

AUTOUR DE LA GESTION ACTUELLE DE L'IRRIGATION ET PROPOSITION D'AMELIORATION EN TERMES DE DEVELOPPEMENT DANS LE SAHARA SEPTENTRIONAL ALGERIEN : CAS DE L'OASIS DE N'GOUSSA

AMRANI Khaled^{1,2} & SENOUSI Abdelhakim²

1 : Université Grenoble Alpes, CNRS, Science Po Grenoble, PACTE, IUGA Institut d'urbanisme et de géographie alpine, Grenoble, France.

2: Labo Bioressources Sahariennes ; Préservation et Valorisation Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie.

Résumé : La présente étude éclaire les différentes facettes qui régissent la gestion de l'irrigation dans la palmeraie de N'goussa dans le Sahara Septentrional Algérien. La subdivision de l'agriculture a maintenu le principe d'un système de gestion ancestral reposant sur un sourcier qui gère la ressource. Nos investigations sur terrain ont révélé une insuffisance des parts d'eau attribuées chez certains utilisateurs. Ce constat a été le générateur de ce travail du fait que l'eau est malgré son abondance relative, ne suffit pas. En effet, ce manque d'eau dans certains secteurs de la palmeraie, interroge sur la façon dont est gérée la denrée à l'échelle des exploitations. Les résultats obtenus ont permis de mieux cerner l'origine des anomalies. Une défaillance de gestion semble être responsable de la situation actuelle. Nous proposons de maintenir le modèle de gestion actuel en portant les efforts sur l'amélioration de l'existant.

Mots clés : Gestion – Irrigation – Palmeraie- N'goussa – Amélioration – Sahara.

AROUND THE CURRENT MANAGEMENT OF IRRIGATION AND PROPOSED IMPROVEMENT IN TERMS OF DEVELOPMENT IN THE ALGERIAN NORTHERN SAHARA N'GOUSSA OASIS STUDY CASE

Abstract: This study aims to give some informations of the various facets which govern the management of the irrigation in the palm grove of N'goussa village in Algerian northern Sahara. The agriculture subdivision maintained the principle of an ancestral management system resting on a dowser which manages the irrigation. Our investigations on ground revealed an insufficiency of the attributed parts of water. This problem was the triggering factor for this work because of a highly-rated one, the water in Sahara of fossil origin and in phenomenal quantity, does not establish a problem in view of availability. Of an other one, lack of water irrigation according to some farmers, ask questions about the way of managed hydric resources on the scale of the plot of land. The obtained results allowed to encircle better the origin of the anomalies. A failure of management seems to be responsible for the current situation. In this article, we suggest maintaining the mode of current management by concerning our efforts to improve the existing management.

Keys words : Management - Irrigation - Palm grove –N'goussa village - Improvement of the existing – Sahara.

Introduction

Dans les régions arides, par définition, l'eau conditionne tout projet de développement. La rareté de la ressource oblige à repenser son utilisation tant pour les besoins d'irrigation que pour l'alimentation en eau

potable. Ce constat est plus vrai pour le Sahara algérien dont le système aquifère formé de dépôts continentaux renferme deux grandes nappes souterraines : le Continental Intercalaire (CI) et le Complexe Terminal (CT) [1].

Les réserves estimées à plus de 31 000 milliards de m³, [2], font de ce système l'un

des plus gigantesques réservoirs naturels au monde. Sa nature géologique fossile, en

revanche, indique le caractère peu renouvelable du gisement par conséquent à fort enjeux pour l'avenir des territoires sahariens.

Occupant une superficie de plus d'un million de km², il est partagé par l'Algérie, la Tunisie et la Libye. Dans le Sahara Algérien, à Ouargla, la part d'eau allouée à l'irrigation est 5 fois plus importante que celle allouée à l'alimentation en eau potable, 352 Hm³/an contre 68 Hm³/an [3]. Les volumes prélevés, de l'ordre de 2,5 milliards de m³/an ont grimpé de 24 % en l'espace de 30 ans entre 1970 et 2000, générant un abaissement des niveaux de la nappe de 25 à 50 m. Ce constat pose le problème de partage équitable de l'eau [4]. Les pronostics annoncent qu'à l'horizon 2030 et avec ce rythme de prélèvement, les volumes pourraient atteindre les 5 milliards de m³/an, dus à l'accroissement des besoins. Cela poserait des problèmes de durabilité de la ressource qui viendraient s'ajouter aux conséquences directes déjà en cours. Le tarissement de nombreuses sources autour desquelles se sont développées les oasis traditionnelles, telles les foggaras à Adrar, [5], mais aussi la remontée des eaux dans certaines villes cuvettes, Ouargla, Oued Souf, à l'origine de nuisances environnementales. Jadis équitablement répartie par une maîtrise de gestion ancestrale, l'intervention des pouvoirs publics, nécessaire pour le développement de l'agriculture, s'est opérée sans prise en compte des conditions socio-culturelle du milieu [6]. Cette situation a été à l'origine d'inégalités sociales et d'expansion de pratiques et comportements contradictoires

Dans la présente étude, il s'agit de mettre la lumière sur la façon dont est gérée l'irrigation pour tenter d'expliquer la situation actuelle des oasis, subissant dans

au principe d'un développement durable. La gestion de l'eau dans les oasis est à appréhender dans sa globalité en termes de pompage, d'irrigation et de drainage. Chaque opération doit être complémentaire de l'autre pour garantir une efficacité optimale de gestion. [7].

