستخدمون عادة مضخات الديزل أو الكهرباء. أما بالنسبة للتوسعات الممتدة على مسافة أبعد من الواحات القديمة فهي مجهزة بتقنيات الري الحديثة (الطاقة الشمسية...). وتعود للمستثمرين الذين يستغلون الآبار بشكل فردي أو جماعي. في الحين أن التطور السريع لهذه التوسعات الخاصة ساهم في تطوير الإنتاج الوطني للتمور لاسيما وأنها تنتج أجود أنواع التمور، فإنها تهدد موارد الجوفية من حيث الكمية والنوعية.

التوسعات / غير قانونية / المسارات / التحليل المجالي / النخلة / المياه الجوفية / الديمومة

Abstract - Analysis of the extension of oasis palm groves and its impact on groundwater resources in the Kebili region, southwest of Tunisia. Since the 1970s, the Kebili region in the southwest of Tunisia has undergone important territorial mutations due to the rapid expansion of date palm plantations based on illicit wells tapping the regional deep aquifers. These private actions, called "extensions", have developed in collective areas,

outside old oases. Illegal drilling has multiplied causing an anarchic development of extensions that the State has not been able to control. It is now another relationship with space that has been established, characterized both by its dynamism and by its precariousness. The objective of this study is to analyze the trajectories of oasis extensions and how they affect the use of groundwater resources. The study builds on satellite images interpretation, on spatial analysis, on surveys with the different local stakeholders and on archive data. First, we analyzed the spatio-temporal evolution of the area's extension and the drivers of the changes in terms of access to land, market, water and energy. Second, we explore the impacts of the identified extensions on the groundwater resources. The results show that the extensions irrigated from private and illicit tube-wells cover an area roughly equal to four times that of irrigated public perimeters. Extensions located close to traditional oases are generally managed in a similar way as farms inside the old oases. These areas are based on family farming where water is managed collectively by groups of farmers who generally use diesel or electricity to pump water. Extensions located further away from the old oases are exploited by farmer's investors who extract water individually or collectively using solar pumping. While the rapid development of these extensions led to improved date palm production, groundwater resources are threatened in terms of quantity and quality.

Extensions / Illicit / Trajectories / Spatial analysis / Date palm / Groundwater / Sustainability

Résumé - Depuis les années 1970, la région de Kébili dans le sud-ouest de la Tunisie a subi d'importantes mutations territoriales en raison de l'expansion rapide des plantations de palmiers dattiers irrigués à partir de forages illicites exploitant les aquifères profonds du sud tunisien. Ces actions privées d'investissement, appelées extensions, se sont développées sur des terres collectives en dehors des anciennes oasis. Les forages illicites se sont multipliés provoquant un développement anarchique des extensions que l'État n'a pas pu contrôler. C'est désormais un autre rapport à l'espace qui s'est mis en place, caractérisé à la fois par son dynamisme et par sa précarité. L'objectif de cette recherche est d'analyser les trajectoires des extensions d'oasis et comment elles affectent l'accès aux ressources en eau souterraine. L'étude s'appuie sur l'interprétation d'images satellites, sur des analyses spatiales, sur des entretiens auprès des différents acteurs locaux et sur des données d'archives. Dans un premier temps, nous analysons l'évolution spatio-temporelle de ces zones, les facteurs des changements en termes d'accès au foncier, au marché, à l'eau et à l'énergie. Dans un deuxième temps, nous explorons les répercussions des extensions identifiées sur les

ressources en eau souterraine. Les résultats montrent que les extensions irriguées à partir des forages privés et illicites couvrent une superficie à peu près égale à quatre fois celle des périmètres publics irrigués. Les extensions situées à proximité des oasis traditionnelles fonctionnent généralement de la même manière que les exploitations situées à l'intérieur des anciennes oasis. Ces oasis sont basées sur l'agriculture familiale où l'eau est gérée collectivement par des groupes d'exploitants et les pompes utilisent généralement du diesel ou de l'électricité. Les extensions situées plus loin des anciennes oasis sont exploitées par des agriculteurs investisseurs qui utilisent l'eau individuellement ou collectivement et équipés en nouvelles technologies d'irrigation (énergie solaire...). Si le développement rapide de ces extensions a permis d'améliorer la production des palmeraies, les ressources en eau souterraine sont menacées en termes de quantité et de qualité.

Extensions / Illicite / Trajectoires / Analyse spatiale / Palmier dattier / Eau souterraine / Durabilité

1. INTRODUCTION

Les territoires oasiens du Maghreb sont des espaces de mutations qui induisent des opportunités mais aussi des risques en termes de durabilité, tels l'accroissement des inégalités sociales et l'usage non durable des ressources naturelles (eau, sol). Sur un territoire, la gestion de ressource en eau implique différentes échelle (locale, régionale, nationale, internationale) liées à la diversité des activités anthropiques et aussi aux développements technologiques et socio-économiques. Courant les dernières décades, l'accélération des changements et de leurs impacts engendrent de sérieux menaces sur la durabilité des territoires oasiens. Il est donc nécessaire de comprendre et d'analyser les facteurs qui ont mené à la configuration actuelle des oasis pour mieux dimensionner les actions d'adaptations et les tendances d'évolutions futures.

Les oasis jouent un rôle majeur dans l'organisation de l'espace, le maintien de la population et le développement économique du sud tunisien (Carpentier, 2017). Ces diverses fonctions donnent aux oasis un rôle primordial dans l'aménagement et le développement des territoires sahariens et pré-sahariens (Kassah, 2009 ; Ghazouani *et al.*, 2009). Marqués par leur vulnérabilité écologique, l'aridité et la rareté des ressources naturelles, l'eau représentait incontestablement la contrainte majeure à toute stratégie d'aménagement et de développement de ces territoires. Suite au tarissement des sources, les politiques et les mesures que les gouvernements ont adoptées à partir des années 1970 dans le cadre du Plan directeur des eaux du sud (PDES) étaient favorables au développement de forages et la

valorisation des ressources en eau souterraines (Kassah, 1998 ; Côte, 2002) et la libéralisation de l'export des dattes. A partir de 1980, les forages illicites se sont multipliés provoquant une mise en valeur anarchique de ces territoires. Durant les dernières décades, la généralisation progressive du pompage et l'investissement dans l'extension du palmier dattier a entraîné un accroissement rapide des débits prélevés sur les ressources en eau fossiles et très peu renouvelables, du sous-sol saharien. Cette pression sur les ressources en eau traduit une évolution des systèmes de production basés auparavant sur la petite agriculture familiale. Les oasis dans la région de Kébili connaissent un ensemble de mutations des systèmes de production. Le paysage actuel marqué par la prédominance des extensions privées qui sont situées hors des Périmètres Publics Irrigués (PPI) et alimentées par des forages illicites traduit clairement ces mutations. L'extension illicite est un terme officiellement utilisé par l'administration et qui considère les nouvelles créations seulement les oasis créées autour de forages autorisés. Ce terme est aussi défini dans des articles scientifiques (ie. Sghaier, 1999 ; Kassah, 1996; Bisson, 1991) se référant à ces terres comme des exploitations privées illicites ou extensions illicites. Ces extensions qui ont une forte orientation vers le productivisme (Battesti, 2005) modernes avec des palmiers alignés et espacés, équipés en nouvelles technologies d'irrigation (goutte à goutte, pompage diesel/électrique/énergie solaire...) sont la cause principale de l'inquiétante dégradation quantitative et qualitative des ressources en eau.

