Performances de la gestion collective de l'irrigation et dynamique d'expansion des forages privés dans la plaine de Kairouan

Amal Azizi*, Sylvie Morardet**, Marielle Montginoul**, Jean-Louis Fusillier*
*Cirad, Umr G-Eau, Montpellier, France **Irstea, Umr G-Eau, Montpellier, France

Amal Azizi, Cirad, Umr G-Eau, Montpellier, France, amal.azizi@cirad.fr
Sylvie Morardet, Irstea, Umr G-Eau, Montpellier, France, sylvie.morardet@irstea.fr
Marielle Montginoul, Irstea, Umr G-Eau, Montpellier, France, marielle.montginoul@irstea.fr
Jean-Louis Fusillier, Cirad, Umr G-Eau, Montpellier, France, jean-louis.fusillier@cirad.fr

Résumé

En Tunisie, les performances de la gestion collective des périmètres irrigués par des associations d'usagers (les GDA – Groupements de Développement Agricole) sont considérées comme globalement médiocres. Cependant les évaluations disponibles actuellement n'expliquent pas tous les facteurs à l'origine de cette dégradation et n'abordent pas les conséquences qui en résultent pour la demande en eau agricole et le développement de l'irrigation individuelle. L'article développe une analyse des problèmes des GDA et des causes de l'échec de cette gestion collective basée sur l'exploitation d'une ressource souterraine, en prenant pour cas d'étude 22 périmètres publics irrigués (PPI) situés sur l'aquifère de Kairouan, en Tunisie centrale.

L'analyse s'appuie sur des entretiens individuels avec les membres des GDA mais également des représentants de l'administration en charge de l'agriculture locale (CRDA) et du conseil agricole (CTV). A partir des données recueillies, nous avons construit une grille d'analyse des performances des GDA. Cette grille permet de proposer une typologie des situations rencontrées : 3 types de GDA ont été identifiés.

Dans un second temps, nous décrivons finement la situation dans quelque GDA choisis comme représentatifs de la diversité existante. Cette analyse descriptive nous permet d'expliquer les écarts de performance observés entre GDA et de révéler les facteurs qui ont amené à leur situation actuelle.

Le papier se conclut par une analyse des conséquences de la dégradation du service fourni par ces groupements sur l'apparition d'une nouvelle dynamique d'expansion des forages privés et d'un arbitrage entre deux sources d'irrigation : l'eau des GDA et l'eau des forages privés.

Mots clés : Eau souterraine, associations d'usagers, performance, forages privés, surexploitation, irrigation, Tunisie

Abstract

In Tunisia, the performances of collective management of irrigation schemes by water users associations (GDA – Agricultural Development Group) are poorly assessed. However, existing assessments do not explain all the factors of this degradation and do not address the consequences for agricultural water demand and the development of individual irrigation. This paper proposes an analysis of the GDAs' problems and of the reasons of this collective management based on the exploitation of an underground resource's failure, taking as a case study, 22 public irrigation schemes situated on the aquifer of Kairouan, in central Tunisia. This analysis is based on individual interviews with GDAs' members, and representatives of the regional agricultural administration (CRDA) and the agricultural advisory service (CTV). Based on this information, we have created a grid to analyze the performances of GDA. This allows building a typology of GDAs' situations: 3 types of GDAs have been identified.

Then, we describe the situation in selected GDAs, representative of the existing diversity. This descriptive analysis allows us to explain the observed discrepancies in GDAs' performance and to reveal the factors that led to their current situation.

The paper concludes with an analysis of the consequences of the deterioration of the service provided by these groups on the emergence of a new dynamics of expansion of private boreholes and of an arbitration between two sources of irrigation: water from GDA And water from private boreholes.

Keywords: groundwater, water user association, performance, private boreholes, overexploitation, irrigation, Tunisia

I. Introduction

L'eau est une ressource vitale, elle est indispensable pour tout développement socioéconomique. Cette intime relation entre développement et disponibilité de la ressource en eau est d'autant plus marquée dans les sociétés dont le développement est basé en grande partie sur l'agriculture, très consommatrice en eau (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et al, 2008), comme c'est le cas de la Tunisie.

Dans ce pays, la contribution du secteur agricole au PIB atteint en 2014, 14,8%. Le secteur irrigué représente seulement 8% de la superficie agricole utile (SAU) mais participe à hauteur de 35% à la valeur totale de la production agricole, à 20% de la valeur des exportations agricoles et à 20% de la création d'emplois agricole. L'irrigation est considérée comme un impératif pour le développement de l'agriculture : la Tunisie, comme tout pays méditerranéen, est soumise aux caprices du climat avec une la pluviométrie caractérisée par la rareté et une grande variabilité saisonnière et interannuelle. Le recours à l'irrigation est donc nécessaire pour certaines cultures (maraîchage, arboriculture, fourrage). Or, les ressources en eau du pays sont limitées et ne permettent pas de satisfaire une demande en nette croissance, ce qui conduit à des situations de pénurie, qui mettent en péril la durabilité de l'agriculture irriguée et des ressources en eau et exige la rationalisation de sa gestion.

C'est dans ce contexte de rareté de la ressource en eau que la Tunisie a connu au cours des dernières décennies de profondes transformations de sa politique de l'eau. Comme dans les autres pays du Maghreb, on peut distinguer schématiquement deux grandes périodes dans la politique de gestion de l'eau agricole : La première phase (1960-1980), dite de grande hydraulique, visait à accroître l'offre. Elle a réussi à mobiliser plus de 90% des ressources potentielles. Devant l'accroissement des coûts de mobilisation, la limitation des ressources encore disponibles et la demande en eau toujours croissante, une seconde phase de gestion plus orientée vers la gestion de la demande en eau s'est développée à partir des années 1980, encouragée par les organisations financières internationales comme la Banque Mondiale. Elle s'est traduite notamment par la mise en place de la tarification de l'eau et d'incitations financières pour le développement de techniques d'irrigation plus efficientes à l'échelle des exploitations, ainsi que par le transfert, au moins partiel, de la gestion aux associations d'usagers nouvellement créées (GDA). Cette politique n'a pas eu tous les effets escomptés, notamment de la prise en compte de considérations sociales dans la fixation des tarifs de l'eau, (Mouri et Marlet, 2006). En parallèle, face aux performances insatisfaisantes de l'irrigation collective, l'irrigation individuelle à partir des ressources en eau souterraines s'est développée de façon invisible d'abord puis de plus en plus évidente, conduisant à des situations de surexploitations des nappes. Ce mouvement a été qualifié par certains auteurs de « révolution silencieuse » (par exemple Llamas et Martinez-Santos, 2005). Une troisième phase, plus incertaine s'ouvre aujourd'hui après la révolution du Jasmin : la plupart des périmètres publics irrigués connaissent des dysfonctionnements graves, et le service des GDA se dégrade de façon notable. Nous allons présenter dans ce papier, l'évolution institutionnelle de la gestion de l'eau en Tunisie et les différentes politiques de gestion des ressources en eau souterraines. Nous nous attacherons ensuite à évaluer et à expliquer les performances des GDA (groupements de développement agricole). Ces GDA sont alimentés par des forages installés dans une nappe en concurrence avec des prélèvements privés. Nous terminerons par une analyse des relations entre la dégradation du service des GDA et l'expansion des forages privés.

II. Contexte et problématique

Le développement de l'agriculture irriguée et la mobilisation des ressources en eau a constitué un axe privilégié de la politique publique tunisienne depuis les années 1970, (Ministère de l'Agriculture, 1997). Il y avait en réalité un double objectif à caractère socio-économique : amélioration de la sécurité alimentaire au niveau national et soutien des revenus des petits agriculteurs dans des régions rurales souvent démunies. En effet, cette agriculture a joué le rôle de moteur du développement régional et a permis la restructuration de l'espace rural par la diversification des activités économiques qui y sont menées.

Les efforts déployés pour la mobilisation des ressources en eau ont été accompagnés par des incitations financières conséquentes de la part de l'Etat, par le développement de marchés et de filières agro-industrielles diversifiées pour les besoins de la consommation intérieure ou pour l'exportation et par des évolutions technologiques favorables de forage et de pompage d'eau (passage de l'énergie animale à l'énergie thermique puis à l'énergie électrique permise par l'extension des réseaux électriques dans les zones rurales). Ainsi, le nombre de puits avec des pompes électriques en Tunisie est passé de 60 415 en 1980 à 128 400 en 2000, soit une croissance annuelle de 5,6%. Cette tendance a également été observée pour les puits équipés par des pompes modernes à énergie solaire, dont le nombre est passé de 23 061 en 1980 à 86 965 en 2000, soit une augmentation annuelle de 6,8% (Frija et al., 2015).

Cette situation a entraîné une demande en eau agricole de plus en plus importante et en conséquence une tendance à l'exploitation intensive des ressources en eau, notamment des ressources souterraines phréatiques facilement accessibles. Plus de 43% de l'eau utilisée pour l'irrigation provient aujourd'hui des ressources souterraines (MARH. 2007), et 75% des eaux souterraines sont utilisées par les activités agricoles.
Le revers de la médaille a été la surexploitation de certaines nappes, phénomène pernicieux se traduisant sur le plan hydrogéologique par un abaissement continu du niveau piézométrique des nappes, une réduction de la productivité des ouvrages de captage et une rupture d'équilibre entre l'eau douce et l'eau salée favorisant l'intrusion du biseau salé. En effet, sur 273 aquifères, 71 sont surexploités avec un taux moyen d'exploitation de 146% (Centre international de Tunis pour les technologies de l'environnement, 2009).
Au-delà de la durabilité de la ressource, la surexploitation des nappes pose la question du devenir même de l'activité irriguée.

C'est le cas en particulier pour la plaine de Kairouan en Tunisie centrale, où la présence d'une nappe souterraine en libre accès a permis le développement des périmètres publics irrigués (actuellement au nombre de 22, gérés par des groupements de développement agricole (GDA) et l'expansion des cultures irriguées. Le morcellement des exploitations agricoles, et l'augmentation continue du prix des intrants (y compris les tarifs de l'eau) dans ces territoires irrigués ont conduit à une diminution des revenus des agriculteurs, incitant les irrigants à s'orienter vers des cultures à haute valeur ajoutée, pour rentabiliser ces petits lots de terre. Mais ces cultures sont plus consommatrices en eau, entraînant une situation de déséquilibre entre l'offre et la demande et une pression sur la ressource en eau souterraine.

Ce déséquilibre est encore accentué par les dysfonctionnements de la distribution de l'eau dans ces PPI, avec des risques fréquents de pannes et des tours d'eau très longs. Après la révolution tunisienne, la situation dans ces périmètres publics irrigués s'est aggravée : les irrigants refusent de payer leurs redevances d'eau, ce qui conduit à un déséquilibre financier des GDA qui les empêche de payer leurs charges d'électricité. Ce scénario aboutit à des coupures d'électricité et une dégradation accrue du service des GDA, engendrant une compétition entre les usagers pour accéder à la ressource et une frénésie d'installation de forages privés. Le taux de surexploitation de la nappe atteint, 143% en 2015, donnant lieu à un rabattement annuel de plus de 1,5 m.
La dégradation locale des niveaux piézométriques a entraîné un approfondissement anarchique des puits et un renchérissement du coût énergétique de pompage, d'où cette demande pressante des agriculteurs pour l'électrification des puits. Plusieurs raisons expliquent ce choix apparemment sous-optimal : l'accès individuel à la nappe, relativement facile pour les agriculteurs qui ont les moyens de payer un puit ou un forage, leur permet de s'affranchir des négociations avec les autres agriculteurs et les responsables gouvernementaux et de surmonter l'insuffisance et l'irrégularité des quantités d'eau fournies par les GDA. En outre, l'utilisation des ressources souterraines dans cette zone a contribué à la transition économique et sociale de nombreux agriculteurs (Llamas and Martínez-Santos 2005).