La ville de Ouargla, comme de nombreuses autres agglomérations du Sahara Algérien, ne fait pas figure d'exception. Elle est actuellement affectée par des problèmes d'excédents hydriques dans certains secteurs et de manque d'eau dans d'autres [8]. Ces phénomènes résultent de mésusages d'exploitation de la ressource pour l'irrigation. L'excédent hydrique est d'ailleurs à l'origine des palmeraies dites « *malades de trop d'eau* » [7].

Ces excédents hydriques sont de l'ordre de 30 % à 45%, principalement liés à la technique d'irrigation par submersion et les fuites d'eau dues à la vétusté du réseau de distribution [9]. En dépit de ne rien apporter aux cultures, le surplus d'eau génère des problèmes de salinisation des sols. Pour des eaux titrant 2 g/l de sel les dépôts sont de l'ordre de 0,45 t/ha/an [10]. Ces anomalies risquent d'être aggravées par l'augmentation des besoins hydriques et des rejets mal maîtrisés compte tenu de l'accroissement de la population. Les prémices de ces dysfonctionnements étaient déjà pointées du doigt durant les années 1960 [11]. Elles demeuraient encore d'actualités 40 années plus tard [12] ; [13]. Les conséquences de ces maux sont multiformes. Ils se traduisent par la dégradation progressive des palmeraies et la pollution de la nappe superficielle.

certain cas la remontée des eaux et dans d'autres cas le manque d'eau. Pour ce faire nous nous intéressons à la gestion de l'eau d'irrigation en cours dans la palmeraie de

N'goussa située à 20 km au Nord de Ouargla.

1. Matériel et Méthode

1.1.- la région d'étude : l'oasis de N'Goussa

N'goussa est une Daïra (Sous-préfecture) de la wilaya (Préfecture) de Ouargla, située à 20 km au Nord de Ouargla. Les communes qui lui sont rattachées sont *Aouinet Moussa*, *Chott Oum Erraneb*, *El Bour*, *Frane* et *Khchem Errih* près de la *Sebkhet Sefioune* qui marque la transition entre la vallée d'Oued Mya et la vallée d'Oued Righ à Touggourt au Nord. (Figure 1)

Les séquences paysagères sont diversifiées

entre zones humides, à l'image des chotts avec roselière et Sebkhass (*Ain el beidha*, *Oum Erraneb* et *Sebkhet Sefioune*), la palmeraie traditionnelle étagée, la palmeraie moderne à strate unique, la palmeraie à végétation spontanée à El Bour et enfin des falaises et des dunes à l'Est et à l'Ouest. La palmeraie était jadis connue pour son maraîchage, produit en intercalaire des palmiers qui alimentait tous les marchés de Ouargla et alentours. Actuellement les conséquences dues aux défaillances de gestion d'eau ont affecté l'agrosystème.

