

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/349349475>

# Developpement et gestion de l'irrigation en Tunisie

Article · February 2021

CITATIONS

4

READS

4,891

1 author:



[Abdelkader Hamdane](#)

Institut national agronomique de Tunisie (INAT)

65 PUBLICATIONS 168 CITATIONS

SEE PROFILE

# Développement et Gestion de l'Irrigation en Tunisie<sup>1</sup>

**Abdelkader HAMDANE<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Réadapté et traduit du livre intitulé « Irrigation in the Mediterranean- Technologies, institutions and policies », 2019, Editors : F. Molle, C. Sanchis-Ibor and L. Avellà-Reus- Springer

<sup>2</sup> Ingénieur général d'agronomie et de génie rural. Ancien responsable du département du génie rural et de l'exploitation des eaux au Ministère de l'Agriculture de Tunisie. Conseiller technique et enseignant à l'Institut National Agronomique de Tunisie.

## SOMMAIRE

|          |                                                                                                                            |                                    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Aspects historiques et construction des politiques d'aménagement hydro agricole .....</b>                               | <b>4</b>                           |
| 1.1      | Un clin d'œil éloigné .....                                                                                                | 4                                  |
| 1.2      | L'époque moderne et les petits aménagements agricoles .....                                                                | 5                                  |
| 1.3      | Les prémices des grands projets d'aménagement hydraulique .....                                                            | 5                                  |
| <b>2</b> | <b>La genèse du projet hydraulique de l'indépendance : la gestion de l'offre .....</b>                                     | <b>7</b>                           |
| 2.1      | Politique et planification de l'eau .....                                                                                  | 8                                  |
| 2.2      | Le cadre institutionnel et légal .....                                                                                     | 9                                  |
| 2.2.1    | Le Code des Eaux .....                                                                                                     | 9                                  |
| 2.2.2    | L'organisation administrative, technique et professionnelle .....                                                          | 10                                 |
| 2.3      | L'évolution institutionnelle et des structures de gestion .....                                                            | 11                                 |
| 2.3.1    | L'expérience des offices de mise en valeur des périmètres irrigués : L'Etat Planificateur-Aménageur - Gestionnaire .....   | 11                                 |
| 2.3.2    | La gestion associative de l'eau .....                                                                                      | 11                                 |
| 2.4      | La réforme agraire dans les périmètres irrigués .....                                                                      | 11                                 |
| <b>3</b> | <b>La gestion de la demande et les réformes récentes .....</b>                                                             | <b>12</b>                          |
| 3.1      | La nécessité d'une transition vers la gestion de la demande .....                                                          | 12                                 |
| 3.2      | La réhabilitation et la modernisation des infrastructures .....                                                            | 13                                 |
| 3.3      | Le programme national d'économie d'eau et amélioration de l'efficacité .... <b>Erreur ! Signet non défini.</b>             |                                    |
| 3.4      | La décentralisation et la gestion associative des infrastructures d'irrigation .....                                       | 16                                 |
| 3.4.1    | La généralisation de la gestion associative .....                                                                          | 16                                 |
| 3.4.2    | La stratégie de pérennisation des GDA .....                                                                                | 16                                 |
| 3.4.3    | La gestion participative des eaux souterraines en accès libre .....                                                        | 17                                 |
| 3.5      | La politique tarifaire et le recouvrement du coût de l'eau .....                                                           | 17                                 |
| 3.5.1    | La tarification dans les périmètres publics irrigués .....                                                                 | 17                                 |
| 3.5.2    | Les redevances domaniales dans les périmètres privés .....                                                                 | 18                                 |
| 3.6      | La réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles .....                                                        | 19                                 |
| <b>4</b> | <b>Bilan du secteur irrigué .....</b>                                                                                      | <b>19</b>                          |
| 4.1      | La mobilisation des eaux et le développement du potentiel irrigable .....                                                  | 19                                 |
| 4.1.1    | Contexte et ressources en eau .....                                                                                        | 19                                 |
| 4.1.2    | Le potentiel des terres irrigables .....                                                                                   | 20                                 |
| 4.2      | Les programmes et budgets d'investissement .....                                                                           | 22                                 |
| 4.3      | Les prélèvements et la demande en eau agricole .....                                                                       | 23                                 |
| 4.4      | L'agriculture irriguée et l'intensification des périmètres .....                                                           | 24                                 |
| 4.4.1    | Les superficies mises en culture .....                                                                                     | 24                                 |
| 4.4.2    | Occupation culturale des terres irriguées .....                                                                            | 24                                 |
| 4.4.3    | La problématique générale de la sous intensification agricole .....                                                        | 25                                 |
| 4.5      | Les structures et systèmes agraires irrigués .....                                                                         | 26                                 |
| 4.6      | Des performances générales du secteur irrigué .....                                                                        | 27                                 |
| <b>5</b> | <b>Défis et risques environnementaux, durabilité des ressources et des usages, transformations institutionnelles .....</b> | <b>28</b>                          |
| 5.1      | La salinité et l'affectation des sols irrigués .....                                                                       | 28                                 |
| 5.2      | La dégradation de la fertilité et la pollution des terres irriguées .....                                                  | 28                                 |
| 5.3      | L'extension anarchique de l'urbanisation .....                                                                             | 29                                 |
| 5.4      | L'utilisation intensive des ressources non renouvelables du Sud .....                                                      | 29                                 |
| 5.5      | La surexploitation des ressources souterraines phréatiques .....                                                           | 29                                 |
| 5.6      | Relation irrigation-énergie .....                                                                                          | 31                                 |
| 5.7      | Les impacts du changement climatique .....                                                                                 | <b>Erreur ! Signet non défini.</b> |
| 5.8      | Reconstruction institutionnelle en cours .....                                                                             | 32                                 |
| <b>6</b> | <b>Conclusion .....</b>                                                                                                    | <b>33</b>                          |
| <b>7</b> | <b>Références bibliographiques .....</b>                                                                                   | <b>34</b>                          |