Ce travail vise à réaliser un diagnostic de la situation des GDA dans la plaine de Kairouan, à évaluer la performance de la gestion des infrastructures d'irrigation dans ces PPI et à cerner les facteurs discriminants qui expliquent leur réussite ou au contraire leur dysfonctionnement. Nous n'avons pas utilisé de définition préétablie de ce qu'est un GDA « performant ». Au contraire, nous avons utilisé les indicateurs qui reflètent, selon les acteurs, le niveau de performance de chaque GDA.

Au-delà de l'évaluation des performances, nous cherchons à comprendre les liens entre la dégradation du service d'approvisionnement en eau d'irrigation par les GDA, et le nombre de forages privés : l'augmentation continue du nombre des forages privés est-elle une cause ou une conséquence du dysfonctionnement de la gestion collective dans la plaine de Kairouan ?

Avant d'analyser ces niveaux de performance et identifier leurs conséquences, on va aborder dans la partie suivante les différentes politiques et évolutions institutionnels qu'a connues la Tunisie pour gérer ces ressources en eau.

III. La stratégie de promotion des associations d'usagers en Tunisie

La gestion communautaire des eaux, notamment souterraines, est une tradition ancestrale qui remonte au XIIIème siècle. , Elle a subi plusieurs modifications au cours de l'histoire du pays. L'eau était considérée comme un don de Dieu, et était une propriété individuelle et indépendante de la terre. Après la colonisation française en Tunisie (1881), l'administration du protectorat est intervenue pour organiser le secteur de l'eau, poussée par une logique modernisatrice. La domanialité publique a été instituée par l'administration coloniale à partir de 1885 en Tunisie centrale, pour inciter à la gestion collective des projets d'épandage des eaux de crue dans le cadre de « syndicats d'arrosage », (Mouri et Marlet, 2006). Le premier syndicat d'arrosage est créé à ZarZis en 1896. Ces associations de sont multipliées par la suite avec les associations syndicales de propriétaires des oasis créées entre 1912 et 1920 en vue de gérer les eaux souterraines fossiles du Sud, puis les associations spéciales d'intérêt hydraulique (ASIH) instituées en 1933 dont les attributions s'apparentaient déjà à celles des associations d'intérêt collectif (AIC), lesquelles ont fait leur apparition en 1936. Les textes réglementaires y afférents avaient unifié à cette date toutes les associations existantes. Le Code des Eaux de 1975 a entériné, en fait, le modèle des AIC de 1936.
Pour accompagner la phase de mobilisation des ressources en eau, le code des Eaux a confié la gestion du Domaine Public Hydraulique (DPH) (qui regroupe eaux de surface, eaux souterraines ainsi que les ouvrages qui servent à leur exploitation et utilisation) au Ministère de l'Agriculture[1] qui a encouragé le développement des périmètres publics irrigués (PPI). Ceci a engendré une explosion des superficies irriguées et treize Offices de mise en valeur agricole (OMIVA) ont été créés entre 1958 et 1980.

En vue d'assurer le développement des territoires ruraux en l'absence d'autres activités économiques et pour répondre à une demande en croissance de production agricole, le Ministère de l'Agriculture a encouragé le développement des PPI. Les superficies des périmètres publics irrigués ont alors explosé et treize Offices de mise en valeur agricole (OMIVA) ont été créés entre 1958 et 1980 (remplacés par les Commissariats régionaux au développement agricole (CRDA)[2] en 1991). La gestion des PPI a alors été confiée soit au CRDA soit aux AIC selon la complexité et l'importance de l'aménagement.

Le contexte socio-politique des années 1980 en Tunisie, et notamment le programme d'ajustement structurel (1986) visant au désengagement progressif de l'Etat, a été favorable à la décentralisation et à la promotion de la gestion autonome des ressources naturelles au moyen d'une participation plus active des groupements locaux. On espérait que les populations rurales, en prenant en main leurs propres affaires, seraient plus motivées pour protéger les ressources et les équipements publics, et éviter les gaspillages qui accompagnent souvent l'utilisation des biens communs et des services publics.

[1] Le ministère de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques (MARH) est l'autorité de tutelle organisant les différentes structures chargées de la gestion de l'eau.

[2] Les CRDA sont des établissements publics. Ils représentent les services de l'administration centrale dans chaque gouvernorat.

Les AIC sont devenus au début des années 2000 des groupements d'intérêt collectif (GIC) sous contrat avec les CRDA, puis des Groupements de développement agricole (GDA) à la fin 2007. Les AIC étaient contrôlées à l'échelle régionale par un groupement d'intérêt hydraulique (GIH) installé dans chaque gouvernorat et présidé par le gouverneur. Ce GIH a été remplacé en 2005 par la Commission Consultative des Organismes Professionnels dans le secteur de l'agriculture et de la pêche, qui assure la planification, la coordination, la supervision et le contrôle, ainsi que l'encadrement et le renforcement des capacités, pour tous les aspects de la gestion de l'eau.

Les GDA sont aujourd'hui placés sous la tutelle de la représentation locale du ministère de l'Agriculture : le CRDA, qui est chargé des fonctions d'appui et de contrôle. Ils sont liés aux CRDA par un «contrat de gérance» portant sur les équipements qui leur sont remis, et signent avec les usagers des «contrats d'abonnement» aux formes variables (paiements au volume, à la durée, …). Ils délivrent de l'eau à leurs adhérents, et parfois aussi à des agriculteurs abonnés mais non-adhérents (ils achètent de l'eau du GDA mais ne lui payent pas de cotisation annuelle). Les acteurs impliqués au quotidien dans la gestion du GDA sont le conseil d'administration (CA), théoriquement élu par les adhérents (bénéficiaires qui payent leur tarif d'adhésion) et un personnel technique composé d'agents salariés du GDA chargé de la gestion technique (ouverture et fermeture des vannes) et financière (facturation des redevances hydrauliques) : directeur technique - DT et pompiste).
La **Figure 1** résume les quatre grandes phases de mise en place des associations d'usagers, identifié par Mouri et Marlet (2006), ainsi que les tâches qui leur ont été attribuées dans chacune de ces phases.

IV. Les politiques de préservation des ressources souterraines

Les efforts d'investissement dans l'aménagement hydro-agricole et les différentes mesures d'incitation à l'organisation collective des usagers pour la gestion de la ressource en eau, ont permis l'extension des superficies irriguées et l'augmentation de la production agricole. L'Etat a progressivement pris conscience de la nécessité d'accompagner ce développement de l'agriculture irriguée par des tentatives de préservation des ressources en eau surtout les ressources en eau souterraines.
En Tunisie, il existe une longue réflexion, commencée depuis la promulgation du code des eaux en 1975, sur la nécessité d'une gestion durable des ressources en eau souterraines. En effet, ce code précise que ce type de ressource appartient au DPH, et prévoit la délivrance d'une autorisation pour l'utilisation d'eau souterraine, pour des forages supérieurs à 50 m, et l'établissement de périmètres de sauvegarde et d'interdiction (Faysse et al., 2011).

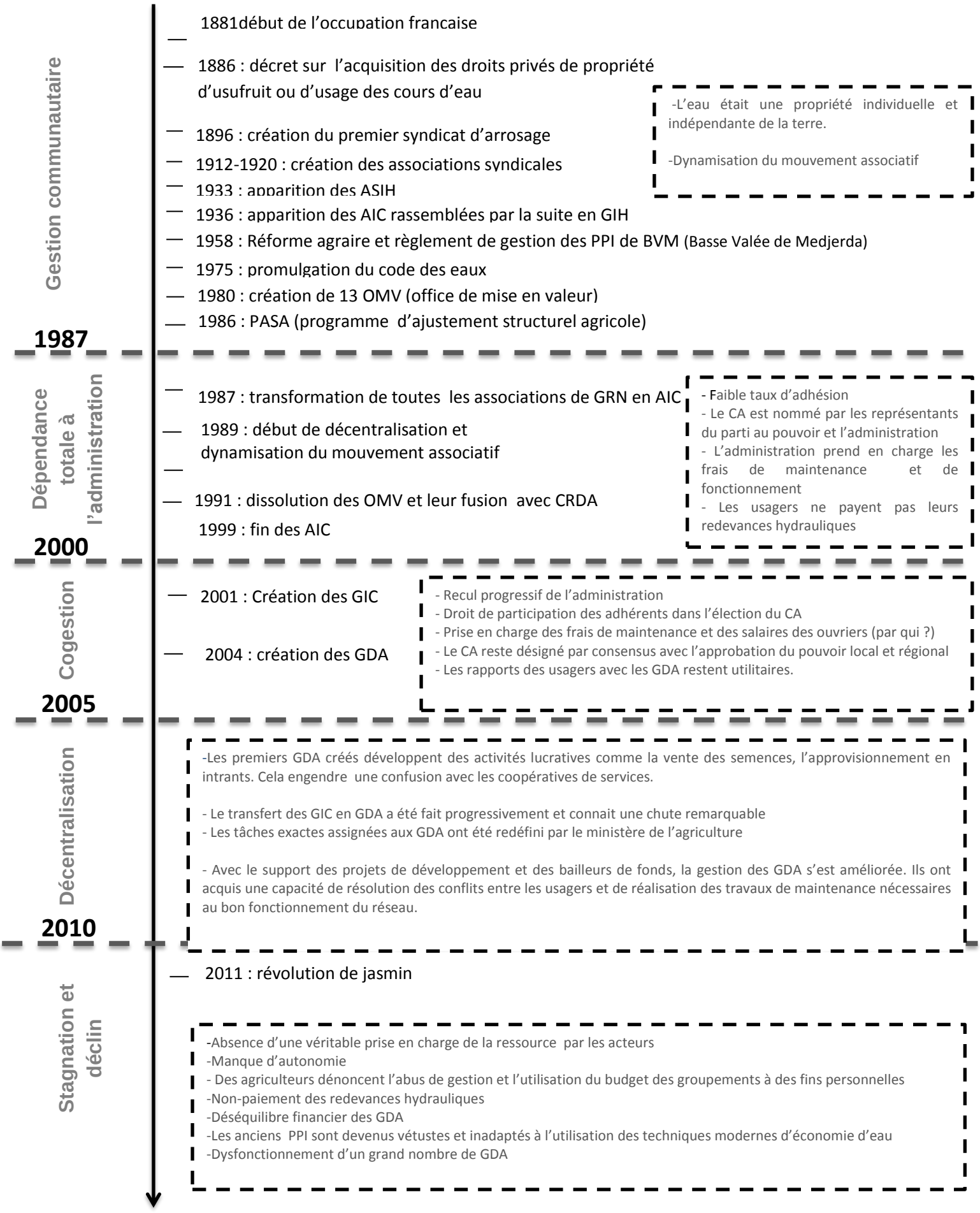

Figure 1 : Evolution de la gestion institutionnelle de l'irrigation en Tunisie

Au niveau central du Ministère de l'Agriculture, la DGRE (direction générale des ressources en eau) est chargée notamment de la supervision générale de la gestion des ressources souterraines. Au niveau déconcentré du gouvernorat, le CRDA, à travers notamment son arrondissement des ressources en eau (ARE), abrite des agents assermentés chargés de la Police des Eaux (Agence Française de Développement, 2014).
Par ailleurs, des initiatives de recharge des nappes ont été mises en place depuis 1960, représentant 64 millions de m3 en 2006 sur 21 nappes souterraines selon le Rapport National sur l'Etat de l'Environnement de 2007, (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 2007). Des lâchers du barrage Nebhana sur des plaines d'inondation ont ainsi permis de réalimenter la nappe de Kairouan. Cependant les volumes infiltrés ne sont pas suffisants pour avoir un impact sur l'ensemble de la nappe.