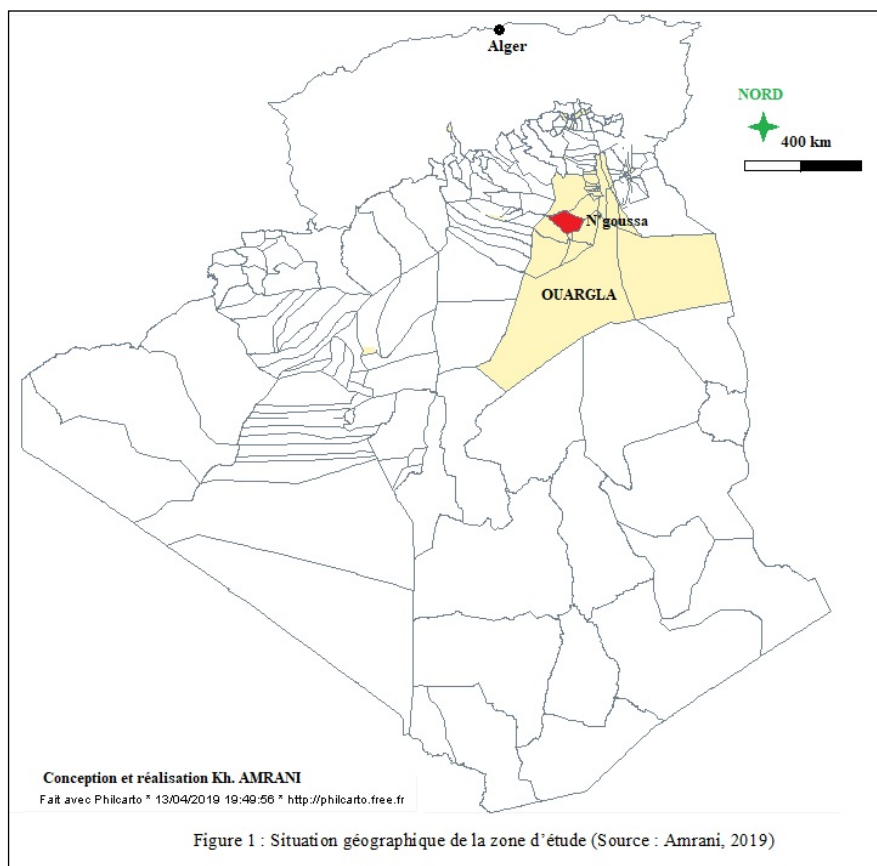


Figure 1 - Situation géographique de la zone d'étude (Source : Auteur)

1.1.- Méthodologie

Pour répondre à l'objectif assigné par l'étude, des enquêtes ont été réalisées auprès de 146 (106) agriculteurs au niveau de la palmeraie de N'Goussa. Cette dernière, considérée comme zone d'étude fut mise en secteurs et ce, après stratification. Chacun des secteurs étant représenté par les exploitations irriguées par un seul forage. Six (06) secteurs choisis au hasard correspondant à 6 forages ont fait l'objet d'étude. Au niveau de chaque secteur (forage) une vingtaine d'agriculteurs (entre 20 et 30) ont été interrogés. (Figure 2)

Le guide d'enquête a été bâti sur 4 items :

- La surface irriguée ;
- Le tour d'irrigation ;

- La durée d'irrigation (part d'eau) ;
- L'appréciation des agriculteurs à l'égard des parts d'eau attribuées.

Ces enquêtes ont été complétées par une collecte d'informations auprès des organismes technico-administratifs en agronomie saharienne pour permettre une lecture croisée des résultats, à l'image de l'ITDAS (Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne) qui a identifié une dose d'irrigation annuelle moyenne de référence de l'ordre de 17500 m³/ha/an. Par ailleurs, la subdivision de l'agriculture de N'goussa et l'ANRH (Agence Nationale des Ressources Hydriques), disposant, l'une comme l'autre, de normes techniques pour l'exploitation des forages.

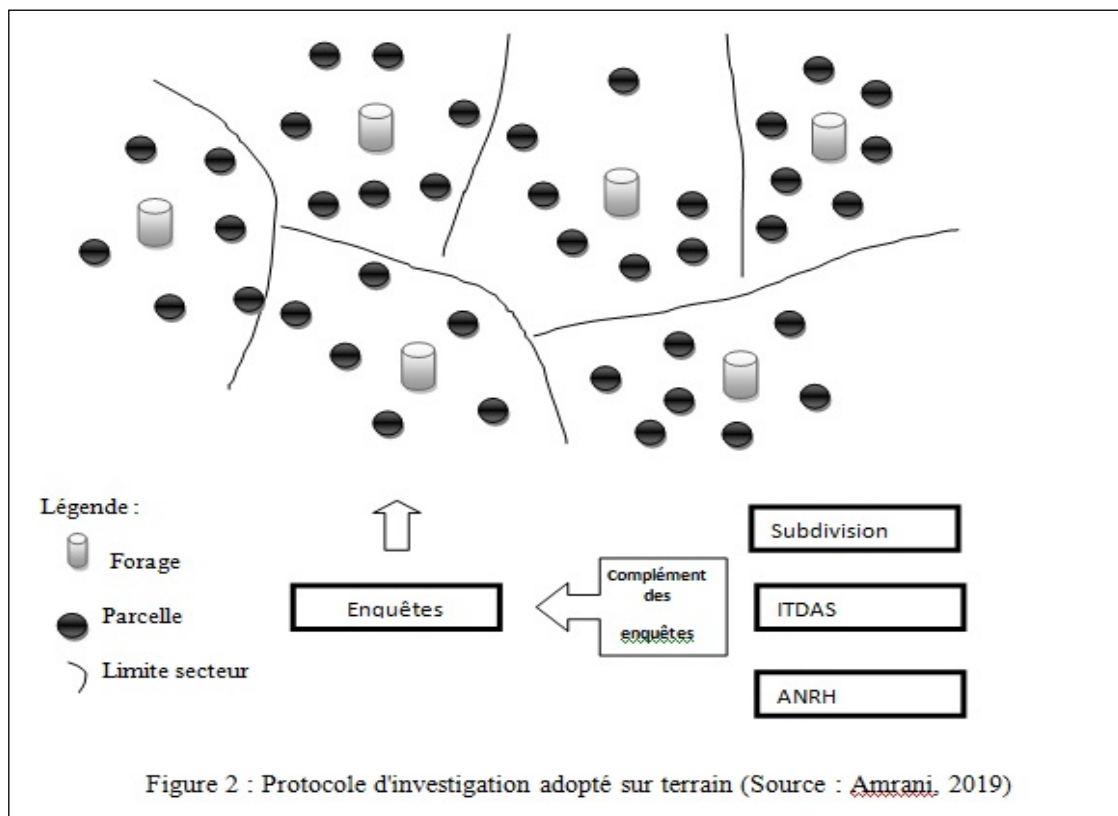


Figure 2 - Protocole d'investigation adopté sur terrain

2.- Résultats et discussion :