## SIGLES ET ACRONYMES

|            |                                                                                                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AFA        | Agence Foncière agricole                                                                       |
| APIA       | Agence de Promotion des Investissements Agricoles                                              |
| BIRH       | Bureau d’Inventaire des Ressources Hydrauliques (DG RE)                                        |
| BM (BIRD)  | Banque Mondiale                                                                                |
| CRDA       | Commissariat Régional au Développement Agricole                                                |
| BPEH       | Bureau de Planification et des Equilibres Hydrauliques                                         |
| DG BGTH    | Direction Générale des Barrages et Grands Travaux Hydrauliques (MA)                            |
| DG EDA     | Direction Générale des Etudes et du Développement Agricole (MA)                                |
| DG GREE    | Direction Générale du Génie Rural et de l’Exploitation des Eaux (MA)                           |
| DG RE      | Direction Générale des Ressources en Eau (MA)                                                  |
| DPH        | Domaine Publique Hydraulique                                                                   |
| EUT        | Eau usée traitée                                                                               |
| FAO        | Organisation des Nations Unies pour l’Alimentation et l’Agriculture                            |
| GDA        | Groupement de Développement Agricole (AIC- GIC)                                                |
| GDA        | Gestion de la demande en eau                                                                   |
| INRGREF    | Institut National des Recherches de Génie Rural des Eaux et Forêts                             |
| MARH       | Ministère de l’Agriculture et des Ressources Hydrauliques                                      |
| OMVVM      | Office de la Mise en Valeur de la Vallée de la Medjerda                                        |
| ONAS       | Office National de l’Assainissement                                                            |
| PNEE       | Programme national de l’économie d’eau en irrigation                                           |
| PPI        | Périmètre public irrigué                                                                       |
| PIP        | Périmètre irrigué privé                                                                        |
| PMH        | Petite et moyenne hydraulique                                                                  |
| SECADENORD | Société d’exploitation des conduites et des adductions des eaux du Nord                        |
| SMVDA      | Société de mise en valeur et de développement agricole                                         |
| T.I        | Taux d’intensification: rapport de la superficie réellement irriguée à la superficie irrigable |
| UTAP       | Union Tunisienne de l’Agriculture et de la Pêche                                               |

### **UNITES :**

DT : Dinar Tunisien (En juin 2016: US \$= 2.1 DT, Euro = 2.2 DT)

g/l : Gramme par litre

Ha : Hectare

m<sup>3</sup> : Mètre cube

Mm<sup>3</sup> : Millions de mètres cube.