Depuis les années 2000, malgré la volonté affirmée du Ministère de l'Agriculture de confier aux GDA la gestion des eaux souterraines dans leur zone de fonctionnement et en particulier le contrôle des forages, une telle approche n'a été initiée en pratique que dans le cas du GDA de Bsissi dans le Gouvernorat de Gabès (Faysse et al., 2011). Par rapport au reste du pays, les améliorations en termes de gestion de la ressource sont nombreuses : les puits illégaux ont été rebouchés et la construction de nouveaux forages gelée. Les volumes prélevés pour l'irrigation diminuent et les surfaces irriguées se sont réduites. Malgré ces avancées, le développement de l'association stagne depuis quelques années et notamment depuis les évènements révolutionnaires de 2011. Cette expérience positive demeure fragile et unique en Tunisie. Dans la perspective d'une reproduction de cette expérience de gestion communautaire, plusieurs conditions devraient être réunies tels que la rénovation du Code des Eaux pour tenir compte de l'évolution actuelle de l'exploitation des nappes en surexploitation, le développement d'un programme spécifique pour la gestion participative des nappes qui serait intégré à la politique nationale de promotion des GDA, le partage des rôles entre les différents acteurs et les parties prenantes et l' élaboration des méthodes et des programmes de sensibilisation, d'animation et de formation au profit des représentants des élus locaux. (Agence Française de Développement, 2014).

L'administration est donc orientée plutôt vers un contrôle des nouveaux creusements de puits et de l'approfondissement des points de prélèvement existants. Ceci est plus aisé lorsque le toit de la nappe est à plus de 70 m de profondeur, car il n'est alors plus possible pour les agriculteurs de creuser des puits à la main. Ils doivent alors recourir à l'utilisation de foreuses, dont il est plus facile théoriquement de contrôler l'activité. Récemment le contrôle des volumes prélevés par le biais de la consommation électrique a été envisagé, mais non encore mis en œuvre (Faysse et al, 2011).
Malgré les différentes tentatives pour la préservation des ressources souterraines, la faiblesse des moyens alloués aux tâches régaliennes dans un contexte de pression sur les moyens humains et budgétaires des CRDA a engendré des difficultés croissantes à mettre à jour des inventaires précis des prélèvements dans un contexte général souvent laxiste (approfondissements non déclarés des ouvrages existants, création non déclarée d'ouvrages nouveaux en nappes phréatiques, absence de moyens de mesure, dépassement des volumes autorisés par la concession, …) (Agence Française de Développement, 2014).
Ces phénomènes ont été exacerbés après les évènements révolutionnaires de janvier 2011, les administrations publiques ont une présence et une activité bien plus faible dans les zones rurales et les ressources deviennent de plus en plus menacées.

Ayant parlé du contexte tunisien, des politiques de la gestion de l'eau d'irrigation et de la dynamique qu'ont connu les associations d'usagers, on aborde maintenant la démarche méthodologique qui nous permettra de répondre à nos objectifs de recherche.

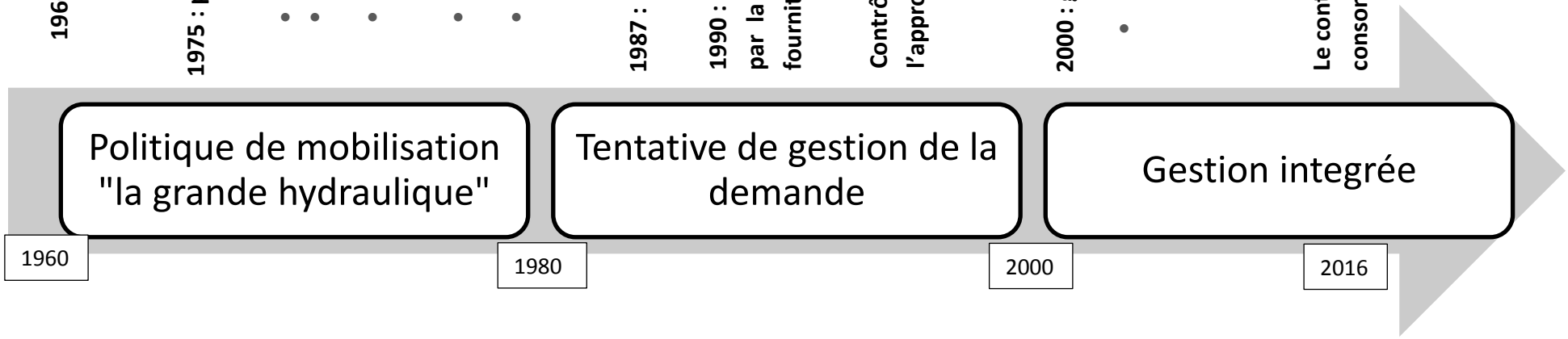

Figure 2 : **Les politiques de gestion des ressources souterraines en Tunisie**

V. Méthodologie:

1. Zone d'étude : la plaine de Kairouan, une nappe en libre accès

Etant donné l'importance de l'échelle spatiale de la plaine (environ 3 000 km^2) et le nombre d'usagers concernés, il était difficile d'envisager une étude approfondie des dynamiques usages-ressources sur la totalité du système. Notre zone d'étude a ainsi été délimitée en cohérence avec notre problématique de travail et en accord avec les activités de recherche du projet Améthyst. Elle correspond à la zone d'infiltration du Merguellil, qui s'étend sur une superficie totale de 35 519 ha en aval du barrage. Cette zone parait intéressante pour étudier l'usage collectif de l'eau d'irrigation et son rôle dans l'apparition des nouvelles dynamiques d'utilisation de la ressource. Elle est répartie entre les délégations de Chébika (26 740 ha, soit 75%) et de Haffouz (8 792 ha). Elle intègre tout ou partie de 8 secteurs administratifs, (

Figure 3). Les 22 PPI, tous gérés par des GDA, couvrent une superficie totale de 4 562 ha avec 648,5 ha d'extension. Ces extensions ne sont pas officielles, mais, sont irriguées à partir des infrastructures des GDA, par décision individuelle des agriculteurs et par autorisation tacite des membres des GDA. Ces périmètres représentent 26,7% de la superficie totale des périmètres publics irrigués du gouvernorat de Kairouan et 29% de la superficie agricole de la plaine.

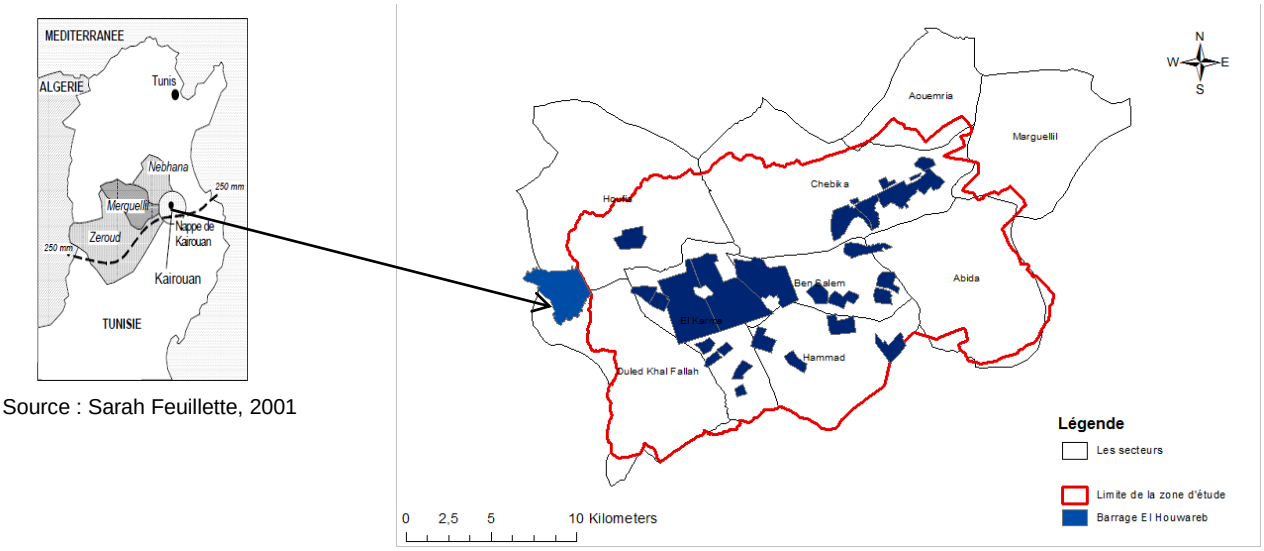

Figure 3 : Délimitation de la zone d'étude

La plaine de Kairouan (Tunisie centrale) se trouve au débouché des trois grandes vallées du Zeroud, du Merguellil et du Nebhana. Elle est délimitée au nord par les montagnes de Chérichira, à l'ouest par celles d'El Houwareb, et au sud par la colline de Draa Affan. La zone aval est traversée par l'Oued Merguellil et limitée au sud par l'Oued Zeroud. Elle s'étend sur environ 35519 ha. La zone est caractérisée par :

- un fort potentiel agricole (dominance de l'olivier, de l'arboriculture fruitière et du maraichage cultivé en majorité en intercalaire) ;
- un large aquifère peu profond ;
- la concentration de la majorité des PPI (22) et des forages privés de la plaine. Les agriculteurs accèdent librement à la nappe d'eau souterraine via des périmètres publics irrigués (PPI) et/ ou des puits et forages privés, autorisés ou non.

La nappe phréatique est contenue dans les alluvions de la plaine et constitue une zone non saturée très épaisse de granulométrie très variable verticalement et latéralement. Elle s'épaissit de l'ouest vers l'est

et dépasse presque partout 300 m d'épaisseur. L'alimentation principale de cette nappe alluviale provient de l'infiltration des crues exceptionnelles des oueds alimentés par le drainage des montagnes de la partie amont (Leduc et al., 2003).
Un mouvement de baisse de la nappe de Kairouan a commencé au début des années 1980 et s'explique par plusieurs facteurs : la construction du barrage El Houwareb en 1989 a bloqué les écoulements vers l'aval, freinant la recharge de l'aquifère, alors qu'auparavant, les eaux de l'oued s'écoulaient et rechargeaient la nappe de Kairouan. . Une zone de faille limite le profond fossé d'effondrement de la plaine de Kairouan. Ce fossé repose en partie sur des alluvions récentes et en partie sur un karst actif. Les travaux d'aménagement de l'évacuateur de crue du barrage El Houwareb ont dégagé une partie de ce karst et ont donné naissance à l'émergence qui est devenue une source pérenne dont le débit est très lié au niveau de la retenue. La baisse du niveau de la nappe est due aussi à la succession des périodes de sècheresse ainsi qu'à la multiplication des forages pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable.

	Ressources en eau exploitables (Mm3 /an)	**Ressources exploitées**		
		Exploitation (Mm^3 / an)	Nombre de forages	Taux d'exploitation (%)
Total	31	44,34	433	143
Dont irrigation	-	28,53	385	92
Dont autorisés	-	-	186	-

Tableau 1 : Bilan de la nappe en 2015 (source : CRDA de Kairouan, 2015)

Le Tableau 1 montre que la surexploitation de la ressource en eau souterraine qui atteint 143 % est liée principalement à l'utilisation agricole, qui représente de loin le principal usager de la nappe (environ 30 millions de m3 prélevés annuellement selon les chiffres officiels). Ces chiffres sous-estiment la surexploitation car ils ne prennent pas en compte les nombreux prélèvements illicites. En effet, l'inventaire réalisé en 2010 par l'IRD a comptabilisé 2 253 forages, contre seulement 433 identifiés et autorisés par le CRDA. Malgré de multiples mesures de terrain et études entreprises depuis plusieurs décennies, il reste encore de nombreuses incertitudes concernant à la fois les flux entrants et sortants de la nappe.