2.1.- Gestion actuelle de l'eau à l'échelle de la palmeraie

La subdivision de l'agriculture, en charge du pilotage de l'irrigation délègue cette tâche à un sourcier chargé de gérer le forage. L'eau mobilisée est issue de la nappe du miopliocène à une profondeur moyenne d'environ 60 m. Trois débits d'exploitation sont utilisés de façon à ne pas épuiser la ressource : 11 l/s, 20 l/s et 30 l/s. Ils correspondent à environ 80% du débit expérimental obtenu lors des essais [14].

Le tableau 1 synthétise les résultats des enquêtes. Chaque agriculteur adhère à une ou plusieurs sources selon sa superficie, son parcellaire, selon qu'il soit morcelé ou pas et la proximité de la parcelle vis-à-vis du forage. L'octroi des parts d'eau se fait par paiement selon la surface à irriguer. Le

sourcier est désigné pour gérer la distribution de l'eau.

Par référence à la norme recommandée par l'ITDAS en terme de besoin en eau du palmier dattier (entre 15000 et 20000 m³/ha/an, 17500 m³/ha/an en moyenne), il apparaît que certaines exploitations dépendantes des forages d'Ain N'sara et Ain Galoussen accusent un déficit en eau d'irrigation. Ces derniers sont respectivement de l'ordre de 50,6% soit - 8145 m³/ha/an, au lieu des 17500 m³/ha/an recommandés, pour Ain N'sara et de 54,3% soit -9507 m³/ha/an. En revanche, les autres parcelles dépendantes des forages Ain laârabe, Ain Guébliya et Ain Baalouche accusent un excédent hydrique estimé respectivement à +29,8%, +28,5% et +55,8%.

Tableau 1 - Gestion hydrique au niveau de la subdivision de N'goussa

Forages	Ain Nsara	Ain Galoussen	Ain Laârabe	Ain Guéblia	Ain Gharbouze	Ain Baalouche
Surf.Irrig (ha)	35,61	21,7	12,64	19,31	19,03	11,94
Nbre.Adh	25	36	23	31	12	13
Surf/adh (Moyenne)	1,42	0,6	0,54	0,62	1,58	0,91
Débit forage (l/s)	20	11	20	30	20	30
Durée fonctionnement en Heures / Jours / Mois	12/7/12	12/7/12	12/7/12	12/7/12	12/7/12	12/7/12
Volume mobilisé* (m ³ /ha/an)	8855,94	7993	24949,36	24497,16	16571,72	39618,09
Norme recommandée ITDAS	Entre 15000 et 20000 m ³ /ha/an (17500 m ³ /ha/an en moyenne)					

*(Source : Subdivision de l'agriculture de N'Goussa, ANRH et ITDAS, 2013/ 2014)

Volume mobilisé* (m³/ha/an) selon la formule : Débit forage x Durée fonctionnement forage / Surface totale irriguée par chaque forage / 1000 (pour résultat en m³)

Ce résultat concorde avec l'appréciation des 2/3 des agriculteurs enquêtés (37,5%) estimant l'eau insuffisante. Dans ce contexte, notre thème d'intervention en matière de renforcement de l'usage rationnel

de l'eau, comme indiqué par Jouve [15], consiste à améliorer les conditions de mobilisation de la ressource, afin d'éviter une surexploitation de l'eau.