Qx : Quintaux

**Le résumé de l'étude:** la Tunisie est structurellement affectée par la rareté de l'eau et les pratiques d'irrigation sont profondément marquées par la culture et l'histoire des zones méditerranéennes et désertiques. Depuis l'indépendance en 1956, le nouvel Etat tunisien a mobilisé les ressources financières nécessaires au développement de grands projets publics d'eau. Il a également encouragé les agriculteurs à développer des projets d'irrigation individuels. Malgré l'extension relativement limitée des périmètres irrigués, l'irrigation est considérée comme un secteur stratégique (sécurité alimentaire, rôle économique et social). En Tunisie, les prélèvements totaux d'eau sont proches du potentiel de la ressource. Une «forme faible de gestion de la demande en eau» prévaut, caractérisée par la mise en œuvre d'instruments techniques, économiques et réglementaires visant principalement à réduire les pertes d'eau et l'utilisation inadéquate de l'eau et à encourager l'utilisation de ressources en eau non conventionnelles. Des faiblesses dans le développement agricole se retrouvent dans la majorité des périmètres irrigués à grande échelle, où l'intensification agricole et la productivité de l'eau doivent encore être améliorées.

## 1 Aspects historiques et construction des politiques d'aménagement hydro agricole

---

### 1.1 Un clin d'œil éloigné

En Tunisie, la pratique de la gestion de l'eau d'irrigation est fondamentalement marquée par l'histoire et la culture méditerranéenne, et accessoirement saharienne dans les zones désertiques. Les caractéristiques extrêmes du climat méditerranéen ont fait de cette gestion, naturellement et dès l'Antiquité, un facteur clé de la civilisation et du développement.

On retrouve ainsi aujourd'hui dans presque toutes les régions une gamme de réalisations à buts uniques ou multiples (stockages, transferts, épandage des crues, distribution urbaine et agricole...) résultant d'une accumulation séculaire de travaux progressivement réalisés, remodelés, transformés, développés avec toutes les phases que cela implique de dispositions novatrices, mais aussi d'échecs patents et de réajustements permanents aux nécessités de l'époque. L'irrigation y a évidemment pris, au fil des siècles, une part très importante des volumes d'eau mobilisés.

Certes, les traditions d'aménagement hydraulique et de pratique de l'irrigation ont été initiées en Tunisie par les populations berbères bien avant l'époque phénicienne, mais c'est à cette époque que l'emprunt à l'Orient et au monde méditerranéen de techniques de captage, comme la collecte des eaux pluviales, s'est développée, techniques consolidées et étendues ensuite à toutes les régions du pays à l'époque romaine (Cf. Traité d'agronomie de Magon, V<sup>ème</sup> siècle av. J.-C). Malgré l'importance des ouvrages de transfert pour l'approvisionnement en eau des villes (Aqueduc Zaghuan-Carthage de 132 Km, au milieu du II<sup>ème</sup> siècle après J.C, sous Hadrien), l'œuvre hydraulique romaine en Tunisie recouvre à la fois l'utilisation des ressources locales, les eaux des précipitations recueillies, conservées et valorisées à l'aide d'ouvrages et d'aménagements locaux de petite taille (Gaukler, 1897). Ces deux aspects de l'aménagement, en grand et en petit, vont dominer les modes de gestion de l'eau tout au long de l'histoire de la Tunisie (Besbes & al, 2014).

Dès le VII<sup>ème</sup> siècle, la contribution arabo-musulmane fut marquée par une nouvelle conception juridique et institutionnelle de la gestion de l'eau, par la réhabilitation des

ouvrages anciens et l'extension des techniques hydrauliques existantes à de nouvelles régions du pays, par de nouvelles influences, des emprunts et des échanges avec d'autres pays du monde musulman et des civilisations orientales qui mettaient la Tunisie en relation avec l'héritage hydraulique universel.

Dans le domaine de l'irrigation, le sud désertique connaissait un mode de gestion de l'eau efficace avec le développement de sociétés hydrauliques organisées dans les oasis autour de réseaux à caractère communautaire. Une répartition rigoureuse des eaux dans l'oasis de Tozeur, consacrée par le juriste Ibn Chabbat, a ainsi constitué depuis le XIII<sup>ème</sup> siècle un modèle du genre en matière de distribution de l'eau par rotation fixe aux utilisateurs. En dépit d'une présence agraire assez lâche dans les campagnes et la prédominance du pastoralisme à l'intérieur du pays, plusieurs foyers hydrauliques florissants se sont développés avec l'irrigation par inondation ou épandage des crues, autant dans la haute steppe que dans la plaine de Kairouan dans la Tunisie Centrale. Dans le Sahel, la collecte des eaux de ruissellement par l'aménagement de bassins de réception a permis de maintenir, au cours des siècles, des oliveraies sur de grandes étendues (El Amami, 1984).