2. Démarche

La démarche débutée au printemps 2015 comporte deux étapes. Dans la première étape exploratoire, nous avons rencontré les agents du CRDA et des CTV en vue de mieux apprécier les spécificités de la zone, les ressources en eau disponibles et les problèmes de gestion qui entravent le fonctionnement des GDA et des exploitations agricoles. Nous avons également choisi de parcourir le terrain à la rencontre de membres des GDA, dans plusieurs occasions. L'objectif était double : avoir une meilleure identification des situations locales rencontrées et gagner la confiance des acteurs locaux.
La seconde étape a consisté à effectuer des entretiens individuels détaillés auprès des directeurs techniques, des présidents et des pompistes de chaque GDA. Nous avons ainsi recueilli des informations sur le fonctionnement et l'organisation des GDA permettant de caractériser la situation dans chaque périmètre, de recueillir les avis des acteurs sur les indicateurs de performance des GDA et de réaliser une typologie de ces groupements. Certains GDA n'étaient plus fonctionnels au moment de cette phase de terrain. Nous nous sommes efforcés dans ces cas-là de contacter les anciens membres pour identifier les raisons qui ont abouti à cette situation et recueillir leurs suggestions quant aux conditions nécessaires à leur remise en fonctionnement.
Les données collectées ont été saisies dans une base des données comportant plusieurs variables quantitatives et qualitatives caractérisant les 22 GDA. Dans un premier temps, nous avons sélectionné les variables les plus pertinentes aux yeux des acteurs pour la différentiation des GDA (construction des groupes définis a priori). L'objectif final de cette étape était d'établir une grille de performance constituée par un ensemble de variables qui décrivent au mieux les différentes situations des GDA. Une note de 1 à 3 est accordée pour chaque variable et pour chaque groupement en se référant à des seuils définis en fonction de la distribution des observations. L'addition des différentes notes des variables permet de donner un score total aux GDA qui permet à son tours de les ordonner selon leur

niveau de performance. Cette grille de performance est construite avec et pour les acteurs car c'est eux qui connaissent les caractéristiques spécifiques à leur situation et c'est en fonction de leurs déclarations que les variable de différentiation ont été sélectionnées.
Les variables qui ont servi à la discrimination sont : la situation financière actuelle des GDA (saine, en difficulté, non fonctionnels), les dettes d'électricité rapportées à la superficie officielle du périmètre irrigué, le solde bancaire rapporté à la superficie officielle, les dettes en eau (auprès du GDA) par agriculteur et le volume d'eau distribué rapporté à la superficie officielle.
Afin d'approfondir notre analyse et d'expliquer les écarts de performance observés, nous avons effectué une analyse qualitative en décrivant l'expérience de quelques GDA représentatifs de la diversité des situations existantes. Nous avons explicité les facteurs qui ont abouti à leur situation actuelle, les points de blocage rencontrés qui entravent la gestion de l'eau dans ces groupements et les conséquences qui en ont résulté spécifiquement pour le fonctionnement de chaque GDA et généralement sur la ressource en eau dans ce territoire irrigué.
Au cours des entretiens avec les membres des GDA nous avons aussi recueilli leurs avis sur les pistes de relance de ces entités de gestion et leurs recommandations pour assurer leur durabilité et la préservation de la ressource souterraine.
Nous avons choisi de décrire la situation dans 3GDA :

VI. Résultats

1. Caractérisation des GDA

A partir des données collectées auprès des membres des GDA, nous avons pu préciser les zones de concentration des dynamiques agricoles les plus importantes.

- Les secteurs Abida et Chebika sont caractérisés par un fort potentiel agricole : ils possèdent des sols fertils, la salinité de l'eau dans ces secteurs est faible (entre 1 et 1,5 g/l). L'orientation majeure dans ces secteurs est l'arboriculture (olivier, arboriculture fruitière). Les détenteurs de petits lots de terres et les locataires préfèrent l'installation du maraichage, cultivé dans la plupart des cas en intercalaire avec les oliviers.
- Les secteurs Karma, Ben Salem et Hammad concentrent un nombre important de PPI, mais seuls les agriculteurs qui ont des bonnes capacités financières ont pu atteindre leurs objectifs (liberté de choix de l'assolement, installation de cultures à forte valeur ajouté, possibilité de cultiver les cultures d'été…). Les autres restent tributaires du fonctionnement des GDA. La nappe dans ces secteurs atteint une profondeur de plus de 300 m, avec une salinité qui dépasse parfois 2,5 g/l.
- Les secteurs Houffia et Ouled Khalfalah, connaissent un rabattement très important de la nappe et souffrent d'une mauvaise qualité des sols (non adaptés au maraîchage et à l'arboriculture). Les agriculteurs se limitent à cultiver les cultures les moins consommatrices en eau (céréales, fèves….). On assiste dans ces secteurs à un délaissement de l'activité agricole. Seul le secteur Houffia qui possède un périmètre public irrigué.

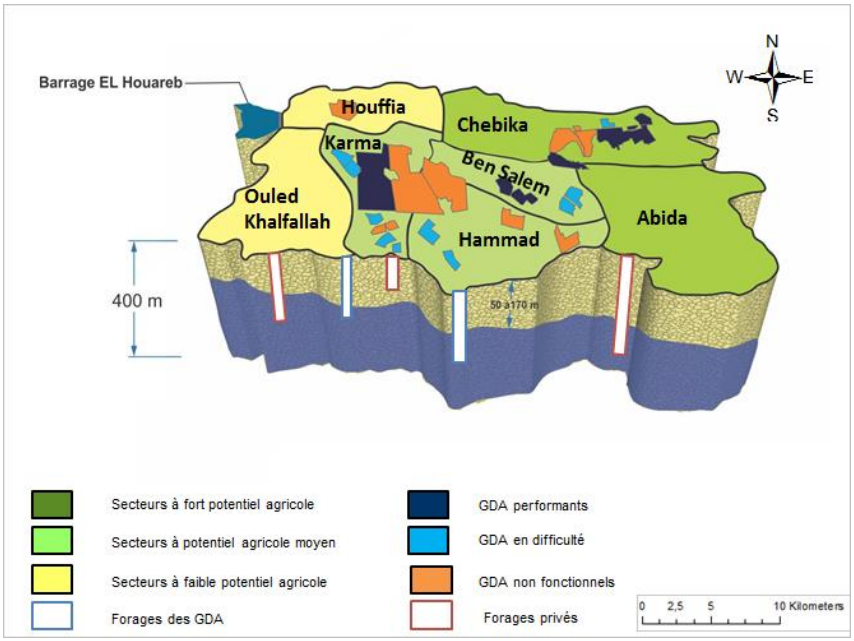

Figure 4 : Zonage de la zone d'étude

Les GDA enquêtés sont alimentés par des forages publics, à l'exception des GDA Houwareb 1, 2 et 3, situés à proximité du barrage d'El Houwareb, qui s'alimentent directement à partir du barrage. Cependant la conjonction de périodes de sécheresse et d'une forte demande en eau a conduit à un épuisement des quantités d'eau stockées dans le barrage. Pour surmonter le déficit hydrique et sauvegarder l'infrastructure installée au niveau de ces périmètres, l'Etat a créé 6 forages pour renforcer l'irrigation en cas de baisse de niveau d'eau dans le barrage. Toutefois, le débit de ces forages reste insuffisant pour subvenir aux besoins des irrigants.

La totalité des GDA sont équipés de réseaux de distribution sous pression acheminant l'eau du forage vers un château d'eau ou une citerne puis vers des bornes d'irrigation desservant des superficies n'excédant pas quelques hectares. Cette situation est représentative des évolutions constatées en Tunisie où l'Etat a fortement investi dans la modernisation des infrastructures hydrauliques. L'irrigation dans les secteurs d'Abida et d'Ouled Khalfalah est assurée en totalité par des forages privés. L'irrigation collective est localisée surtout dans les secteurs de Karma, Chebika, Ben Salem et Hammad. Le secteur de Karma regroupe à lui seul 8 PPI. 50% des agriculteurs de la plaine (4204 exploitations) sont bénéficiaires du service des GDA. Les caractéristiques générales de ces périmètres sont résumées dans le tableau suivant :

Secteur	PPI	Superficie officielle (ha)	Superficie des extensions (ha)	% d'extension	Nombre d'exploitations dans le secteur	Nombre de bénéficiaires des GDA	% de bénéficiaires
Chebika	Chebika Est, Chebika Ouest, Ajifre, Henchir Jefna	863	310,0	36%	1211	607	50%
Ben salem	Sidi Ali Ben Salem 2, Sidi Ali Ben Salem 3, El wsif, Mlelsa	536	191,5	36%	538	157	29%
Karma	Karma 1, Karma 2, Wled Nacer, Henchir El Borj, Houwareb1, Houwareb 2, Houwareb 3, Chwarbia, Bled Sbita	2689	97,0	4%	922	1071	116% *
Hammad	Draa Affen, Sidi Ali Ben Salem 1, Mjabra, Henchir Bouali	434	50,0	12%	767	240	31%
Houffia	Houffia	40	0,0	0%	143	10	7%
Abida	-	0	0,0	0%	517	0	0%
Ouled Khalfalah	-	0	0,0	0%	106	0	0%
Total	-	4562	648,5	14%	4204	2085	50%

Tableau 2: Identification et caractéristiques générales des PPI par secteur

(Source: GDA, 2015 et inventaire des exploitations 2016)

(*) Pour une seule exploitation on peut trouver plusieurs bénéficiaires de GDA (cas des héritiers)

Avant d'aborder le diagnostic de la performance des GDA nous allons définir les composantes du système étudié pour une meilleure compréhension de la signification des variables utilisées :

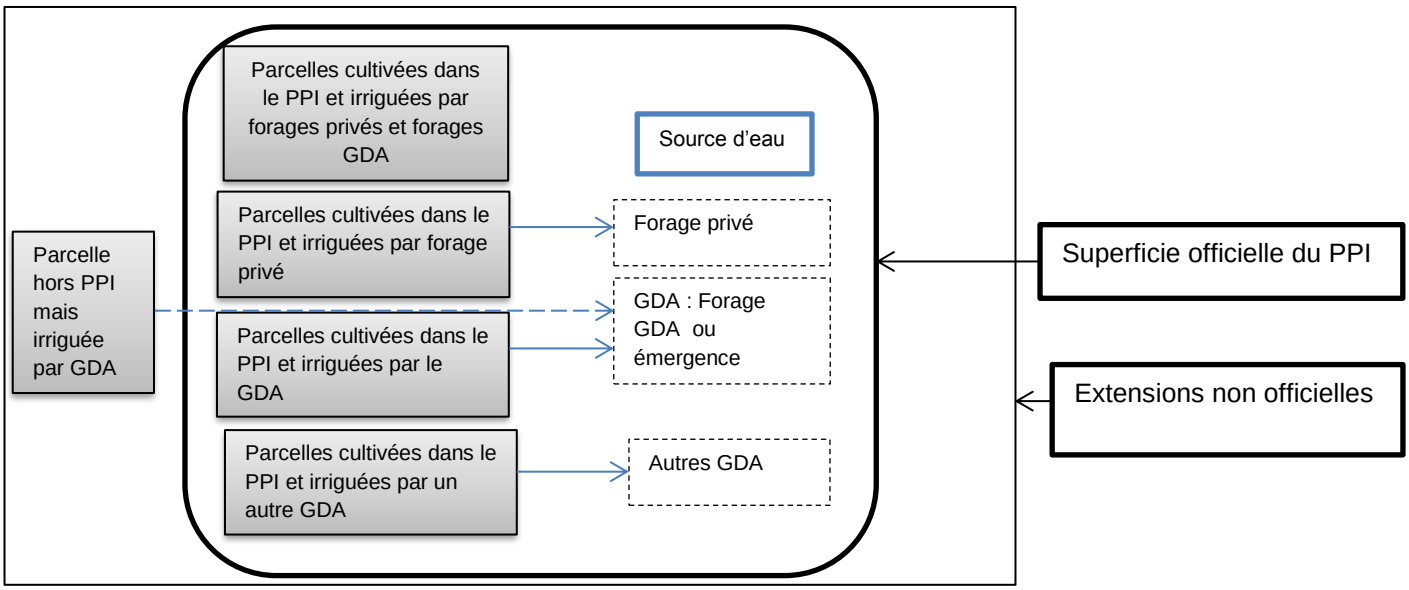

Figure 5 : Système étudié

- Superficie officielle : Superficie du Périmètre public irrigué
- Superficie développée irriguée par le GDA : superficie cultivée en comptant les doubles cycles (y compris les superficies cultivées hors PPI c'est-à-dire les extensions et les superficies irriguées par le GDA.