Les extensions de palmeraies oasiennes sont devenues le centre de plusieurs projets de collaboration et de consultations entre les différents acteurs de développement (Ministère d'Agriculture, CRDA, AFA, APIA, CNCT...). L'analyse de la situation de ces exploitations privées et anarchiques et d'extrême urgence. L'implication de la recherche dans ce débat est primordiale, d'où l'importance de la présente étude qui s'inscrit dans le cadre du projet de recherche-développement Massire (<https://massire.net>) qui a pour objectif de renforcer les systèmes d'innovation agricole et rurale dans les zones oasiennes et arides du Maghreb contribuant à leur développement durable. Ces innovations techniques et organisationnelles peuvent concerner de nouveaux mécanismes de gestion collective des ressources en eau et qui vise à améliorer les connaissances autour des extensions privées. Ces connaissances permettront de mettre en œuvre des scénarios de préservation des ressources naturelles dans la région de Kébili. L'originalité de cette étude est de décrire et de situer la dynamique des extensions d'oasis en considérant une approche systémique entre l'espace, le territoire et les caractéristiques à l'échelle locale (Lecourt, 2003 ; Carpentier et Gana, 2017). Nous avons principalement basé notre analyse sur l'étude du

cas de Douz à Kébili en utilisant l'analyse spatio-temporelle d'extension des palmeraies oasiennes mais aussi la prise en compte de la dimension sociale pour identifier les facteurs de changements en termes de développement technique de l'extraction des eaux souterraines, du foncier et d'institutions.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Description de la zone d'étude

Le gouvernorat de Kébili est situé au Sud-Ouest de la Tunisie, il est limité vers le nord, nord-est et l'est par un relief montagneux formé par le Jebel Tébaga et les monts de Matmata. Le Chott El Djérid contourne Kébili au Nord et à l'Ouest. Le Sud et le Sud Est du Kébili sont limités par le Sahara septentrional (Erg oriental). Étendu sur une superficie de 22490 Km², soit 14,4% de la superficie totale de la Tunisie, le gouvernorat de Kébili occupe 24,9% de la superficie de la région du sud. Kébili est doté d'un climat continental, caractérisé essentiellement par la rareté, l'irrégularité et le manque de pluie. Cette région appartient majoritairement à l'étage bioclimatique saharien (température moyenne de 20,9 °C) à hiver froid et été chaud. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 100 mm/an. Les terres agricoles représentent 27% de la superficie totale du gouvernorat de Kébili (621179 ha en 2018). Les parcours couvrant 83% de la superficie agricole utile (SAU) (soit 567070 ha) sont localisés presque dans tout le gouvernorat. Les oasis couvrent 38000 ha (5% de la SAU), les cultures pluviales couvrent 26064 ha (4% de la SAU) et les terres cultivées occupent 50000 ha (7% de la SAU). Les zones forestières couvrent 4109 ha qui représentent 1% de la SAU du gouvernorat (CRDA, 2018).

La présente étude concerne la région de Douz qui appartient au gouvernorat de Kébili (figure 1) qui est divisée en Douz nord et sud, sa superficie agricole totale est de l'ordre de 372200 ha, soit 59% de la superficie agricole totale de Kébili (CRDA, 2018). Le choix de cette zone est justifié, premièrement, par l'importance de la superficie d'extensions de palmeraies oasiennes dans la région de Douz qui représente 31% de la superficie totale des extensions de Kébili (CRDA, 2018). Deuxièmement, en 2018, la superficie des terres collectives non encore exploitées est de l'ordre de 367041 ha (CRDA, 2018), ce qui rend la région de Douz la première en termes de possibilités de créer de nouvelles extensions. Cette zone est aussi marquée par la grande diversité des formes d'agriculture (exploitations familiales de superficie inférieure à 0,5 ha, des grandes exploitations qui peuvent atteindre les 50 ha).

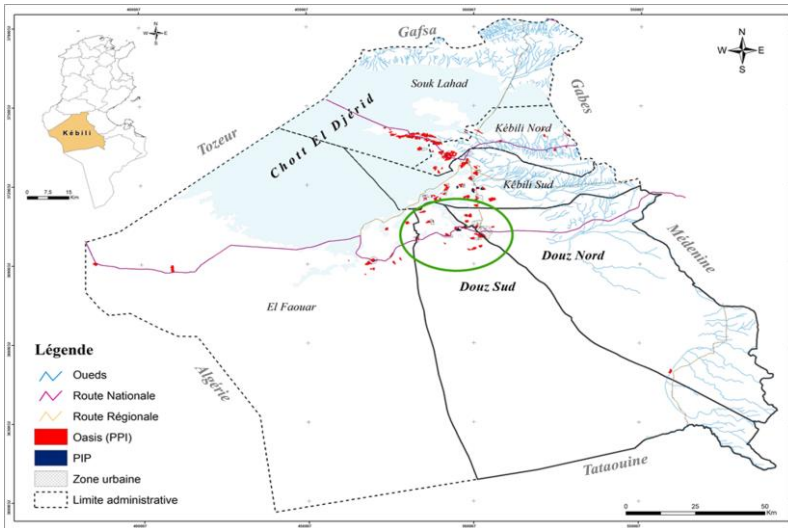


Figure 1: Extension géographique du gouvernorat de Kébili (Source : CRDA Kébili, 2019) et localisation de la zone d'étude (entourée en vert).

2.2. Les ressources en eau

Les ressources disponibles dans le gouvernorat de Kébili sont de l'ordre de 236,70 Mm³/an (CRDA, 2018). La région de Kébili puise la quasi-totalité de ses besoins en eau dans deux nappes souterraines profondes : le Continental Intercalaire CI (1000 à 3000 m de profondeur, température de l'eau supérieur à 55°C) et le Complexe Terminal CT (100 à 300 m de profondeur). Le CT est la nappe la plus anciennement exploitée. Cette nappe s'étend dans le Nefzaoua et le Djérid ainsi que dans la région de Gafsa. Dans la région de Nefzaoua, à peu près 80% du besoin en eau agricole et domestique est assurée par cette nappe.