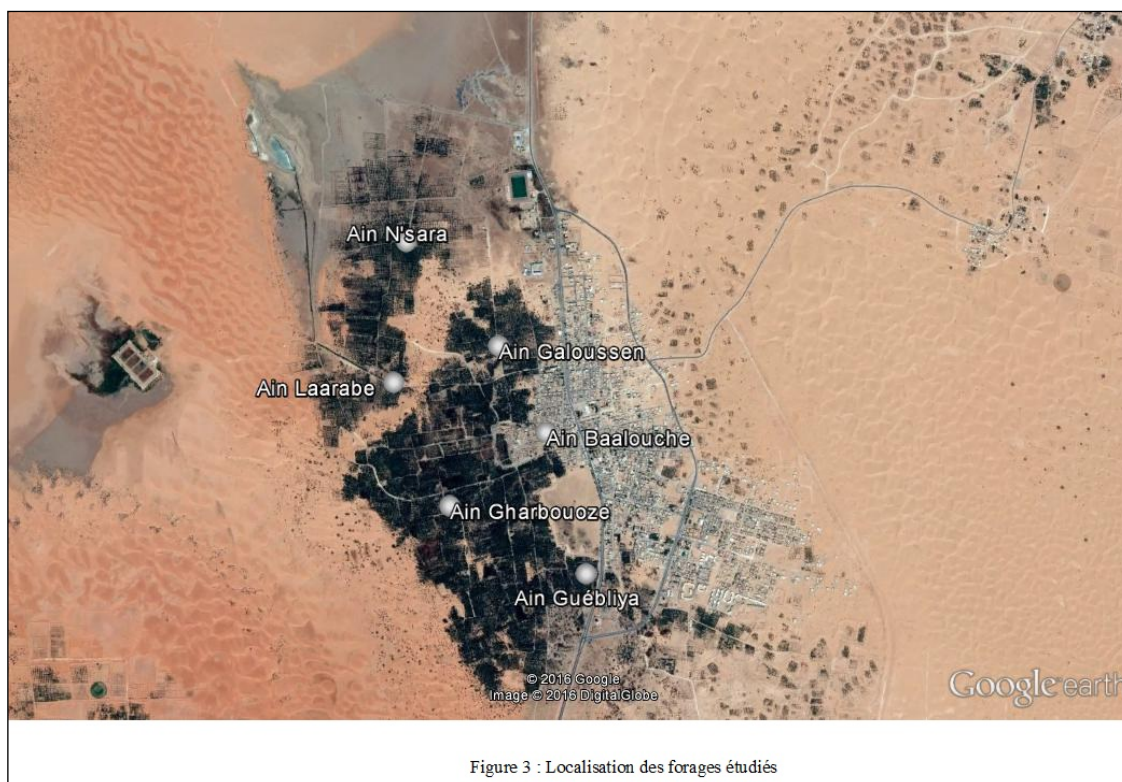


Figure 3 - Localisation des forages étudiés

La figure 3 représente la localisation des forages. L'amélioration des conditions de mobilisation de la ressource consiste à rediriger les forages excédentaires vers les forages déficitaires de telle sorte à réajuster

les volumes d'eau délivrés pour chaque secteur. Par ailleurs, la vétusté du réseau d'irrigation occasionne des pertes non négligeables, ce qui implique une rénovation du réseau à entreprendre.

1.1.- Gestion actuelle de l'eau à l'échelle des exploitations

Le principe de gestion de l'eau à l'échelle de l'exploitation repose sur l'attribution de parts en fonction, à priori, des besoins où chaque agriculteur paye un volume horaire

d'irrigation. La défaillance se situe à ce niveau. Certains utilisateurs surestiment leur besoin, ce qui expliquerait l'excédent hydrique enregistré. Le sourcier responsable des forages attribue les parts d'eau selon le paiement effectué. Or, ce niveau de contrôle

restreint ne suffit pas pour équilibrer la distribution de la ressource. C'est sur ce point

Le tour d'irrigation est géré actuellement à (2) = débit forage

un rythme de 2 fois par semaine durant les 6 mois les plus chauds de l'année (de mai à octobre) et 1 fois par semaine durant les 6 mois restant (de novembre à avril). Le volume horaire moyen, déduit à déclaration d'agriculteurs lors des enquêtes, était de 4h27' /ha / tour d'irrigation. Cela correspond à un volume d'eau annuel de :

- 13543 m³/ha/an pour un forage débitant à 11 l/s (1)
- 24624 m³/ha/an pour un forage débitant à 20 l/s(2)
- 36936 m³/ha/an pour un forage débitant à 30 l/s(3)

Ce résultat démontre que dans tous les cas de figure, il y a soit déficit (1) ou excédent hydrique (2) et (3).

Le réajustement du volume horaire de référence que nous proposons prend comme point de départ les besoins annuels d'eau recommandée par l'ITDAS (17500 m³/ha/an). La fréquence d'irrigation est de 72 par an (correspondant à 2 fois par semaine durant 6 mois et 1 fois par semaine durant les 6 mois restant). Cela signifie qu'à chaque irrigation 243 m³ d'eau sont apportés par hectare. Afin de convertir ce résultat en volume horaire en tenant compte des différents débits des forages, nous appliquons la formule suivante :

Volume horaire de référence (V_{hr}) = 243 x 10³ l/ha(1) / Q l/s (2)

(1) = volume d'eau délivré par chaque irrigation

précis que la subdivision qui chapote cette gestion devrait intervenir.

(2) = débit forage

-Pour un débit forage de 11 l/s, V_{horaire} = 243000/11 /3600 = 6h08'/ha

-Pour un débit forage de 20 l/s, V_{horaire} = 243000/20 /3600 = 3h22'/ha

-Pour un débit forage de 30 l/s, V_{horaire} = 243000/30 /3600 = 2h15'/ha

Ces résultats nous permettent de proposer un système d'équation pour le calcul d'une part d'eau en unité de temps en fonction de la surface.