D'autre part, des innovations technologiques ont pu être introduites en Tunisie avec les différentes vagues de l'immigration Andalouse. La noria, version améliorée de la roue persane, fut la première tentative de mécanisation du puisage à la base de toute l'agriculture irriguée dans le Nord et les zones littorales, et le captage des eaux par galeries souterraines (foggaras) a permis l'approvisionnement de certaines villes en eau potable et l'irrigation d'oasis. En 1622, les Andalous ont entamé la construction d'un barrage avec pont et écluses sur la Medjerda, le plus grand fleuve de la Tunisie, à El Bathane. Cet ouvrage, qui alimentait deux canalisations principales destinées à irriguer l'oliveraie de Tébourba sur 2 500 ha (Kress, 1977), constitue en réalité le premier grand aménagement hydro-agricole de l'histoire moderne de la Tunisie.

La Tunisie a connu aussi à travers l'Andalousie les conséquences d'une « révolution agricole » qui affectait par ailleurs le monde musulman dans son ensemble et qui était la base de son essor démographique. L'extension et le perfectionnement des systèmes d'irrigation n'en constituent qu'un aspect, mais capital et indispensable. Cette révolution agricole comporte en premier lieu l'extension à tout l'espace dominé par l'Islam, y compris la Tunisie, d'une variété d'espèces végétales essentiellement irriguées (riz, sorgho, blé dur, canne à sucre, coton, aubergines, pastèques, épinards, artichauts, agrumes, bananes...) sans compter celles utilisées comme drogues, condiments, teintures (henné, indigo). La plupart était diffusée à partir de l'Inde (Watson, 1984).

## **1.2 L'époque moderne et les petits aménagements agricoles**

A l'avènement du protectorat français en 1881, une politique d'exploration des aquifères par forages relativement profonds est mise en œuvre grâce à des fonds publics, qui va se développer dans le sud et le centre du pays dans l'objectif d'aider les agriculteurs à étendre les palmeraies, l'arboriculture et les cultures fourragères. Parallèlement, on observe l'extension des zones irriguées par puits de surface, créés par l'initiative propre des agriculteurs sur les nappes phréatiques, essentiellement dans les régions de Tunis et du Cap Bon qui se spécialisaient dans les cultures maraîchères et les agrumes notamment. L'exploitation intensive de ces nappes phréatiques a vu apparaître dans les années 1950 et pour la première fois en Tunisie le phénomène de surexploitation de nappes phréatiques, en posant d'ores et déjà le problème de leur conservation, notamment dans les zones côtières du Cap-Bon, et aussi dans la région de

la Soukra aux environs de Tunis, où la réutilisation des eaux usées traitées a été pratiquée dès les années 1960 comme solution de sauvegarde des agrumes.

La politique de création des systèmes d'eau collectif à partir des nappes profondes et avec des financements publics, irrigant des superficies autonomes de quelques dizaines d'hectares, s'est poursuivie le long du XX<sup>ème</sup> sur presque tout le territoire. Ce qui donne à la Tunisie l'aspect d'un chapelet d'îlots irrigués espacés.