- Superficie développée irriguée par les forages privés : superficie cultivée irriguée par les forages privés en comptant les doubles cycles.
- Superficie irriguée des GDA : superficie cultivée sans compter les cultures intercalaires (y compris les superficies irriguées hors PPI et les superficies irriguées pour un autre GDA).
- Superficie irriguée par les forages privés est la superficie cultivée sans compter les cultures intercalaires et qui est irriguée par les forages privés.
- Taux d'intensification : ratio de la superficie développée par les GDA sur la somme de la superficie officielle et des extensions

2. Construction d'une grille d'analyse et typologie des GDA

Selon les personnes interrogées, les performances des GDA peuvent être mesurées à partir de quatre variables : l'endettement des GDA vis-à-vis de la compagnie d'électricité et de l'administration, l'endettement des agriculteurs vis -à-vis du GDA, les volumes d'eau distribués et le solde bancaire.

→ Endettement des GDA vis-à-vis de la STEG (Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz) et de l'administration

Tous les GDA sauf 4 (Houwareb 1, Henchir Jefna, Karma1, Mlelsa) sont endettés vis à vis la STEG (Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz). La dette moyenne rapportée à la superficie officielle PPI varie de 5,5 DNT/ha à 500 DNT/ha avec une moyenne de 136 pour l'ensemble des GDA. Les GDA avaient généralement entrepris de rembourser progressivement leurs dettes. Mais la révolution du 14 janvier 2011 a marqué un coup d'arrêt dans la mesure où les agriculteurs ont localement cessé de payer leurs redevances dans une situation politique délétère. Au moment de la révolution et peu après celle-ci, pour calmer la colère des agriculteurs, la STEG a décidé de ne pas couper l'électricité, et s'est contentée d'envoyer des avertissements de paiement. A partir de 2013, les membres des GDA ont négocié avec la STEG pour échelonner leurs dettes. Cependant, les GDA les plus endettés n'ont pas pu payer leurs mensualités et la STEG a fini par couper l'électricité, les rendant ainsi non fonctionnels. Il s'agit des GDA d'Houwareb 2, Houwareb 3, Chebika Est, Chebika Ouest, Sidi Ali Ben Salem 1, Henchir El Borj, El Mjabra, Houffia, soit 41% des GDA. Dans ces GDA, l'accumulation des dettes a provoqué la dissolution du conseil d'administration (CA) et la formation d'un conseil provisoire. En effet, par crainte d'être contrôlés et obligés à présenter la comptabilité du GDA et les factures qui justifient les différentes dépenses, les membres du CA ont choisi de démissionner et délaisser la responsabilité à un CA provisoire. Ces CA provisoires n'ont fait qu'aggraver la situation de ces GDA. Ces structures, au lieu d'être un moyen pour relancer la situation des GDA, sont devenues un outil pour exploiter les ressources des GDA à des fins privées. L'endettement envers l'administration concerne seulement, les grands PPI (Houwareb 1, 2 et 3) qui achètent leur eau au CRDA et où le transfert de gestion est relativement récent.
La dégradation de la qualité de service des GDA s'est faite progressivement. Elle a commencé en 2009 mais elle s'est accélérée ces 3 dernières années.

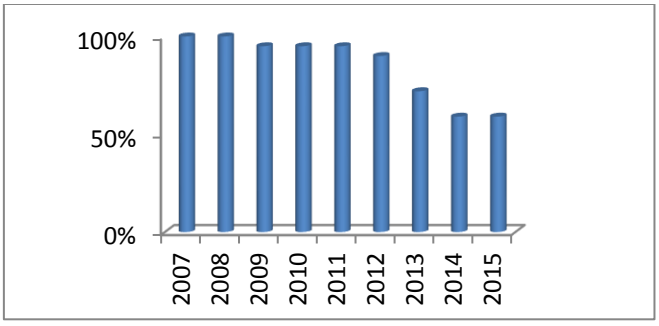

Figure 6 : Evolution de la part des GDA fonctionnels entre 2007 et 2015

→ Endettement des agriculteurs vis-à-vis du GDA

La dette moyenne des agriculteurs vis-à-vis des GDA varie de 0 à 5000 DNT avec une moyenne de 380 DNT par agriculteur. Dans les GDA de Henchir Jefna, Houwareb1, Draa Affen, El Wsif et Henchir Bouali, les dettes des agriculteurs sont limitées. A l'opposé, les GDA non fonctionnels sont caractérisés par l'insolvabilité de leurs usagers et l'importance de la dette accumulée.

La discussion avec les présidents, directeurs techniques et les pompistes a révélé qu'il y a parfois des accords informels avec les agriculteurs, qui donnent des avances aux pompistes ou aux directeurs techniques pour ouvrir les vannes, ce qui est une forme de corruption.

→ **Volumes d'eau distribués**

L'information sur les volumes d'eau distribués ne concerne que les GDA fonctionnels (les GDA non fonctionnels ont des volumes nuls). Le GDA Houwareb 1 n'arrive pas à répondre à la demande des agriculteurs, à cause du tarissement du barrage El Houwareb et du rabattement important de la nappe qui influence négativement les débits des deux forages de renforcement qui sont censés pallier les défaillances du barrage. Quant aux GDA El Wsif et Henchir Boualiles faibles quantités distribuées peuvent s'expliquer par le fait que les agriculteurs ont choisi d'éviter le risque de manque d'eau en s'orientant vers des cultures pluviales ou en quittant l'activité agricole pour d'autres activités commerciales.

→ **Solde bancaire**

Le degré d'endettement vis-à-vis de la STEG, la solvabilité des usagers, et la valeur des ventes d'eau influencent directement la situation financière des GDA. Ainsi, le solde bancaire rapporté à la superficie officielle varie de 0 à 98 DNT/ha, avec une moyenne de 16 DNT/ha.
Seuls les GDA d'Henchir Jefna, Sidi Ali Ben Salem 2 et el Houwareb 1 ont un solde bancaire important qui varie entre 40000 et 10000 DNT. D'autres GDA (Mlelsa, Karma 1, Karma 2, El Ajifre, El Wsif, Hinchir Bouali, Hinchir el Borj, Wled Nacer, Houffia) ont réussi à équilibrer leur situation financière sans avoir un fond de roulement suffisant pour assurer le bon fonctionnement des équipements (réparation des pannes, achat des pièces de rechange….). Le solde bancaire des GDA non fonctionnels est nul. Les autres GDA qui ont un solde bancaire nul, ne sont pas économiquement viables.

→ **Typologie des GDA**

Pour chacune des quatre variables analysées ci-dessus, un score a été attribué à chaque GDA. Le score total permet de distinguer deux types de GDA parmi ceux qui sont fonctionnels : ceux qui ont une situation saine (Henchir Jefna, Houwareb 1, Mlelsa et Sidi Ali Ben Salem 2) et ceux qui sont en difficulté. Les caractéristiques moyennes des trois types de GDA sont résumées dans le **Tableau 3**.

	Sains	**En difficulté**	**Non fonctionnels**
Dette STEG/ha de superficie officielle (DNT)	14	142,72	188,46
Solde bancaire/ha officiel (DNT)	55	8,59	0
Volume distribué/ha irrigué	5000	3026	0
Dettes d'eau / agriculteurs	191	132,24	781,75

Tableau 3 : Caractéristiques moyennes des trois types de GDA

Secteurs	**Sains**	**En difficulté**	**Non fonctionnels**	**Total général**
Chebika	1	1	2	4
Ben Salem	2	2	0	4
Karma	1	5	3	9
Hammad	0	2	2	4
Houffia	0	0	1	1
Total	**4**	**10**	**8**	**22**

Tableau 4 : Répartition des types de GDA par secteur

Le Tableau 4 donne la répartition des trois types de GDA par secteur. Le secteur de Karma regroupe près de la moitié des PPI mais concentre aussi un nombre important de GDA non fonctionnels. Dans les secteurs d'Hammad et d'Houffia, tous les GDA sont soit non fonctionnels soit en grande difficulté. En général, la dégradation du service des GDA a touché tous les secteurs de la plaine.
Ces variables nous ont permis de discriminer les GDA et de définir les grands types existants dans la plaine. Dans le reste de notre analyse nous allons essayer d'expliquer l'origine de ces différences de performances.

3. Analyse des écarts de performance entre les différents GDA : Etude de cas de 3 GDA

La construction d'une typologie des GDA n'est pas suffisante pour comprendre les facteurs qui ont mené à ces différentes situations. Le faible nombre de GDA étudiés rend difficile une analyse quantitative. Aussi avons-nous choisi de présenter et analyser la diversité des situations et des facteurs qui y ont conduit au travers d'un petit nombre de cas exemplaires. La présentation de ces cas est basée essentiellement sur les dires des acteurs rencontrés (membres des GDA, CRDA et CTV).

Cas d'un GDA avec une situation saine: le GDA Houwareb 1

Le périmètre irrigué El Houwareb a été créé en 1993 dans le cadre d'un projet présidentiel. Il fait partie du secteur Karma. Il a été géré par le CRDA jusqu'en 2005, date de transfert de la gestion au GDA. Le périmètre s'étend sur une superficie de 800 ha et le GDA permet de desservir 180 bénéficiaires. Malgré le nombre important des bénéficiaires, seuls 20 agriculteurs sont adhérents (bénificiaires qui ont payé (ce nombre est cependant considéré comme important comparé aux restes des GDA).
Ce GDA possède un conseil d'administration élu de 4 membres, 2 pompistes, un directeur technique (DT) et des adhérents. Le DT a été recruté par l'Etat dans le cadre d'emploi des chômeurs. Il a un niveau universitaire et entretient de bonnes relations avec les agriculteurs.
La tenue du CA se fait selon la nécessité et la complexité des problèmes rencontrés, qui exige une prise de décision collective. La situation administrative dans ce périmètre est stable, il n'y a pas eu de changement du président depuis 2007. Ce GDA est à la recherche d'une nouvelle image auprès des agriculteurs (confiance, transparence), et les usagers semblent satisfaits par le CA actuel. Contrairement aux discours entendus dans d'autres GDA, les agriculteurs rencontrés ne se plaignent pas de manque de transparence au sein du GDA, de favoritisme de quelques agriculteurs, de manque de présence des responsables du GDA, ou de prix élevé de l'eau, etc. Au contraire, tous les agriculteurs interrogés affirment être satisfaits du travail des responsables du GDA et surtout de la technicité et de l'honnêteté du directeur technique. Le seul problème abordé de manière répétée par tous nos interlocuteurs est celui de la diminution de la disponibilité de l'eau.
Le périmètre El Houwareb est alimenté par 3 sources d'eau : le barrage, 2 forages de renfort et l'émergence. Le PPI est desservi en eau par 4 lignes de distribution (L1, L2, L3, L4). Les lignes L1 et L2 sont alimentées par le forage F1 (26 l/s) et desservent en même temps de 6 à 7 agriculteurs Les lignes L3 et L4 sont alimentées par le forage F2 (23 l/s) et assurent l'irrigation simultanée de 3 à 4 agriculteurs. Ces lignes de distribution alimentent 120 bornes toutes équipées par des compteurs : le taux d'équipement par des compteurs fonctionnels atteint dans ce GDA 97%, ce qui facilite la facturation des consommations et évite les conflits entre le GDA et ses usagers. L'irrigation dans ce GDA n'est pas à la demande, mais au tour d'eau. La durée du tour d'eau varie de 2 à 4 jours en fonction de la saison, du type de cultures et du nombre d'agriculteurs qui ont mis en culture leurs parcelles. Pour chaque période de 8 heures, 4 agriculteurs ont le droit d'irriguer leurs parcelles. Les règles du tour d'eau sont très bien respectées par les agriculteurs et les pompistes. Malgré l'existence d'une demande importante en eau dans les extensions du périmètre le DT a décidé de ne pas répondre à leur demande et a priorisé la satisfaction des agriculteurs appartenant au périmètre, du fait du manque structurel de la ressource. En effet, les deux forages demeurent insuffisants pour répondre à la demande des irrigants. Pour faire face à cette situation, le GDA a eu recours à l'eau de l'émergence (90 l/s), ce qui a créé des conflits avec les agriculteurs des communautés voisines : Jbissa (80ha) et Swani (120 ha) regroupant respectivement 30 et 35 agriculteurs qui utilisaient cette ressource depuis longtemps.