$Y = 6,13x, (D_{\text{forage}} 11 \text{ l/s}) \dots (4)$

$Y = 3,36x, (D_{\text{forage}} 20 \text{ l/s}) \dots (5)$

$Y = 2,25x, (D_{\text{forage}} 30 \text{ l/s}) \dots (6)$

Il suffit alors de renseigner la surface (x) dans chaque équation correspondant à un débit forage, pour obtenir la part d'eau à attribuer à l'agriculteur. Pour convertir le résultat en heure et minute, il faudra multiplier les décimales par 60.

Exemple 1 : pour une surface de 0,1 ha et un débit de 11 l/s, $y = 6,13 (0,1) = 0,613$.

$0,613 (60) = 36$ minutes environ.

Cette proposition ne serait efficace que si la ressource est gérée de façon adéquate à l'échelle du territoire dans une optique de durabilité [16]. Ainsi, pour une durée de fonctionnement de 12 heures par jour durant 6 jours par semaine tout au long de l'année, les volumes d'eau mobilisés selon les débits des forages permettent l'identification d'une surface maximale d'irrigation comme indiqué dans le tableau 2.

Tableau 2 - Surface d'irrigation en fonction du débit des forages

	Volume d'eau annuel (m ³)	Volume référence	Surface optimale
D_{forage} = 11 l/s	136857,6	17500 m ³ /ha	7,82 ha
D_{forage} = 20 l/s	248832	17500 m ³ /ha	14,21 ha
D_{forage} = 30 l/s	373248	17500 m ³ /ha	21,32 ha

La surface optimale correspond à la surface maximale à ne pas dépasser.

La surface totale des parcelles à irriguer ne devrait pas dépasser le seuil fixé (surface maximale selon le débit forage et la durée de fonctionnement, tableau 2). Par la suite, l'attribution des parts d'eau doit faire appel aux équations (4), (5) ou (6).

Exemple 2 : pour un forage de 11 l/s, la surface maximale à ne pas dépasser est de 7,82 hectares. Au delà l'eau ne suffira pas et les besoins ne seront pas couverts générant ainsi une situation de stress hydrique chez la plante. Cela se répercutera sur la production, en quantité et en qualité moindre, donc sur la valeur marchande du produit final. C'est ce qui expliquerait actuellement, en partie, le manque d'intérêt vis-à-vis de la filière.

1.2.- Perspectives de développement

La durabilité et les processus de gestion constituent des enjeux du développement futur dans un contexte de croissance agricole continue [18] ; [19]

Notre vision en terme de développement concerne l'économie d'eau et le partage équitable de la ressource afin d'éviter des situations d'excédents hydriques. En effet, ce phénomène récurrent dans les palmeraies algériennes depuis la modernisation des techniques d'exhaure de l'eau, est à l'origine de plusieurs maux oasiens rapportés par de nombreuses contributions scientifiques : salinisation et alcalinisation des eaux, [20], absence de doses de lessivage et réseau de drainage défectueux [21] ; non application

Quant aux parts d'eau, on fera appel à l'équation $y = 6,13x / x = \text{surface de la parcelle}$, $y = \text{part d'eau en heure}$ (cf exemple 1).

L'amélioration de l'existant constitue un premier pas vers l'optimisation de la gestion de l'irrigation. En effet, l'eau n'est pas un facteur limitant dans la région de Ouargla car elle est abondante. L'anomalie se situe plutôt au niveau de la gérance souvent inappropriée aux conditions du milieu. Le sourcier, en ayant à sa disposition ces informations, pourrait procéder à un partage équitable de l'eau et de prévenir par la même occasion des tensions d'usages [17].

des coefficients d'ajustements des doses d'irrigations vis-à-vis de la salinité et de l'ambiance climatique de la palmeraie [22]. Les mesures à adopter à l'échelle de la palmeraie, consistent tout d'abord à limiter les fuites dues à la vétusté du réseau. Ensuite à l'échelle de l'exploitation, le recours à un système d'irrigation localisée tel le micro-jet connecté à un bassin d'accumulation. La technique du micro-jet nous paraît mieux adaptée que le goutte-à-goutte dont le premier inconvénient est l'infiltration lente de l'eau qui concentre l'humidité dans les horizons superficiels. Avec le temps le système racinaire des dattiers risque de s'affaiblir par ancrage peu profond, notamment chez les jeunes palmiers

nouvellement plantés. Les vents de sables violents pourraient alors faire coucher les dattiers. De plus les goutteurs sont sensibles au bouchage et à la corrosion très fréquente dans les oasis algériennes à cause de la dureté des eaux. En dépit du coût d'installation, s'ajoute le coût de la

maintenance, un autre inconvénient non négligeable du goutte-à-goutte. L'avantage du micro-jet réside dans l'apport d'un volume d'eau ni trop brutal, cas de la submersion débitant à 3600 l/h, ni trop lent, cas des goutteurs débitant à 4 l/h. (Figure 4).