### 1.3 Les prémices des grands projets d'aménagement hydraulique

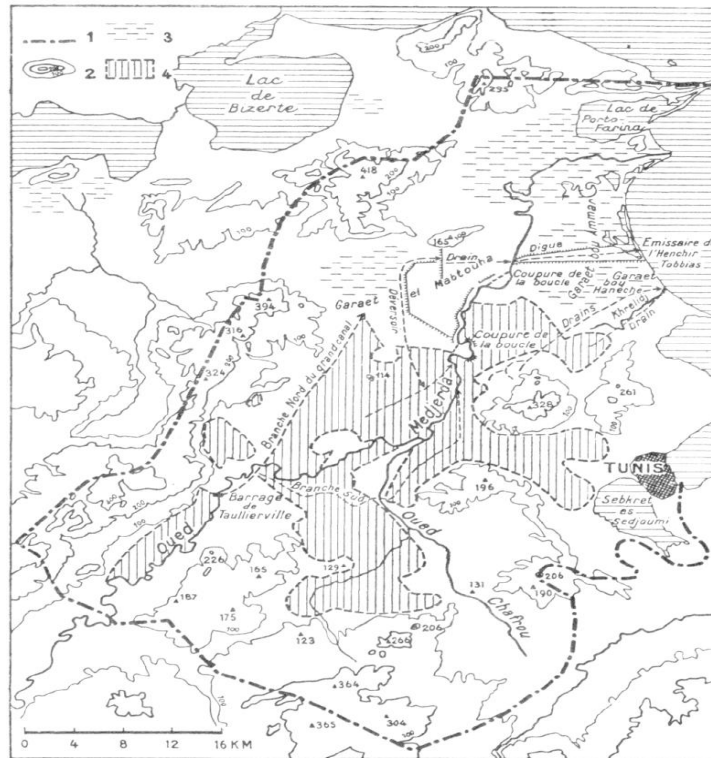
Après la seconde guerre mondiale et suite aux conditions économiques et sociales très sévères, la politique des grands barrages de retenue trouve un champ d'application favorable dans le bassin de la Medjerda notamment, où se situe le plus grand fleuve du pays et se localisent des terres étendues et fertiles, et où seule l'irrigation pouvait permettre de pallier efficacement les aléas pluviométriques dans les grandes régions de cultures pluviales. De telles options vont conforter l'apparition des premiers plans régionaux d'aménagement hydro agricole :

a- *Dans la région du Nord* : ce sera sans doute le programme de réalisation des grands barrages totalisant une capacité de mobilisation de 400 Mm<sup>3</sup>/an, et celle du périmètre irrigué de la Basse Vallée de la Medjerda (40 000 ha irrigables à partir du barrage de Neber et de la retenue de Laroussia et de l'ancien canal de Taullerville), qui aura concrétisé les plus grands projets hydro agricoles munis de réseaux collectifs de la période 1950-1980. Ce programme, qui s'intègre dans le « plan d'équipement et de modernisation de la Tunisie » (Chevalier, 1950) et qui n'a pas été achevé par l'administration coloniale (Figure1)<sup>3</sup> (Poncet, 1956), va être poursuivi par l'Etat tunisien à l'aube de l'indépendance et constituer la trame sur laquelle s'élabore le schéma directeur d'aménagement de la Medjerda et de ses affluents en vue de développer l'irrigation.

---

<sup>3</sup> Le financement des premières phases de ce programme a été assuré dans le cadre du plan Marshall prévu pour la reconstruction de l'Europe après la seconde guerre mondiale.

Figure 1- Principaux travaux prévus et zones irrigables pour la mise en valeur de la basse vallée de la Medjerda (Arch. OMVVM)



b- *Dans la Région du Centre* : Les oueds de la région sont trop irréguliers et n'autorisent pas des solutions de type barrages-réservoirs adoptés dans le Nord. En revanche, les eaux souterraines qui ont été captées, permettent d'établir un programme d'irrigation s'étendant sur 11 000 ha. Les forages publics créés autorisent l'aménagement de petits et moyens périmètres variant de 50 à 200 ha environ. Quant à L'irrigation par épandage des eaux de crue, elle est déjà pratiquée depuis des millénaires dans cette région, et reste notamment maîtrisée dans la plaine de Kairouan : des travaux de modernisation sont mis en œuvre pour endiguer les phénomènes d'alluvionnement et mieux contrôler les mécanismes de distribution des eaux de crue.

c- *Dans la région du Sud* : les principaux projets concernent les travaux de sauvegarde des anciennes oasis qui ont souffert de tarissement des sources naturelles et la création de nouvelles dans le Djerid et Nefzaoua. Les nouvelles ressources en eau non renouvelables sont rendues possibles grâce à la création de forages très profonds dont certains sont artésiens et débitant de l'eau chaude (70°C dans l'aquifère du Continental Intercalaire). Dans la Djeffara de Gabès sont effectués des travaux d'épandage et de rétention des eaux de crue des oueds du Dahar.