La **Figure 7**montre la localisation des deux zones Jbissa et Swani par rapport au périmètre irrigué Houwareb 1, à l'émergence et au barrage.

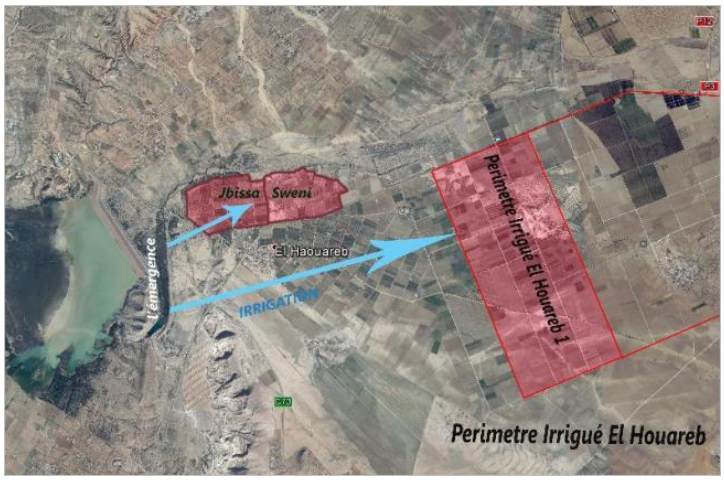

Figure 7 : Localisation du périmètre El Houwareb et des zones Jbissa et Sweni

Le président du GDA nous a raconté que la source « Aïn Ben Saâd » était pour ces zones la seule source d'eau. Lors de la construction de l'évacuateur de crues, des fissures ont été ouvertes sous la digue favorisant la fuite des eaux du barrage dans le bassin de dissipation. Ainsi, les eaux de la source Aïn Ben Saâd sont désormais confondues avec celles du barrage dans le bassin de dissipation aussi appelé « émergence ». Depuis, ce bassin est considéré par les responsables de CRDA comme partie intégrante du barrage. Il n'est plus question des eaux de la source qui préexistait (Riaux, 2014). Ceci a créé un litige autour de cette émergence : les agriculteurs de Jbissa et Swani considèrent que les eaux de l'émergence leur appartiennent puisqu'elles sont à la base les eaux d'Aïn Ben Saâd, tandis que les agents de l'administration considèrent que ces eaux proviennent du barrage qui est un aménagement public.

Par la suite, face aux revendications des villages de Jbissa et Swani, le délégué a proposé que l'eau du barrage soit consacrée au périmètre irrigué Houwareb et l'eau de l'émergence utilisée par les agriculteurs de Jbissa et Swani. Ce partage de la ressource a été jugé comme équitable car l'eau de l'émergence leur suffisait à irriguer leurs parcelles. Cette manière de régler le problème, bien qu'informelle, a permis une situation d'usage paisible de la ressource entre les deux populations jusqu'en 1997. Après 1997, le barrage a commencé à s'assécher et son apport en eau est devenu insuffisant pour alimenter le périmètre irrigué. Par conséquent, le CRDA a installé 3 motopompes sur le cours d'eau de l'émergence pour apporter un complément d'irrigation pour le périmètre Houwareb. En 2006, le barrage était complètement à sec, le CRDA cette fois a installé dans l'émergence 4 nouvelles motopompes plus puissantes que les trois précédentes.

Le GDA vend l'eau aux agriculteurs à 80 millimes le m3, ce qui est jugé comme un prix très faible par les membres du CA, et ne permettant pas d'assurer la rentabilité du GDA. La direction du GDA souhaiterait réaliser une étude pour définir un nouveau tarif et convaincre les usagers d'accepter une augmentation de tarif. Ce faible tarif n'a pas empêché le GDA de payer sa dette envers la STEG car les usagers payent leur redevance hydraulique régulièrement et les dettes par agriculteur ne dépassent pas 28 DNT. Ainsi, le solde bancaire important (11000 DNT) du GDA lui permet de financer la maintenance et l'entretien du réseau.

Le CRDA a apporté un grand appui à ce GDA par l'investissement dans des forages et des pompes en vendant l'eau au GDA à un prix très faible qui ne couvre pas le coût d'investissement (50 millimes/m3)

Le GDA Houwareb 1 a pu résister au manque d'eau et à la faible tarification par la solvabilité de ses usagers, l'application rigoureuse des règles de tours d'eau, la compétence du DT, la bonne organisation interne du CA et la prise en compte des attentes des usagers dans la prise de décision. Ce GDA a montré un réel engagement dans l'action collective et une grande émancipation pour améliorer le fonctionnement et cantonner l'administration à des taches de supervision et de contrôle. Le manque d'eau dans ce GDA a limité les choix des agriculteurs et a contraint le fonctionnement de leurs exploitations. En effet, ils sont orientés principalement vers des cultures pluviales (céréaliculture

(300 ha) et olivier). Cependant, il n'a pas engendré l'installation des forages privés (5 forages seulement), mais d'autres types de stratégies sont apparus.
Les entretiens effectués ont révélé aussi une tendance vers une gestion participative qui pourrait améliorer la performance de ce GDA et constitue un exemple incitatif pour les autres GDA. En effet, on remarque qu'il y a un développement des stratégies collectives que l'on peut qualifier « d'adaptatives » : face à la baisse des débits, le GDA Houwareb1 (même cas pour GDA Mlelsa) arrête de donner de l'eau aux exploitations agricoles situées hors du périmètre, et, en début d'année, les agriculteurs adaptent leurs systèmes de culture et leurs itinéraires culturaux à la disponibilité de la ressource. Des groupes d'agriculteurs se mettent d'accord aussi pour diminuer la part de maraichage dans leurs spéculations et s'orienter vers des cultures moins exigeantes en eau. En effet la spécialisation de tous les agriculteurs dans les mêmes cultures irriguées financièrement rentables provoque des pics de consommation d'eau, à la fois durant l'année et durant la journée.
Ces tentatives ont été réalisées grâce aux accords collectifs entre les membres et les usagers de ce GDA.
Les expériences dans les GDA Jefna, Mlelsa et Sidi Ali Ben Salem 2 se rapprochent de celle d'El Houwareb 1. La principale différence tient au fait que le GDA Jefna bénéficiant de 6 forages ne souffre pas de manque d'eau.

Cas d'un GDA en difficulté: GDA Sidi Ali Ben Salem 3

Le périmètre Sidi Ali Ben Salem 3, localisé dans le secteur Ben Salem, couvre une superficie de 147 ha et regroupe 21 bénéficiaires. Il est alimenté par un forage de 50 l/s. Le CA est élu mais sa légitimité reste administrative et n'est pas exécutée dans la pratique. De nombreux responsables et élus ont été mis en cause. La gestion est confiée aux pompistes. La discussion avec les acteurs du périmètre a révélé qu'il y a parfois des accords informels avec les agriculteurs, qui donnent des avances aux pompistes ou au directeur technique pour ouvrir les vannes sans comptabiliser ces avances au profit du compte du GDA ou payer le reste du montant. Le président et le trésorier de GDA sont les seules personnes qui ont le droit de gérer le compte bancaire. Quelques pompistes et directeurs techniques ont mentionné qu'ils ont profité du budget des GDA en gonflant les factures (ou établissant des factures fictives) et en utilisant la différence de prix à des fins personnelles (corruption).
Dans ce GDA, les membres font état de plusieurs pratiques et comportements illégaux, qui se manifestent dans les actions de vandalisme : Casse des compteurs et des conduites, vol des pompes électriques et des équipements d'irrigation. Ces comportements résultent soit d'un conflit entre agriculteurs et GDA (coupure d'eau suite à un non-paiement, facturation..) ou sont le fait de personnes qui veulent déstabiliser la situation des GDA pour des raisons politiques ou pour créer une rupture entre les membres du CA. Ces dégradations ont alourdi les dettes du GDA et dégradé sa situation financière. Ainsi la dette envers la STEG en 2014 s'élevait à 4000 DNT.
Cette situation a engendré des coupures d'eau périodiques dans le PPI et un allongement des tours d'eau, ce qui a amené quelques agriculteurs à installer des forages privés. Bien que le prix de vente d'eau par le GDA soit jugé élevé (150 millimes), les agriculteurs préfèrent irriguer à partir des infrastructures du GDA, étant donné le coût élevé de pompage. En effet la majorité des forages installés sont illicites, les irrigants utilisent dans ce GDA l'énergie électrique délivrée par leur compteur domestique, sans bénéficier du tarif agricole. Chaque agriculteur arbitre ainsi entre les deux sources d'eau, en fonction de ses objectifs et stratégies propres. Dans ce périmètre de nombreuses terres sont exploitées par des locataires qui utilisent les ressources en eau et en sols de façon intensive et qui quittent la zone au bout de quelques années pour s'installer ailleurs lorsque ces ressources commencent à se dégrader, comportement que l'on peut qualifier de minier.. Un marché informel de l'eau se construit petit à petit, les détenteurs des forages vendant l'eau contre le paiement des frais d'énergie ou en fixant un prix par m3 aux agriculteurs, notamment locataires qui n'ont pas d'accès à l'eau. Ceci augmente énormément la valeur économique de cette ressource.
La situation géographique de ce GDA n'est pas favorable en termes d'accès au marché car les exploitations agricoles sont éloignées des pistes agricoles. Les agriculteurs se retrouvent souvent livrés à eux-mêmes pour commercialiser leurs productions. Dans cette situation de concurrence, les prix stagnent tandis que les intrants et les autres coûts de production (main d'œuvre …) ne cessent d'augmenter. Les exploitants agricoles ne parviennent pas à maintenir leurs revenus et donc à accéder aux moyens de production et à intensifier. Ces agriculteurs se limitent à cultiver une partie de leurs

parcelles en s'orientant vers les grandes cultures et l'olivier, qui sont moins consommatrices en eau et moins exigeantes en termes d'autres intrants. Ceci a pour conséquence de diminuer la demande en eau auprès du GDA et influence énormément leurs ressources financières. La sous-exploitation du réseau d'irrigation, en raison d'une faible intensification (60%) ou de la présence de puits privés, représente un manque à gagner qui pèse sur la trésorerie des GDA.
Malgré les difficultés qui entravent le fonctionnement de ce GDA, la situation demeure calme mais la gouvernance actuelle n'est pas jugée propice aux attentes des usagers. Ce contexte a amené les agriculteurs à souhaiter un renouvellement du CA sans pour autant faire apparaître de trop graves sources de dissensions ou de conflits au sein du groupement. Les tensions entre groupes d'agriculteurs semblent avoir été dépassées pour l'intérêt collectif de la population et la situation pourrait se normaliser progressivement.
La situation dans ce GDA est représentative de l'état des GDA en difficulté (Karma 1, Karma 2, El Wsif, Draa Affen, Wled Nacer, Bled Sbita, Henchir Bouali, El Ajifre et Chwarbia).