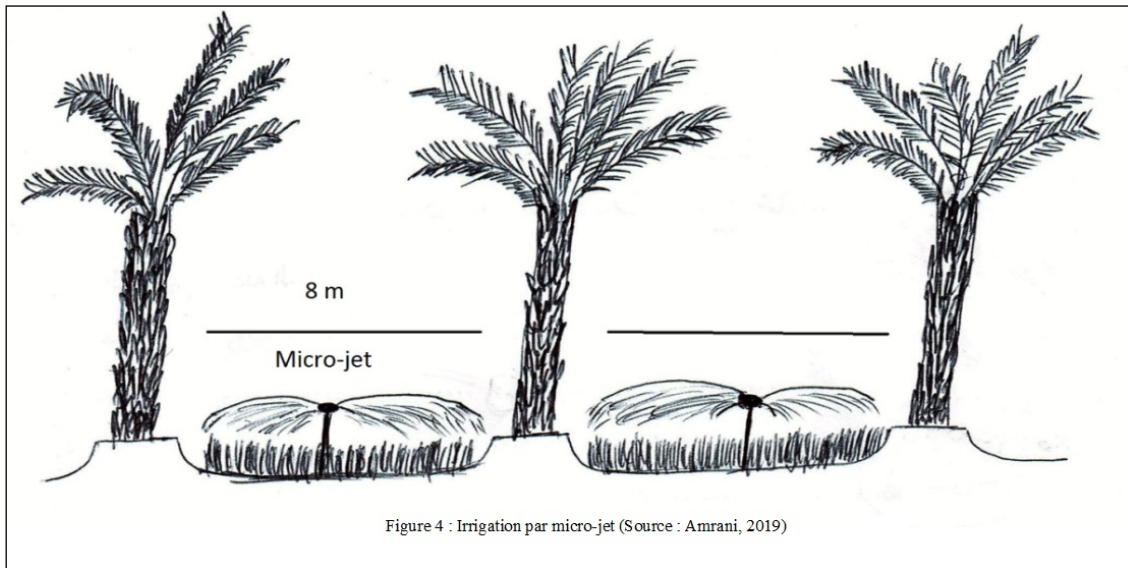


Figure 4 - Irrigation par micro-jet.

La portée des micro-jets ne devrait pas dépasser les 8 m, portée maximale des parcelles intercalaires pour permettre le respect d'une densité à l'hectare appropriée pour une palmeraie ni trop ouverte, ni trop serrée : 100 palmiers / ha équidistant de 10 x 10 m. (Source : AMRANI, 2019)

Le système devrait être connecté à un bassin de rétention dont la capacité serait proportionnelle à la dose d'irrigation par hectare. Elle correspond à 243 m³. Les dimensions du bassin seraient en conséquence de 10 x 10 x 2,5 m. Pour les petites exploitations inférieures à 1 ha de superficie, il est possible de s'associer pour le partage à la fois des frais et des parts d'eau, notamment pour les parcelles inférieures à 1 ha. Ces aménagements hydro-

agricoles pourraient servir également de réservoir pour les pompiers lors des incendies des palmeraies. Un phénomène qui prend de l'ampleur depuis 10 ans dans les palmeraies de Ouargla. Ces incendies dévastateurs résultent de l'incapacité des équipements anti-incendie à accéder à palmeraie. La présence de ces bassins faciliterait la tâche avec une simple pompe flottante [23].

Conclusion

La gestion appropriée de l'eau dans les oasis du Sahara Algérien est une nécessité absolue. Il est primordial de mobiliser tous les acteurs et institutions agricoles pour optimiser la gestion d'une denrée à forts enjeux socio-économiques. L'eau fut à l'origine de l'apparition et de l'épanouissement des oasis et est aujourd'hui à l'origine de leur dégradation à cause d'une gestion inappropriée. En effet, malgré la disponibilité des réserves, l'utilisation à outrance de la denrée génère des problèmes d'excédents hydriques à l'origine de la salinisation des sols et de nombreuses anomalies sous-jacentes. Le surplus d'eau outre de pénaliser les agriculteurs, ne profite pas aux cultures, ce qui constitue un gaspillage préjudiciable pour la pérennité de la ressource aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif. Dans la palmeraie de N'goussa, le manque de maintenance, les mauvais choix techniques

et la gestion inadéquate des ressources sont signalés. Notre constat nous a amené à proposer un plan d'aménagement qui repose sur le principe de l'amélioration de l'existant puis éventuellement selon les possibilités, l'introduction de techniques innovantes. Ce à quoi aspire la présente étude proposant un réajustement des parts d'eau de façon à assurer une équité d'accès à la ressource. Ensuite, en termes d'innovation, nous proposons un système d'irrigation localisée par micro-jets, raccordée à un bassin de rétention permettant de lutter contre le fléau des incendies des palmeraies. L'attribution des parts d'eau doit être corrélée aux données techniques du terrain, des parcelles et des forages. Il incombe aussi aux services concernés de procéder à des réajustements permanents des parts d'eau en fonction des campagnes d'actualisation des données hydriques.