2.3. Le contexte historique

Les systèmes traditionnels de production oasienne étaient basés sur des sources d'eau artésienne, des règles de gestion des ressources foncières et hydriques basées sur des droits d'eau ancestraux, l'étagement des cultures et la diversification des variétés du palmier dattier (Battesti, 2005). Entre les années 1970 et 1990, dans le cadre de la politique de gestion de l'offre en eau lancée partout en Tunisie, les travaux du projet du Plan Directeur des Eaux du Sud (PDES) ont démarré pour la sauvegarde et la rénovation des anciennes oasis, la création de nouvelles oasis dans les zones du Djérid et Nefzaoua (Kassah, 1996) et la réalisation de nombreux forages (Ghazouani, 2009). Cette intensification de l'exploitation agricole a engendré des

mutations importantes dans ce paysage oasien : une conversion à la monoculture (variété Deglet Nour) et le tarissement complet des sources en eau artésiennes à la fin des années 70 (Mekki *et al.*, 2013). A partir de 1990, les politiques publiques se sont orientées vers une gestion de la demande en eau. Cette politique est basée sur la décentralisation de la gestion de l'eau à travers la création des associations des usagers d'eau, la gestion participative de l'eau et le renforcement des techniques d'économie d'eau. Malgré ces investissements, le déficit de l'eau persiste à cause du développement continu de nouvelles extensions et l'augmentation du nombre de forages.

La plupart des terres agricoles sont des terres collectives qui appartiennent initialement à des tribus («Arouch») et qui ont été divisées entre les familles. Des Conseils de Gestion ont été créés pour résoudre les conflits entre les propriétaires. Ces conseils se trouvent au niveau régional, au niveau de la délégation et également au niveau local (échelle agglomérations). Ils rassemblent des agriculteurs, des représentants de la délégation, de la municipalité, du CRDA, de l'AFA. Ces conseils interviennent pour résoudre les problèmes entre les propriétaires de ces terres collectives : exemple, la majorité des propriétaires est d'accord pour vendre leur terre à un exploitant, mais le refus d'une seule personne complique ce processus. Ces conseils sont aussi la source de plusieurs conflits car généralement ses membres ont aussi des terres agricoles.

2.4. Caractérisation des territoires des oasis

Nous distinguons deux grands types : « les oasis traditionnelles » et « les oasis modernes », pour le CRDA le classement d'une oasis en tant que oasis traditionnelle est basé sur le type d'aménagement de base, la densité et l'âge des plantations et la forme d'organisation de l'exploitation de l'eau. «Moderne n'est pas synonyme de récent et traditionnel ne veut pas dire ancien, une oasis ancienne d'existence peut avoir les caractéristiques d'une oasis moderne et inversement» (Sghaier, 2014). On trouve dans l'aménagement des deux types d'oasis deux concepts qui semblent s'opposer : le « classique » ou « traditionnel », sans ordre apparent, dense en plantation et riche biodiversité et le « moderne » avec des palmiers alignés et espacés, des parcelles rangées avec une forte orientation vers le productivisme (Battesti, 2005).

2.5. Collecte et analyse de données

La problématique se situe principalement à deux niveaux : territorial et local. Une approche d'analyse du terrain entre logiques spatiales et organisationnelles a été privilégiée afin de comprendre l'influence et les interactions entre acteurs et milieux physique. Le suivi du développement

des extensions est basé sur deux étapes. La première consiste à tracer l'historique à partir des statistiques officielles recueillies auprès du CRDA (Division des Études et du Développement Agricole, Division de la Vulgarisation et de la Promotion de la Production Agricole et CTV Douz). Les données disponibles ne concernent que la période entre 2008 et 2018. Les publications scientifiques (ie. Kassah, 1996, Ghazouani, 2009, Sghaier, 2014) ont permis de compléter cet historique. Aucun chiffre autour de l'état actuel de ces extensions n'a été déclaré par l'administration depuis l'année 2018. Ce qui nous amène à la deuxième étape, qui consiste à déterminer leur superficie durant l'année 2020 en se basant sur la cartographie. La détermination des limites des extensions et le calcul de leurs superficies a été effectuée à partir de Google Earth et à l'aide de logiciel SIG. Les limites des délégations, des Périmètres Publics Irrigués et les caractéristiques du milieu physique (zones urbaines, routes, surfaces d'eau...) ont été déterminées à partir de la carte agricole (2004) et de la carte de protection des terres agricoles de Kébili (2019).

Afin de mieux comprendre les dynamiques de ces extensions, et leurs impacts sur les ressources en eau souterraines, des entretiens semi-directifs ont été menés auprès des différents acteurs locaux (agriculteurs et administration) durant les mois de novembre, mars 2019, août 2020. Ces entretiens se sont focalisés sur les facteurs explicatifs du développement des extensions (accès au marché, au foncier, aux ressources en eau, à l'énergie), la gestion de l'eau d'irrigation et les impacts de ces extensions sur les ressources en eau (niveau piézométrique, salinité...). Un atelier collectif a été organisé avec la Division des Études et du Développement Agricole en mars 2021 pour valider les résultats obtenus. Les informations relatives à l'évolution du nombre de forages, de l'exploitation et de la salinité des eaux des deux aquifères CI et CT durant la période entre 1998 et 2018 ont été obtenues auprès de l'arrondissement ressource en eau du CRDA. De même pour les données relatives aux niveaux statiques des eaux de l'aquifère CT, durant la période entre 1998 et 2019. Ces données brutes ont été vérifiées et exploitées pour déterminer l'évolution du niveau piézométrique. Établir le lien entre le développement des superficies des extensions et la dégradation quantitative et qualitative de l'aquifère CT est difficile à établir dans la région de Kébili vue l'hétérogénéité de ses caractéristiques hydro-morphologiques de l'aquifère. Pour cela, nous avons opté pour comparer le niveau piézométrique dans deux zones de Douz (Smida, El Golâa) connues par l'importance de la superficie de leur extension à la zone de Faouar, dans laquelle le développement des extensions est le moins important.