Cas de deux GDA non fonctionnels : les GDA Chebika Est et Chebika Ouest:

Les deux périmètres Chebika Est et Chebika Ouest, localisés dans le secteur Chebika, couvrent une superficie de respectivement 158 ha et 250 ha. Ces deux GDA partagent les mêmes conditions et sont actuellement dans la même situation. Ils sont alimentés par des forages, installés depuis 1956, avec un débit de 14 l/s et 16 l/s. Le transfert de gestion vers les GDA a été fait en 2007.
Le problème majeur dans ces GDA est le dysfonctionnement des compteurs : en effet dans le GDA Chebika Ouest 150 compteurs sur 170 sont non fonctionnels, et dans le GDA Chebika Est, seules 20 des 140 bornes d'irrigation sont équipées de compteurs, tous non fonctionnels. Les causes de dysfonctionnement sont diverses, allant du colmatage à leur destruction volontaire par les agriculteurs. En l'absence de compteurs, la facturation de l'eau est établie sur la base de barèmes forfaitaires en fonction des cultures, des saisons, des conditions climatiques, et aussi des heures d'irrigation. Ces barèmes forfaitaires sont susceptibles de conduire à des différences substantielles entre les quantités d'eau facturées par le GDA aux agriculteurs, et les quantités réellement consommées.
Par ailleurs les usagers ne payent pas leurs redevances envers le GDA, leurs dettes s'accumulent sans avoir un justificatif administratif. Les membres des GDA n'ont pas appliqué une bonne gestion pour inciter les agriculteurs à payer leurs dettes. La révolution du 14 janvier 2011 a marqué un coup d'arrêt de paiement des redevances hydraulique dans une situation politique délétère. Cette situation a engendré une dégradation de la situation financière des GDA, ceux-ci n'arrivant pas à payer leurs dettes envers la STEG. Dans la période qui a immédiatement suivi la révolution, pour calmer les agriculteurs la STEG s'est limitée à envoyer des avertissements sans couper l'électricité. . Ces dernières années, la STEG a d'abord proposer d'échelonner les dettes, elle propose de payer les factures de consommation courante additionnée à un montant fixe des dettes cumulées. Malgré cette initiative les GDA n'ont pas réussi à rembourser les dettes et payer leurs factures et la STEG a fini par couper l'électricité en 2013. Les dettes envers la STEG atteignent 28000 DNT à Chebika Est et 27000 DNT à Chebika Ouest. Les suites de la révolution ont dévoilé dans ces GDA des problèmes de cohésion voir de conflits au sein de la communauté et des problèmes de confiance entre les usagers de la ressource et les dirigeants des GDA. Après une longue période de tension (démission de la plupart des membres du conseil d'administration, implication du comité de protection de la révolution …), les GDA de Chebika Est et Chebika Ouest ne sont plus fonctionnels.
La dissolution des CA s'est soldée par la création de CA provisoires. Compte tenu du contexte historique de création de ces structures et de l'intervention des autorités locales dans la nomination du CA, avant la révolution, ces structures provisoires ont perdu toute légitimité aux yeux des agriculteurs. Ces CA provisoires ont de plus exploité les ressources des GDA à des fins personnelles. La succession des CA provisoires a aggravé la situation financière de ces GDA par absence de toute sorte de comptabilité et de contrôle.
Malgré la fermeture de ces deux groupements, la dynamique agricole au sein de ces deux périmètres demeure importante. Ainsi, le taux d'intensification est de 111% à Chebika Est et 125% à Chebika Ouest, grâce au développement des forages privés (au nombre de 100 à Chebika Est et 120 à Chebika Ouest, selon les déclarations des anciens membres). Ces forages sont dans les pluparts des cas illicites et fonctionnent avec des pompes diesel, donc avec un coût de pompage élevé. Les agriculteurs qui n'ont pas les moyens d'investir seuls dans un forage, soit s'endettent, soit recherchent

des associés pour partager avec eux les coûts d'investissement et d'énergie, soit encore louent leurs terres aux détenteurs de forages.
Les anciens membres de ces deux GDA expriment la volonté de faire redémarrer le périmètre en désignant un nouveau CA. Cependant, l'importance des dettes envers la STEG et l'exigence du CRDA de mettre à jour la comptabilité des années antérieures avant la nomination d'un nouveau CA, rendent cette relance très délicate. C'est le cas pour plus de la moitié des GDA non fonctionnels de la zone : Houwareb 2, Houwareb 3, Sidi Ali Ben Salem 1, El Mjabra et Houffia

Malgré un contexte socio-économique commun et des conditions physiques assez homogènes, les situations des GDA sont très diverses et les écarts de performances s'expliquent par des facteurs multiples. Parmi ces facteurs les questions de gouvernance, de confiance, , des facteurs techniques et économiques semblent jouer un rôle important.

4. L'expansion des forages illicites : cause ou conséquence de la dégradation de la gestion collective ?

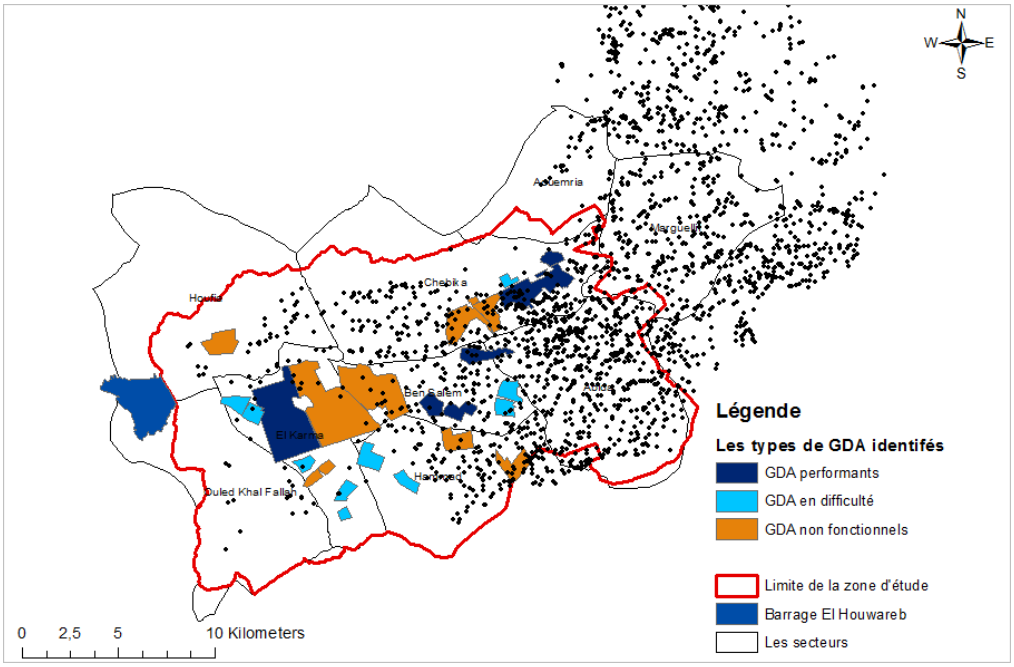

Figure 8 : Répartition des forages privés dans la zone d'étude

Les eaux souterraines constituent l'exemple classique d'une ressource en bien commun: Elles sont caractérisées par la non-exclusion et la rivalité entre les usagers (Figureau et al., 2014).
Les médiocres niveaux de performance des GDA de la plaine, les dysfonctionnements de la distribution de l'eau dans la majorité des PPI et l'augmentation de la demande en eau des irrigants ont été accompagnés par une dynamique d'expansion des forages privés illicites qui s'est accentuée depuis 2011. Malgré l'interdiction d'installer des forages privés dans les PPI, on comptait en 2011- - 811 forages privés dans les 22 PPI de la plaine. Ce chiffre alarmant ne cesse d'augmenter avec la période de sècheresse que connait le pays.
La Figure 8 montre que l'installation des forages privés concerne l'ensemble de la zone d'étude. Elle est toutefois d'avantage accentuée dans les PPI dont les GDA sont non fonctionnels (en orangé sur la carte). Ceci parait une conséquence logique de l'absence de distribution d'eau par le GDA et on assiste donc à l'apparition d'une « stratégies de chasse » (Mouri et Marlet, 2006). Ces stratégies consistent à investir dans des forages privés pour satisfaire les besoin en eau de systèmes de production basés sur des cultures à maraîchères rémunératrices mais consommatrices en eau. Cette stratégie demande des moyens financiers pour investir, elle implique aussi souvent le contournement des dispositifs légaux

de contrôle des forages (la profondeur de ces forages dépassent parfois les 150 mètres). Ainsi, les agriculteurs qui sont capables de trouver les sommes nécessaires au creusement de forages disposent aussi souvent des réseaux sociaux nécessaires pour pouvoir creuser malgré les interdictions administratives. Cependant, le développement des forages illicites n'est pas limité aux GDA non fonctionnels : même les GDA les plus performants (Jefna, Mlelsa, Houwareb 1, Sidi Ali Ben Salem 1) voient également la construction de forages privés. Cette évolution peut être expliquée par l'assurance qu'offre un forage individuel contre les pénuries conjoncturelles (donc la sécheresse) (Montginoul and Rinaudo, 2009), la liberté qu'il procure dans les choix tactiques des agriculteurs (choix des assolements, décision d'intensification…) et les perspectives d'amélioration de leur revenu au travers notamment du passage de cultures à faible valeur ajoutée à des cultures de rente.

Cette révolution silencieuse engendre cependant des externalités négatives. La première concerne la durabilité de la ressource en eau souterraine : prélever aujourd'hui pénalise les prélèvements futurs quand la ressource se renouvelle lentement (Montginoul and Rinaudo, 2009) et le niveau piézométrique diminuant, le coût de pompage est accru pour tous, y compris pour les forages collectifs.

La deuxième externalité négative concerne la gestion collective : l'utilisation des forages privés quand elle se traduit par une diminution des consommations d'eau des GDA ou le refus de payer les factures d'eau, diminue les recettes des GDA, ce qui peut mettre en péril leur équilibre financier et conduire à des niveaux de performance dégradés. C'est ainsi le cas pour les GDA Chebika Est et Chebika Ouest pour lesquels le dysfonctionnement est une conséquence directe de l'expansion des forages illicites. Un cercle vicieux débute alors : la fermeture du GDA incite au développement accru des forages privés. La plupart de ces forages ne sont pas électrifiés, et fonctionnent au gasoil. Etant donnée l'augmentation du coût de pompage qui est liée à l'augmentation de prix de l'énergie et au coût d'approfondissement des forages, les irrigants, même en présence de d'un accès privé à l'eau, préfèrent irriguer avec l'eau du GDA en priorité. Ils ne recourent à l'irrigation privée qu'en cas de manque structurel. Dans d'autres cas, malgré la disponibilité de l'eau du GDA, on assiste à une interférence entre irrigation privée et collective. Les agriculteurs comblent le temps d'attente entre les tours d'eau par l'irrigation privée. Souvent, ces irrigants se servent de leurs forages privés pour irriguer aussi les parcelles hors périmètre ou pour vendre de l'eau à leurs voisins. Les propriétaires des forages vendent l'eau contre le paiement de frais d'énergie ou en fixant un prix par m3. Ceci augmente énormément la valeur économique de cette ressource. La décision d'irriguer avec de l'eau du GDA ou de l'eau d'un forage privé dépend des contraintes et des objectifs de chaque irriguant, sans tenir compte de l'état de la ressource et de l'intérêt de la collectivité. Le facteur majeur qui influence leurs décisions est leur capital financier.

Au final, la dynamique d'expansion des forages est à la fois cause et conséquence de la baisse des performances des GDA. Les petites exploitations familiales, qui ont des capacités limitées d'approfondir leur puits ou forage ou de partir pour continuer leur activité dans d'autres régions, sont les plus vulnérables à de tels usages non durables de la ressource en eau. Ceci a créé une concentration de la ressource chez les détenteurs de capital et a augmenté en conséquence l'iniquité sociale dans la plaine de Kairouan.

Ces forages fonctionnent au gasoil ou à l'électricité (grâce à des accords illicites avec la STEG ou à des autorisations obtenues pendant la période de la révolution). La multiplicité des utilisateurs, la difficulté à vérifier l'accès à ces prélèvements, l'asymétrie d'information existant souvent entre le gestionnaire et les préleveurs et la faiblesse du dispositif institutionnel de gestion rendent difficiles leur contrôle direct.