Remerciements :

Nos vifs remerciements sont adressés aux institutions qui ont bien voulu nous fournir des données pour la réalisation de ce travail et notamment l'ANRH, Monsieur

Benhamida Slimane (Chef de service), Le Directeur, Mr Kahloul et le responsable de la cellule irrigation, Abdelmadjid, de la Subdivision de l'Agriculture de N'goussa,) et Monsieur Ouamer Mabrouk Directeur de l'ITDAS de Hassi Ben Abdellah.

Références bibliographiques

- [1]. OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel), 2003- Système Aquifère du Sahara septentrional. Gestion commune d'un bassin transfrontière. 1ere édition rapport de synthèse, 148 p
- [2]. Le marchand, 2008- Les nappes fossiles du Sahara. La Recherche 421: 60-64
- [3]. ANRH, 2014 – Données hydrologiques. Agence Nationale des Ressources Hydriques

(ANRH), Direction d'Ouargla.

- [4]. Baruch J.-O, 2008- Bernard Barraqué : « L'eau doit rester une ressource partagée ». Interview revue La Recherche 421 juillet-août.
- [5]. Senoussi. A, 2011- La foggara ; quel avenir pour un système hydraulique multiséculaire ? in colloque international sur la foggara, Adrar (Algérie) du 9 au 11 avril 2011.
- [6]. Guillerrou. Y, 2015 – La terre, l'eau et

l'arbre ; enjeux fonciers, politiques publiques et stratégies des producteurs ruraux dans les zones arides du Maghreb. Options méditerranéennes, B 72, pp 199-213.

[7]. Cote. M, 1998 – Des oasis malades de trop d'eau ? Revue sécheresse 1998 ; 9 (2) : 123-30

[8]. Idder.T, 2007- Le problème des excédents hydriques à ouargla : situation actuelle et perspectives d'amélioration.

[11]. Rouvillois-Brigol. M, 1971- Les transformations de l'oasis de Ouargla, aspects et problèmes, in actes colloque de Ouargla : problèmes de développement du Sahara septentrional, institut de géographie, université d'Alger.

[12]. Chaba. M, 2002 - Une vieille cité devenue métropole : Ouargla », revue méditerranée, tome 99, n°34, pp.103-106.

[13]. Kouzmine.Y et Avocat. H, 2007- L'eau et les territoires sahariens en algérie, mutations et enjeux. Andru - crasc. Colloque international eau, ville et environnement, nov 2007, oran, algeria. 255p. <halshs-00389860>

[14]. Subdivision agriculture, 2014 – Statistiques agricoles. Subdivision de l'agriculture de N'goussa.

[15]. Jouve. P, 2012 - Les oasis du Maghreb, des agro-écosystèmes de plus en plus menacés. Comment renforcer leur durabilité ?, Courrier de l'environnement de l'INRA n°62, octobre pp 1-9

[16]. Nciri. R, Rjeb. H et Moussa. M, 2015 – Les paysages de l'eau dans la région du nord-ouest de la Tunisie : Gouvernorat de Beja, Jendouba, Le kef et Siliana. Revue des régions arides n° 37 (2/2015) : pp 43-70

[17]. Plan bleu, 2013- www.planbleu.org

[18]. Ould Baba Sy. M, 2005- Recharge et paléorecharge du système aquifère du Sahara septentrional, thèse de doctorat de

Revue sécheresse 2007 ; 18 (3) : 161-7

[9]. Erraki. S, 2007 - Estimation des besoins en eau des cultures dans la région de tensift al haouz : modélisation, expérimentation et télédétection. Thèse de doctorat, 128 p

[10]. Khene. B, 2013 - Dynamique des systèmes de production phoénicoles et promotion de la filière « dattes » : perspectives de développement - Cas de la région de Ghardaïa. Thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah d'Ouargla, 243p. géologie, université de tunis, 261p.

[19]. Daoudi. A et Lejars. C, 2016 - De l'agriculture oasisienne à l'agriculture saharienne dans la région des Ziban en Algérie. Acteurs du dynamisme et facteurs d'incertitude. Article NEW MEDIT N. 2/2016, pp 45-52.

[20]. Koull. K, Kherraze. M.H, Lakhdari. K, Benzaoui. T, Helimi. S, Laouissat. M.S, Kherfi. Y, Bougafla. A, Mimouni. F, Mezrag. M et Benazzouz. M.T, 2013 - Eaux d'irrigation et salinisation des sols des périmètres irrigués dans la vallée de l'Oued Righ ; Journal Algérien des Régions Arides n° spécial. pp 98-102

[21]. Mouhouche. B, 1999– L'avenir de l'agriculture saharienne dépend de la maîtrise de la salinisation des sols et de la valorisation de l'eau d'irrigation et de drainage. Séminaire, les deuxièmes journées scientifiques de l'INRAA : Quelle prospective pour l'agriculture saharienne ? Touggourt, les 11, 12 et 13 octobre.

[22]. Toutain. G, 1979- Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. ed. Inra-Gret, Paris

[23]. Protection Civile, 2017 – Bilan des interventions contre les incendies des palmeraies dans la cuvette d'Ouargla. Rapport d'état, 22p. Direction de la protection civile de Ouargla.