3. RESULTATS

3.1. Les déterminants de l'extension des palmeraies oasiennes

3.1.1. La faible productivité des anciennes oasis vs. la forte valeur ajoutée de Deglet Nour

Les entretiens avec les agriculteurs et les gestionnaires du CRDA ont révélé la fragilité des exploitations agricoles au sein des anciennes oasis qui est due essentiellement au morcellement, à leur faible rentabilité et à l'insuffisance des quantités d'eau allouées par le réseau collectif d'irrigation. En 2018, 50% des exploitations ont une superficie inférieure à 0,5 ha (CRDA, 2018) dont la majorité est composée de plusieurs parcelles dispersées. La faible rentabilité est due à la dominance de variétés communes de faible valeur ajoutée et elle est accentuée par l'âge avancé des palmeraies. La production des variétés communes qui était de l'ordre de 15000 tonnes à Kébili entre 1990 et 2015 a diminué jusqu'à 4550 tonnes en 2018 (CRDA, 1990-2018). Les agriculteurs ont mis l'accent sur l'allongement excessif du tour d'eau, qui dépasse en général 30 jours et peut atteindre même 60 jours en période estivale. Les gestionnaires du CTV Douz ont expliqué que cette pénurie d'eau s'est accentuée depuis les cinq dernières années dans la plupart des PPI de Douz comme El Golâa, Smida ou Tarfaya, mais qu'elle a commencé à apparaître depuis deux ans dans les PPI de Douz-centre ou Bouhamza.

La libéralisation du marché tunisien à l'exportation des dattes a encouragé les agriculteurs à cultiver des variétés de forte valeur ajoutée comme Deglet Nour. Le prix de Deglet Nour a d'ailleurs augmenté de 1145 Dt/tonne en 2004 à 2250 Dt/tn en 2008 (INS, 2004-2008). En 2004, 62,7% de la production nationale de Deglet Nour est assurée par la région de Kébili. Ce pourcentage a atteint 80,7% en 2018 (INS, 2004-2018). Alors que les palmeraies des anciennes oasis sont dominées par la présence de variétés communes de dattes, Deglet Nour est majoritairement cultivée dans les extensions. Les accords sur la libéralisation des échanges de produits agricoles tunisiens conclus avec l'Union européenne en 1995 et renforcés en 2001 ont joué un rôle majeur dans l'augmentation de ce prix (Laajimi *et al.*, 2003).

3.1.2. L'accès au foncier

Après l'indépendance, l'État a mis en œuvre une politique foncière libérale basée sur la privatisation des terres collectives. Les possibilités de créer des forages privés ont donné à ces terres une valeur insoupçonnée. Cependant, ils sont devenus la source de conflits entre différents membres de tribus. Afin d'accélérer la nouvelle politique foncière, le processus de privatisation a été géré par les conseils de gestion. La composition du conseil s'inspire de

la coutume en permettant à chaque lignée «orf» d'être représentée par un ou plusieurs membres.

Alors que l'administration considère que, d'une manière générale, ces conseils locaux ont assuré des résultats rapides en termes de privatisation des terres collectives, nos discussions avec les agriculteurs et certains membres de la direction du Conseil de Gestion ont montré que la façon dont ces terres sont attribuées aux membres de la communauté diffère d'une région de Kébili à l'autre. Dans certaines régions, comme Zaafrane et El Golâa (Douz Sud), des règles communes ont été établies par le conseil : les jeunes hommes de chaque tribu ont accès à un terrain. Dans la majorité des autres régions comme à Blidette (Kébili Du Sud), le conseil a suivi les lois musulmanes pour les procédures de partage : « la terre appartient à celui qui la vivifie » (en arabe « Ihyae »). Il y a trois façons d'appropriation des terres collectives : cultiver un champ ou un verger, creuser un puits ou y vivre. Par conséquent, la plantation de palmiers est devenue le meilleur moyen d'appropriation individuelle de la terre. Les résultats des entretiens ont révélé aussi que même si ces agriculteurs bénéficient d'un titre d'attribution foncière du conseil de gestion, ils arrivent difficilement à avoir le titre de propriété individuelle.

3.1.3. L'accès à l'eau et à l'énergie

Nos entretiens ont révélé qu'à la fin des années 70, plusieurs extensions ont été créées en particulier à proximité des anciennes oasis. Les exploitants de ces extensions sont en général des propriétaires de terres dans les anciennes oasis. Ils ont profité de leur accès au réseau collectif pour irriguer ces nouvelles extensions. Le milieu des années 1980 a été la période qui a marqué la plus grande dynamique dans la région de Kébili car la technique de forage est devenue techniquement et financièrement accessible aux agriculteurs. Les agriculteurs ont commencé à utiliser des pompes diesel pour extraire l'eau. Dans les terres proches des zones urbaines, ils ont utilisé illégalement des pompes électriques. Comme l'État accordait des subventions pour des projets de conservation de Deglet Nour (entrepôts frigorifiques) à l'intérieur et à l'extérieur des anciennes oasis, les propriétaires de ces projets profitent de leur autorisation pour accéder à l'énergie électrique. Depuis 2015, l'adoption de l'énergie solaire dans l'irrigation saharienne a facilité la création d'extensions notamment loin des zones urbaines.

La plupart des agriculteurs irriguent leurs parcelles par submersion. Certains agriculteurs, en particulier dans les extensions à la périphérie des anciennes oasis, ont commencé à introduire le système de goutte à goutte. Ceci est dû aux subventions attribuées par le CRDA pour l'économie d'eau (goutte à

goutte, bassins...) et de pour la protection du sol (amendements sableux...) dans les extensions en périphérie des anciennes oasis. Cependant, dans la plupart des cas, même s'ils utilisent la même canalisation que celle du goutte à goutte, ils finissent par donner une irrigation par submersion. Il s'agit dans ce cas, de système hybride, fonctionnant comme le gravitaire amélioré. Selon les gestionnaires du CRDA, les agriculteurs préfèrent utiliser ces systèmes hybrides à cause de leur perception de la satisfaction du besoin en eau des palmiers : *“ le palmier ne reçoit ses besoins en eau que si sa cuvette est remplie”*.

3.2. Les trajectoires d'extensions des palmeraies oasiennes

La figure 2 montre qu'en 1988, la superficie totale des palmeraies à Kébili couvrait autour de 13566 ha. Les anciennes oasis qui représentent les PPI couvraient une superficie de 9421 ha alors que les extensions illicites s'étalent sur une superficie de 3 945 ha. Les PPI représentent une superficie de 2242 ha (23,7% de la superficie des oasis) à Douz nord et 1036 ha (11%) à Douz sud. L'administration avait planifié de créer de nouveaux PPI sur une superficie de 200 ha. Selon les estimations à partir de ce travail de cartographie, les extensions couvraient dans les années 80 une superficie de l'ordre de 2210 ha à Douz nord et de 1538 ha à Douz sud. Les terres collectives sont dominantes et représentent 92% de la superficie totale, alors que les terres privées et domaniales ne représentent que 8% (ODS, 2011). A Douz nord, 98% des terres agricoles sont des terres collectives. La superficie de ces extensions dépasse aujourd'hui les 30 000 ha (CRDA, 2020).