L'administration se trouve toujours dans un compromis entre l'application des règles (colmatage des forages pour préservation de la ressource) et la consolidation du développement agricole dans la région (fixation de la population rurale, maintien des niveaux de production, amélioration du revenu agricole).

En l'absence d'une application réelle des lois pour limiter la multiplication des forages illicites dans la plaine de Kairouan, c'est toute l'économie agricole locale qui est fragilisée, avec des effets en cascade sur le développement rural, les filières agricoles, et in fine la sécurité alimentaire du pays.

VII. Conclusion

La Tunisie dispose actuellement d'une panoplie d'instruments de gestion de l'offre et de la demande en eau ainsi que d'un arsenal juridique et institutionnel important. Les groupements de développement agricole sont actuellement les structures associatives les plus impliquées dans la gestion des équipements d'irrigation. Dans le contexte de stress hydrique que connait la Tunisie, la pression sur cette ressource est de plus en plus forte spécifiquement pour les nappes phréatiques en libre accès, plus fragiles et subissant, d'une façon chronique, une grave situation de surexploitation avec des risques socio-économiques et environnementaux importants. La plaine de Kairouan en Tunisie centrale, qui a connu un développement important de l'agriculture irriguée encouragée d'abord par l'installation des PPI gérés par les GDA, puis par le développement de l'irrigation privée, en est un exemple emblématique. La situation technique et financière des PPI gérés par ces associations est très inégale et la capacité des GDA à assurer une qualité de service raisonnable reste encore relativement limitée.

Une évaluation de ces structures parait primordiale, pour comprendre les problèmes qui entravent leur fonctionnement et leurs effets sur la ressource d'une part et sur leur viabilité même d'autre part.

Les entretiens réalisés auprès du CRDA, des CTV et des GDA (membres du CA, personnel technique et simples bénéficiaires) permettent de dresser un état des lieux de la situation dans 22 GDA de la plaine de Kairouan. Nous avons pu identifier 3 types de GDA selon les principaux critères de performance discutés avec les acteurs : 18% des GDA sont jugés performants, 37 % ont des difficultés importantes, et 45 % sont en cessation de fonctionnement pour des raisons techniques, économiques et sociales variées. Les GDA non fonctionnels peinent à se réorganiser de nouveau et à reprendre leur activité. D'autres GDA (en difficulté) font face à beaucoup de contraintes et tendent vers des situations médiocres. D'autres situations sont essentiellement l'héritage de la gestion des grands périmètres irrigués qui étaient encore gérés par l'administration jusqu'à la création récente des GDA entre 2005 et 2007 (Les 2 GDA d' El Houwareb). Il existe malgré tous des GDA performants qui gèrent de façon satisfaisante leurs équipements et parviennent à satisfaire les usagers. Ces GDA sont autonomes, solvables, et financièrement équilibrés.

Les quelques cas de GDA présentés dans ce papier illustrent la diversité des situations existantes, permettent de dégager les facteurs qui ont amené à ces situations et de comprendre les écarts de performance observés.

Les principaux points de défaillance des GDA de la plaine de Kairouan résident dans leur incapacité à appliquer une bonne gestion administrative et financière et à effectuer l'entretien et la maintenance nécessaires des réseaux de distribution qui sont dans les pluparts des cas vétustes. Cette dernière carence est souvent liée à la capacité financière limitée des GDA pour payer les services externes. Aussi, l'accumulation des dettes envers la STEG qui due généralement au non-paiement des redevances hydraulique des usagers a entrainé la fermeture de ces groupements et la disparition d'un accès collectif à la ressource en eau dans 8 PPI. On constate aussi un manque de stratégies collectives qui peuvent adapter les comportements des irrigants à la disponibilité de la ressource. Ces stratégies adaptatives ne sont observées que pour un nombre limité de GDA, qui ont pu assurer un équilibre financier leur permettant de payer leur dette envers la STEG et d'effectuer les opérations de maintenance et d'entretien de leur réseau d'irrigation.

Nous avons aussi analysé les conséquences de la dégradation du service des GDA. En effet les niveaux de performance médiocres de la majorité des GDA ont engendré une frénésie d'installation des forages privés. Les petits agriculteurs qui n'ont pas la capacité d'investir dans des forages sont les plus touchés. Cette révolution silencieuse a conduit à une surexploitation de la nappe de Kairouan ce qui met en péril la durabilité de l'agriculture irriguée et la préservation d'une ressource de plus en plus rare. La présence des forages privés a créé aussi un arbitrage entre irrigation collective et irrigation privée et a généré dans des d'échanges d'eau et de foncier. La situation actuelle dans ces périmètres irrigués reste évolutive et nécessite une modification régulière des appréciations.

A la lumière de ces expériences, la question de ces GDA doit être considérée avec prudence, et cette forme de gestion associative peut difficilement être considérée comme mature. La multiplicité des situations contrastées bien qu'ils partagent le même contexte socioéconomique et les mêmes conditions physiques (climat, ressources...), nous a permis de comprendre les écarts de performance observés et incite à entreprendre des interventions contextualisées et adaptées à chaque situation.

Pour relancer la situation de ces périmètre tout en préservant la nappe souterraine plusieurs solutions peuvent être proposées :

Une révision de la politique énergétique, et l'intervention de l'Etat pour échelonner les dettes des GDA, peuvent amener à relancer la situation des GDA non fonctionnels et diminuer l'expansion des forages privés dans ces PPI.
Par ailleurs, concevoir un système de règlementation et améliorer le système de contrôle des forages illicites peuvent diminuer un peu la pression sur la ressource.
Quelques GDA enquêtés (EL Houwareb 1, Henchir Jefna, Mlelsa) ont montré une capacité à gérer leur situation et à développer des stratégies collectives pour surmonter l'insuffisance de la ressource en eau. L'application d'une gestion participative dans ces GDA sera une bonne initiative surtout que la gestion communautaire et participative des nappes a trop tardé en Tunisie. Certes, il faut agir où cela est possible, en bénéficiant des projets qui sont en train de se développer sur la zone (GIZ, AGIR,…). Une telle initiative permettrait d'ouvrir la voie à un programme d'envergure nationale. Il est aussi nécessaire de mettre au point des méthodes de suivi-évaluation des performances de ces associations pour accompagner les différents changements.

Enfin, ce travail permet de caractériser la performance des GDA, d'identifier les déterminants de la demande en eau collective en présence d'une ressource souterraine en libre accès, et comprendre la façon dont elle influence la demande en eau privée des irrigants. Cette analyse sera confrontée à des investigations à l'échelle des exploitations, pour comprendre les comportements des irrigants, les déterminants de leur consommation en eau et les stratégies et les échanges développés pour sécuriser le fonctionnement de leur exploitation. Nous voulons comprendre si ces échanges permettent de rendre le système agricole régional plus efficace, plus productif tout en évaluant leurs effets sur la demande en eau et l'exploitation de la nappe.

Remerciements

Ce travail de recherche a été conduit dans le cadre du projet de recherche Amethyst (ANR-12-TMED-0006-01) financé par l'ANR (Appel d'offre TransMed).

Nous tenons à remercier l'ensemble des acteurs ayant participé aux entretiens pour leur disponibilité et leur appui. Les opinions exprimées sont de la seule responsabilité des auteurs.

Références bibliographiques

Agence Française de Développement. 2014. “Gestion Des Ressources en Eau Souterraines Comme Bien Communs Cas Tunisien (Redigé Par SCET Tunisie).”

Figureau Anne-Gaëlle, Montginoul Marielle et Rinaudo Jean-Daniel. 2014. “Scénarios de Régulation Décentralisée Des Prélèvements Agricoles En Eau Souterraine. Évaluation Participative Dans Le Bassin Du Clain.”

Faysse Nicolas, Tarik Hartani, Aymen Frija, Idir Tazekrit, Choukri Zairi, et Azza Challouf. 2011. “Usage Agricole Des Eaux Souterraines et Initiatives de Gestion Au Maghreb: Défis et Opportunités Pour Un Usage Durable Des Aquifères.” Note Economique de La BAD, 1–24.

Frija, Aymen, Boubaker Dhehibi, Ali Chebil, et Karen G. Villholth. 2015. “Performance Evaluation of Groundwater Management Instruments: The Case of Irrigation Sector in Tunisia.” Groundwater for Sustainable Development 1 (1-2): 23–32. doi:10.1016/j.gsd.2015.12.001.

Marie Giraldi. 2012. “la gestion collective de l’eau en Tunisie centrale : le territoire irrigue de kerma (plaine de Kairouan).” Mémoire de fin de cycle d’ingénieur agronome, Spécialité: Gestion Sociale de l’Eau.

INS (Institut National des Statistiques), 2010. Annuaire des statistiques 1998–2010, Tunis TICET (Tunis International Center for Environmental Technologies), March 2009. “Institutional Framework and Decision Making Practices for Water Management in Tunisia”. Project Report of the CITET.

Leduc, Christian, Ridha Beji, and Roger Calvez. 2003. “Les Ressources En Eau Du Barrage D’el Haouareb et Des Nappes Adjacentes, Vallée Du Mergellil, Tunisie Centrale.” In Atelier Du PCSI (Programme Commun Systèmes Irrigués) Sur La Gestion Intégrée de l’Eau Au Sein D’un Bassin Versant, 7 – p. Cirad-IRD-Cemagref. http://hal.cirad.fr/cirad-00177198/.

Llamas, Manuel Ramón, and Pedro Martínez-Santos. 2005. “Intensive Groundwater Use: Silent Revolution and Potential Source of Social Conflicts.” Journal of Water Resources Planning and Management 131 (5): 337–41.

Ministère de l’Environnement et du Développement Durable, Agence Nationale de Protection de l’Environnement, Observatoire Tunisien de l’Environnement et du Développement Durable, and Coopération Technique Allemande. 2008. “Gestion Durable Des Ressources En Eau.”

Serge Marlet. 2013. “Analyse de La Situation Des GDA, Objectifs et Approche Du PAP-AGIR.” présenté à the Atelier Programme d’Actions-Pilotes en Appui au GDA d’Irrigation (PAP-AGIR).

Montginoul Marielle et Jean-Daniel Rinaudo. 2009. “Quels Instruments Pour Gérer Les Prélèvements Individuels En Eau Souterraine?” Économie Rurale, no. 2: 40–56.

Mouri, Hassan et Serge Marlet. 2006. “De L’association D’intérêt Collectif Au Groupement de Développement Agricole: Le Changement Institutionnel et Son Impact Sur Le Fonctionnement Des Périmètres Publics Irrigués Tunisiens.” In L’avenir de L’agriculture Irriguée En Méditerranée. Nouveaux Arrangements Institutionnels Pour Une Gestion de La Demande En Eau. https://hal.archives-ouvertes.fr/cirad-00191058/.

MARH (Ministère de l’Agriculture et des Ressources Hydrauliques) “Stratégie Nationale D’adaptation de L’agriculture Tunisienne et Des Écosystèmes Aux Changements Climatiques.” 2007.

Ministère de l’Environnement et du Développement Durable. “Rapport national sur l’état de l’environnement 2007.”

Ministère de l’Agriculture., 1997. Etude de la gestion et de la tarification de l’eau d’irrigation au niveau des périmètres irrigués. Seconde phase : Analyse et propositions tarifaires. Groupement CNEA/BRL Ingénierie / Direction générale du génie rural, décembre 1997.

Mustapha, Azza Ben, Nicolas Faysse, Serge Marlet, and Jean-Yves Jamin. 2015. “Une Action Collective Analysée Par Ses Acteurs : Une Association D’irrigants En Tunisie.” Natures Sciences Sociétés 23 (4): 356–66. doi:10.1051/nss/2015055.

Riaux, Jeanne. 2014. “Petites Paysanneries Hydrauliques En Tunisie Centrale. Héritages et Perspectives Autour Des Eaux Du Merguellil.” https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01213346/.