Les entretiens avec les agriculteurs et les agents du CRDA (CTV Douz) effectués concernant les processus responsables de ces changements, l'historique et la diversité spatiale nous a permis de révéler principalement deux trajectoires pour la création des extensions depuis les 50 dernières années (figure 3). Sur la figure 3, nous notons que la limite a été fournie par le CRDA et provient de la carte des terres agricoles actualisée en 2019. Nous constatons que les PPIs (Kélibia, Jercine et Ghidma) n'appartiennent pas aux deux délégations de Douz Nord et Sud. Actuellement, il y a un travail d'actualisation des limites par plusieurs municipalités et nous avons prévu l'organisation d'ateliers avec les représentants de l'administration au début de l'année 2022 autour de l'actualisation des superficies des extensions et courant lequel cette question sera discutée.

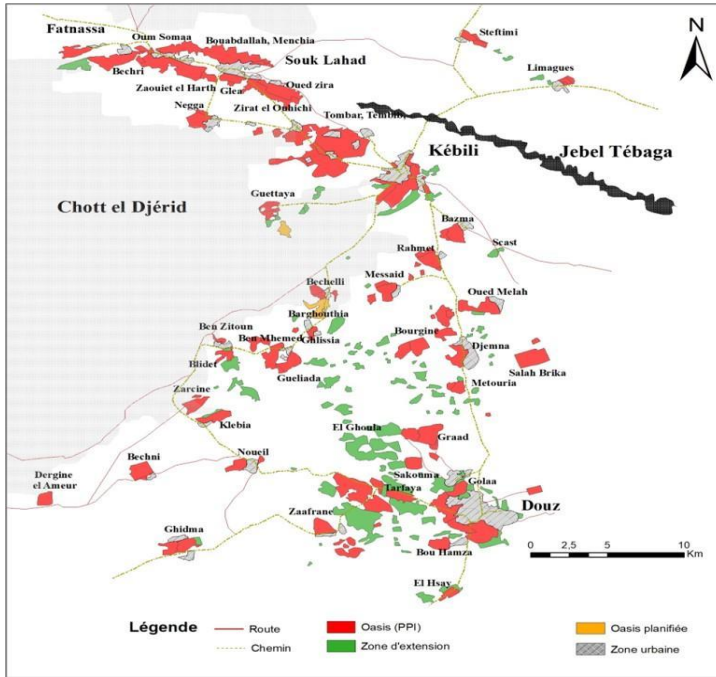


Figure 2: Les oasis de Nefzaoua (Adaptée de Marini and Ongaro, 1988).

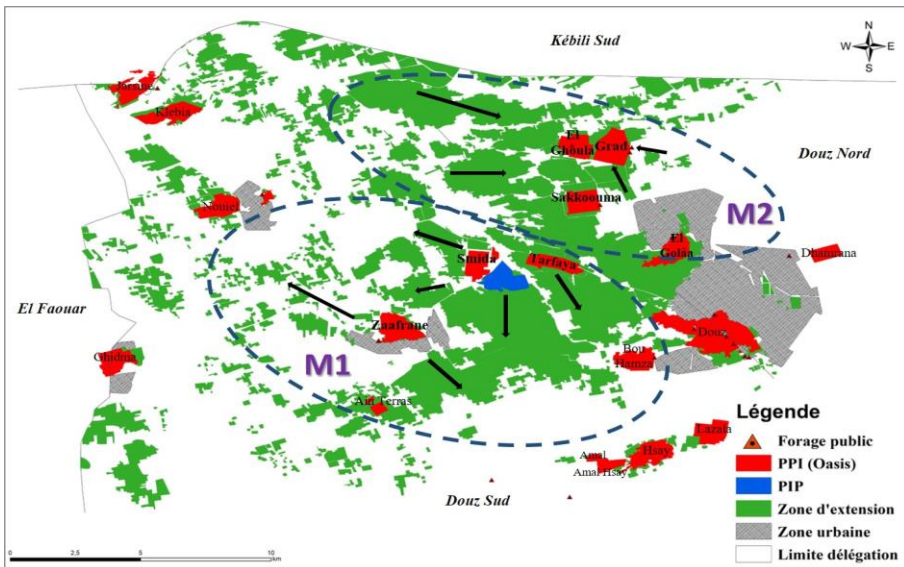


Figure 3: Dynamique des frontières des oasis : deux modèles (M1 et M2).

Le premier modèle (M1) de trajectoire de création des extensions est observé dans la zone de Douz sud. Cette trajectoire montre que les extensions ont été créées tout d'abord sur des terres à proximité d'anciennes oasis avant de s'étendre à d'autres zones. Généralement, l'extension peut être spontanée, où les agriculteurs exploitent de nouvelles terres en dehors de leur ancienne oasis. Dans certaines situations, le CG peut intervenir pour répartir les terres collectives entre les habitants de la région. L'expansion des terres agricoles a commencé de la périphérie de trois anciennes oasis vers des terres plus lointaines. Il s'agit des oasis de Zaafrâne, Tarfaya et Smida.

Le deuxième modèle (M2) de trajectoire de création des extensions est plutôt observé dans la zone de Douz nord. Le développement des extensions a commencé à partir des zones les plus loin avant de se propager dans les zones à proximité des PPI comme Sakkouma, Grad et El Ghoula. Historiquement, ce modèle est le résultat de la gestion des CG des terres communes dans un contexte de compétition et de conflits entre les différentes zones/communes. Ces extensions sont généralement irriguées par l'énergie électrique vu leur proximité des zones urbaines.

3.3. Analyse quantitative de l'évolution des extensions de palmeraies oasiennes

La première enquête réalisée par le ministère de l'Agriculture en 1976 a montré que la superficie totale de palmeraies dans la région de Kébili est d'environ 5240 ha. N'étant pas reconnues par l'administration, les extensions privées n'ont été comptabilisées qu'à la fin des années 90. Les résultats de l'enquête menée par le ministère de l'Agriculture entre 1994 et 1999 et rapportés par Kassah (1996) ont montré que la superficie des extensions a atteint 7000 ha en 1996. Le volume de développement des nouvelles extensions illicites, ainsi que leur dispersion géographique, rendent difficile l'identification précise de leur étendue spatiale et de leurs limites réelles. Les inventaires d'oasis réalisés par l'administration depuis 2008 ont permis une meilleure précision de l'évolution des nouvelles zones d'extensions. Selon le CRDA (2010-2016), les extensions illicites qui couvraient 12 499 ha en 2010 ont évolué à 13 374 ha en 2011 et à 26 060 en 2016. L'évolution des extensions illicites au gouvernorat de Kébili a augmenté de 108% en 2010 et de 272% en 2020 par rapport à l'année 1996.

La figure 4 montre qu'en 2010, la superficie totale des extensions dans la région de Douz est de 4657 ha, elles sont réparties à 741 ha à Douz nord et à 3917 ha à Douz sud. La superficie totale de ces extensions à Douz a augmenté en 2016 de 208%, soit de 9722 ha dont 2186 ha sont localisés à Douz nord et 7 536 ha sont à Douz sud (CRDA, 2010-2016). En 2020, nos travaux de cartographie ont montré que la superficie des extensions a atteint

11036 ha dont 2811 ha sont à Douz nord et 8 225 ha sont à Douz sud (figure 5). Sur cette figure, les limites des extensions illicites, des PPI et des Périmètres Irrigués Privés (PIP) les plus importants dans la région, comme le PIP Ennakhil (Douz Sud). En comparaison avec ce développement important des extensions, les superficies des PPI sont plutôt stables entre 2010 et 2018 en couvrant seulement 1686 ha (CRDA, 2018). Notre travail de cartographie a montré que les superficies des PPIs n'ont pas changé en 2020.

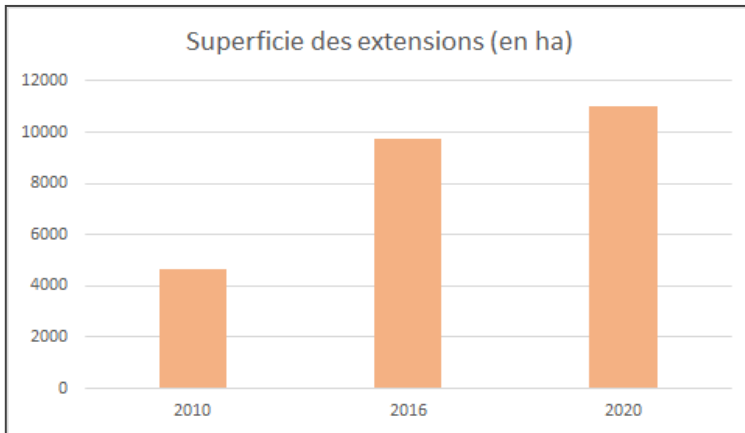


Figure 4: Évolution des superficies des extensions illicites à Douz (CRDA Kébili).

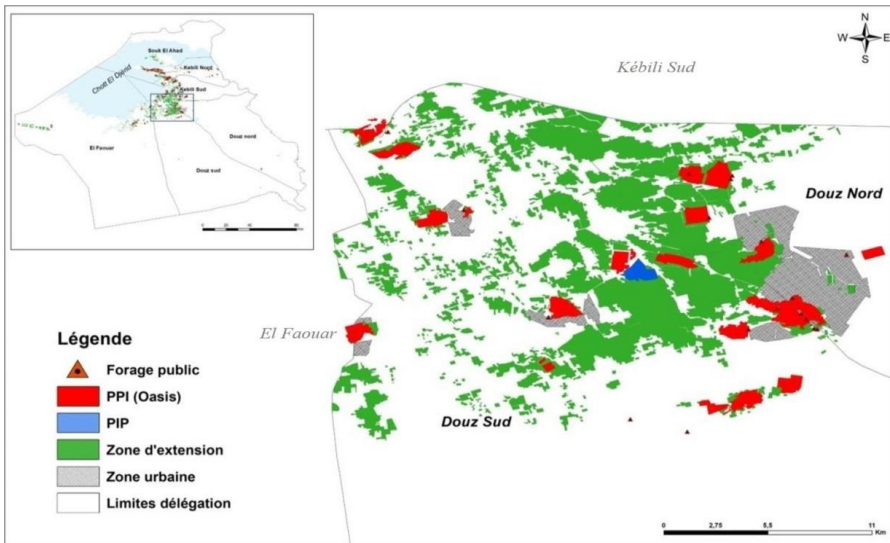


Figure 5: Les oasis et les extensions dans la région de Douz en 2020.

3.4. Impact des extensions sur les ressources en eau souterraine

3.4.1. Évolution de l'exploitation de la nappe

Selon le CRDA, la quantité d'eau pompée de la nappe est passée de 393,1 Mm³ par an en 2010 à 407,3 Mm³ par an en 2017 et à 236,7 Mm³ par an de ressources en eau disponibles. En 2018, la salinité de l'aquifère du CI Nefzaoua varie entre 2 g/l et 4,65 g/l. Pour la nappe du complexe terminal (CT), la salinité a atteint 7,7 g/l dans certaines régions. Les gestionnaires du CRDA ont lié la dégradation de la qualité des eaux souterraines et la baisse du niveau des eaux souterraines et à l'augmentation de la quantité d'eau pompée dans les extensions. Nous comptons 278 forages publics à Kébili. En 2018, on dénombre 8830 forages illicites privés (Source : estimation CRDA, 2018). Le nombre de forages illicites est passé de 3733 à 7878 entre 2010 et 2017 (CRDA 2010-2017).

Dans la région de Douz, les agriculteurs ont commencé à creuser des forages à partir de 1982. Le tableau 1 représente les ressources en eau d'irrigation dans les extensions de Douz, il caractérise les forages illicites, leurs types d'équipements et le mode d'exploitation (artésien ou pompage). En 2017, 587 forages illicites ont été creusés dans la région de Douz, dont 487 sont localisés à Douz sud alors que 100 sont localisés à Douz nord. Actuellement, 85% de ces forages exploite la nappe du complexe terminal CT. À Douz sud, 32% des forages illicites sont équipés pour le pompage solaire.

Tableau 1: Caractéristiques des forages illicites à la région de Douz (CRDA Kébili 2017- 2018).

	Nombre	Type d'équipement			Mode d'exploitation	
		Diesel	Électrique	Solaire	Artésien (%)	Pompage (%)
Douz Nord	100	19	61	13	-	100
Douz Sud	487	127	109	159	19	81
Total	587	146	170	172	15	85

La figure 6 illustre la baisse du niveau piézométrique, de 1998 jusqu'à 2018, dans deux zones de Kébili : El Golâa et El Faouar. El Golâa appartient à la région de Douz dont la superficie des extensions en 2018 est autour de 8105 ha. Le rabattement de la nappe dans cette zone, sur une durée de 21 ans, a atteint 24,7 m, soit une diminution moyenne de 1,18 m par an. Dans la zone d'El Faouar, la superficie des extensions ne dépasse pas 3233 ha. Le rabattement de la nappe a atteint 12,5 m sur 13 ans, soit une diminution moyenne de l'ordre de 0,9 m par an.

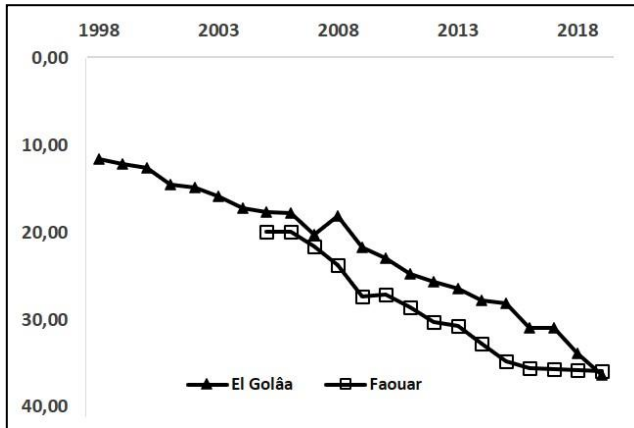


Figure 6 : Exemple d'évolution de niveau piézométrique de la nappe (en mètre), CRDA Kébili (1998-2018).

3.4.2. Perception des acteurs du lien entre ressources en eau et extensions des palmeraies oasiennes

Lors de nos entretiens avec les acteurs locaux, les impacts des extensions sur les oasis ont été décrits à travers la diminution des ressources en eau disponibles et l'augmentation de la salinité. La surexploitation des nappes profondes s'est traduite par une remontée de la nappe phréatique, ce qui a provoqué d'énormes problèmes d'hydromorphie. Les problèmes de drainage sont d'autant plus compliqués à résoudre dans les extensions qui se trouvent généralement soit sur un terrain plat, ou à côté des chotts salés. Dans la région de Douz nord, l'administration a joué un rôle particulier dans l'amplification du développement des extensions. En attribuant des autorisations, dans les extensions, d'accès à l'énergie électrique dans le cadre de projets de chambres frigorifiques, sans aucun contrôle de l'exploitation réelle de cette ressource, les agriculteurs ont exploité illicitement cette énergie pour pomper l'eau de la nappe.

4. DISCUSSION

Les résultats de ce travail ont permis d'améliorer nos connaissances autour des profondes transformations qui ont marqué le territoire de Kébili. Ces transformations sont dues essentiellement au développement des extensions de palmeraies. A cause de l'évolution rapide et importante de la superficie de ces extensions, des volumes d'eau pompés à partir de la nappe pour les alimenter et des technologies de pompage, la région de Kébili (Nefzaoua) a été qualifiée par Bisson (1991) comme un front pionnier au Sahara Tunisien.

Ces extensions basées sur des initiatives privées, sont considérées par l'État comme des zones illicites. Ce statut ne provient pas de l'acte foncier, comme l'a expliqué Sghaier (1999), mais plutôt de l'accès non réglementaire à la ressource en eau. Cependant, si l'intervention de l'Etat semble être absente de cette dynamique agricole, son relâchement dans le contrôle de la création des forages illicites a joué un rôle primordial dans le développement de ces extensions. Le manque de moyens, la crise de légitimité de l'administration accentuée depuis la révolution tunisienne, ainsi que la prise en compte des réalités sociales de la région peuvent expliquer cette situation de tolérance. Brochier-Puig (2004) a mis en évidence cette tolérance, ou ce qu'elle a qualifié par "la face cachée de la politique étatique", qui va contre la rigueur affichée pour une gestion optimale des ressources hydrauliques du Sud Tunisien mais qui s'adapte à la réalité locale de la région.

Étudier les trajectoires d'évolution de ces extensions, nécessite de tracer l'historique de ces zones et d'établir aussi leur état actuel. Une telle analyse est devenue un challenge face au manque d'informations quantitatives et qualitatives. Aucun suivi de ces extensions n'a été effectué jusqu'à l'année 1994, durant laquelle il y a eu le premier recensement effectué par l'administration. Le deuxième recensement qui a été effectué à partir de l'année 2008, a rapporté une superficie de 12499 ha en 2010 qui a atteint 26020 ha en 2016. Aucune actualisation de la superficie n'a été effectuée depuis cette date. Ce manque de suivi est aussi observé quant à l'exploitation des eaux souterraines. A part quelques forages privés situés dans ces extensions, le suivi du niveau piézométrique et de la salinité, effectué par l'Arrondissement des Ressources en Eau, concerne essentiellement les points d'eau situés à l'intérieur des anciennes oasis. Le manque d'information autour ce développement est dû selon Kassah (1996) à la difficulté de cerner avec précision les limites et les types de ces extensions : "La dispersion géographique de ces nouvelles extensions, rend délicate et difficile toute tentative de cerner avec précision leur réelle emprise spatiale. Mais comme elles ne sont pas reconnues par l'administration, elles ne sont pas comptabilisées malgré leur grande extension qui dépasse 7000 ha". Bisson (1991) a plutôt expliqué ce manque de suivi par une tolérance inavouée de ce développement de la part de l'administration régionale : "Les responsables régionaux sont visiblement embarrassés par de telles pratiques, au point qu'ils refusent de cartographier ces nouvelles extensions".

Dans ce travail, on a étudié l'état actuel des extensions à travers la cartographie et les entretiens avec les acteurs locaux. Les extensions couvrent, en 2020, une superficie autour de 32735 ha, dont 33,7% est localisée à Douz. Les cartes produites dans cette étude sont alimentées par des données relatives aux limites de la délégation, des PPI et aux

caractéristiques du milieu physique collectées principalement auprès du CRDA. Cependant, des décalages entre la limite de la délégation de Douz et les limites de certains PPI ont été observés. Les limites de la délégation font l'objet de projets d'actualisation dont les résultats ne sont pas encore disponibles même pour les agents du CRDA. Une étape de validation de nos résultats est nécessaire afin d'améliorer notre analyse et procéder à une mise à l'échelle sur tout le territoire de Kébili.

Les résultats de cette étude ont révélé une diversité des dynamiques des extensions. Alors que ces extensions donnent une impression d'homogénéité, dans la mesure où ce développement est principalement axé sur la variété de Deglet Nour. En réalité, de grandes dissemblances apparaissent d'une zone à l'autre. Dans la région de Douz, nous avons détecté deux modèles qui diffèrent principalement selon les acteurs leaders de ces transformations. Dans le premier modèle, le mouvement d'expansion est plutôt spontané, l'intervention du Conseil de Gestion se limite à la division des terres collectives, sans pour autant affecter le mouvement lui-même. Dans le deuxième modèle, le Conseil de gestion est le leader du développement de l'extension. La production de Deglet Nour au niveau des extensions est comptabilisée dans la production nationale des dattes en Tunisie depuis des décennies, pourtant, les initiatives de la part de l'administration pour régler le statut de ces zones n'a commencé que depuis quelques années. Ces extensions sont devenues le centre de plusieurs projets de collaboration et de consultations entre les différents acteurs de développement (Ministère d'Agriculture, CRDA, AFA, APIA, CNCT...). L'urgence de la régularisation de la situation de ces exploitations privées et anarchiques provient essentiellement de l'inquiétante dégradation quantitative et qualitative de la nappe. L'implication de la recherche dans ce débat est primordiale, d'où l'importance de cette étude qui s'inscrit dans un cadre de recherche-développement et qui vise à améliorer les connaissances autour des extensions privées. Ces connaissances permettront de mettre en œuvre des scénarios de préservation des ressources naturelles dans la région de Kébili.

5. CONCLUSION

Cette étude montre que le paysage des oasis de Kébili a considérablement changé entre 1970 et 2020 en lien avec les profondes transformations technique, socio-économique et sociale. La faible productivité des anciennes oasis, l'augmentation du prix de Deglet Nour, l'accès à des nouvelles terres et aux ressources en eau profondes sont les principaux facteurs derrière le développement des extensions. Les résultats de cette étude ont révélé une diversité des caractéristiques et des dynamiques de ces extensions et ont

montré l'impact de ces extensions sur les ressources en eau souterraine et sur leur durabilité. Cette étude permettra de construire une typologie des extensions et de formuler des recommandations spécifiques. Les représentations spatiales constituent un outil qui ouvrent la voie à un dialogue autour de la gestion concertée et préventive de la ressource, voire des milieux et d'appuyer les processus participatifs multi-acteurs sur la place des extensions d'oasis sur le territoire de Kébili qui requièrent la participation des différents acteurs et qui seront conduits au courant 2021-2022. La construction de scénarios selon l'identification des capacités d'évolution des extensions permettra d'améliorer l'intégration spatiale et territoriale pour le développement de la région de Kébili, et proposer différentes options de gestions innovantes qui pourraient conduire à des écosystèmes plus résilients face à des vulnérabilités climatiques, environnementales, écologiques et socio-économiques bien réelles.

REMERCIEMENTS

Le projet FIDA MASSIRE a apporté un soutien financier à cette étude. Le travail sur le terrain a été effectué dans le cadre d'une convention de collaboration entre le CRDA Kébili, l'INRGREF et l'INAT. La coopération de tous les acteurs impliqués dans la région de Kébili (agriculteurs, services de vulgarisation locale, associations d'utilisateurs d'eau, ...) pour rendre disponibles les données, d'accepter de répondre à nos entretiens et de participer aux ateliers participatifs a été très appréciée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Battesti V., 2005 - *Jardins au désert. Évolution des pratiques et savoirs oasiens. Jérid tunisien*. Paris, IRD Éditions, France, 440 p.

Bisson J., 1991 - Un front pionnier au Sahara tunisien : le Nefzaoua (Nefzawa: a pioneering front in the Tunisian Sahara). *Bulletin de l'Association de géographes français*, 68(4) : 299-309.

https://www.persee.fr/doc/bagf_0004-5322_1991_num_68_4_1587

Carpentier I., 2017 - Diversité des dynamiques locales dans les oasis du Sud de la Tunisie. *Cahier Agriculture*, 26(3): 35001.

<https://doi.org/10.1051/cagri/2017017>

Carpentier I., Gana A., 2017 - Changing agricultural practices in the oases of southern Tunisia: conflict and competition for resources in a post-revolutionary and globalisation context. In : Oases and Globalization Springer, Cham, 153-176.

Côte M., 2002 - Des oasis aux zones de mise en valeur: l'étonnant renouveau de l'agriculture saharienne. *Méditerranée*, 99(3): 5-14.

https://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_2002_num_99_3_3253

Ghazouani W., 2009 - *De l'identification des contraintes environnementales à l'évaluation des performances agronomiques dans un système irrigué collectif : cas de l'oasis de Fatnassa (Nefzaoua, sud tunisien)*. Thèse de Doctorat en Sciences de l'eau, AgroParisTech, Montpellier, France, 182 p.

Ghazouani W., Marlet S., Mekki I., Vidal A., 2009 - Farmers' perceptions and engineers' approach in a community-managed irrigation scheme. A case study from an oasis of the Nefzawa (South of Tunisia). *Irrigation and Drainage*, 58 : 285-296. <https://doi.org/10.1002/ird.528>

Kassah A., 1996 - Les oasis tunisiennes : aménagement hydro-agricole et développement en zone aride. Faculté des lettres et sciences humaines de Tunis. *Séries Géographie*, 13 :346p

Kassah A., 1998 - Eau et développement agricole au Sahara maghrébin: enjeux, conflits et arbitrages. Science et changements planétaires. *Sécheresse*, 9(2): 95-102.

https://www.jle.com/fr/revues/sec/e-docs/eau-et-developpement-agricole-au-sahara-maghrebin-enjeux-conflits-et-arbitrages_272878/article.phtml

Kassah A., 2002 - Irrigation et développement agricole dans le sud tunisien. *Méditerranée*, 99 (3-4): 21-26.

https://www.persee.fr/doc/medit_0025-8296_2002_num_99_3_3255

Kassah A., 2009 - Oasis et aménagement en zones arides. Enjeux, défis et stratégies. In : *Gestion des ressources naturelles et développement durable des systèmes oasiens du Nefzaoua*, CIRAD, Douz, Tunisie, 6 p.

Laajimi A., Chebil A., Lachaal L., 2003 - Estimation d'une fonction d'exportation des dattes tunisiennes : Une analyse de cointégration. *NEW MEDIT*, 2: 44-48.

https://newmedit.iamb.it/edizioni_new_medit,229,229,2003,6,171,estimation-dune-fonction-dexportation-des-dattes-tunisiennes:-une-analyse-de-cointegration.htm

Lecourt A., 2003 - *Les conflits d'aménagement : analyse théorique et pratique à partir du cas breton*. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 2, Renne, France, 364p.

Mekki I., Jacob F., Marlet S., Ghazouani W., 2013 - Management of groundwater resources in relation to oasis sustainability: The case of the Nefzawa region in Tunisia. *Journal of Environmental Management*, 121: 142-151. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.02.041>

Sghaier M., 1999 - Les oasis de la région de Nefzaoua. IMAROM Working Paper Series no.3. IRA, Médenine, Tunisie.

Sghaier M., 2014 - Perspectives de développement de l'approche filière pour la structuration des activités des communautés locales au niveau des oasis de la région MENA. Projet MENA-DELP Partage des connaissances et de coordination sur les écosystèmes désertiques et les moyens de subsistance.

Rapports administratifs et autres sources de données

CRDA Kébili (1990-2018) - Rapports annuels d'activités de 1990 à 2018. Ministère de l'Agriculture.

INS. Institut National de Statistique (2004-2018) - Annuaire statistiques de la Tunisie.

ODS, 2011 - Gouvernorat de Kébili en chiffres. Rapport d'activité de l'année 2011/2012.