## 2 La genèse du projet hydraulique de l'indépendance : la gestion de l'offre

---

### 2.1 Politique et planification de l'eau

A l'indépendance, le projet de mise en valeur agricole de la Basse Vallée de la Medjerda a suscité un intérêt majeur de la part du nouvel Etat tunisien, qui mobilisa toutes les ressources nationales et étrangères nécessaires pour la continuité des grands projets déjà entamés pendant la période coloniale. L'Office de Mise en Valeur de la Vallée de la Medjerda (OMVVM) a ainsi été créé en 1958, pour exploiter les ouvrages hydrauliques existants, conduire les études et les réalisations techniques de nouveaux projets, conseiller et aider les agriculteurs dans l'exploitation agricole du grand périmètre et appliquer une politique spécifique de réforme agraire. L'importance accordée au projet d'aménagement hydraulique de la Medjerda a été telle que l'OMVVM a d'abord été rattaché à la Présidence de la République. Il a été ensuite mis sous tutelle du Ministère de l'Agriculture qui va occuper une place centrale dans la mise en œuvre des politiques de développement régional.

Les « Perspectives décennales de développement 1962-1971 » (Secrétariat d'Etat au Plan et Finances, 1961), présentaient la première doctrine de développement économique et social de la Tunisie indépendante, appuyée sur les principes fondateurs de « décolonisation-tunisification de l'appareil de production, promotion de l'homme, réforme des structures et auto développement ». En matière d'hydraulique, ces principes se déclinent en objectifs précis : « la rareté et l'irrégularité des précipitations obligent la Tunisie à employer tous les moyens pour accroître au maximum ses capacités de rétention d'eau de surface et d'exploitation des eaux souterraines ». Les actions à entreprendre comportent : (i) des études et recherches, pour une meilleure connaissance des ressources en eau et en sols ; (ii) des infrastructures d'hydraulique urbaine, pour l'alimentation en eau des villes, la lutte contre les inondations et l'assainissement urbain ; et (iii) des travaux d'hydraulique agricole, par la construction et l'équipement de puits et forages, la création de quatre grands barrages (Kasseb, Bou Hertma, Joumine et Nebhana) et de petits barrages, et l'aménagement pour l'irrigation de 60 000 ha.

Dès le début des années soixante dix, l'idée principale qui sous-tendait les politiques agricoles était une planification visant à atteindre un meilleur niveau d'autosuffisance alimentaire. Avec l'aridité du climat, l'intensification agricole par l'irrigation devait permettre l'accroissement de la production agricole et participer à la promotion du milieu rural dans les diverses régions du pays. La Tunisie a mis en place une planification hydro-agricole de grande envergure pour atteindre l'objectif politique d'autosuffisance alimentaire ; d'autant plus que le projet hydraulique entamé depuis l'époque coloniale avait préparé le terrain.

Tout en maintenant un secteur public puissant en termes d'aménagement collectif des eaux, l'Etat a encouragé simultanément le secteur privé (exploitant réel des terres aménagées par l'Etat) à bénéficier de l'encadrement technique de l'Administration et du soutien grâce à des incitations financières pour mettre en place une agriculture irriguée moderne et productive. La priorité de la grande hydraulique a prévalu pour la mise en valeur du Nord, et la préférence pour les grands ouvrages marquera les choix techniques de la Tunisie dans cette région. Le développement des ressources souterraines pour la création des périmètres

publics et des périmètres à caractère privé ont été particulièrement privilégiés dans les régions côtières, le Centre et le Sud.

L'originalité de l'approche tunisienne, aiguillée par la rareté des ressources en eau et le déficit du bilan alimentaire, se résume sans doute dans cette perception précoce des enjeux majeurs de la question de l'eau posée en termes d'aménagement du territoire en relation avec la répartition spatiale de la ressource et des besoins : l'option hydraulique a été maintenue et confortée par une politique de transferts massifs vers les zones déficitaires, réalisant une véritable interconnexion à l'échelle nationale censée « corriger » les inégalités hydrauliques interrégionales (Besbes & al. 2014). Outre l'approvisionnement en eau potable, les objectifs des transferts d'eau ont été élargis pour couvrir l'usage agricole, grand consommateur d'eau. Cette politique a permis de mettre au point et de réaliser de vastes programmes d'infrastructure hydraulique organisés autour de trois Plans Directeurs d'utilisation des Eaux élaborés au cours des années 1970, respectivement pour les régions du Nord (PDEN) (MA, 1970), du Centre (PDEC) et du Sud (PDES).

## **2.2 Le cadre institutionnel et légal**

### **2.2.1 Le Code des Eaux**

En Tunisie, l'instrument juridique fondamental pour la gestion de l'eau est le Code des Eaux promulgué par la Loi 75-16 du 31 mars 1975, remanié à plusieurs reprises mais modifiée particulièrement par la Loi 2001-116 du 26 Novembre 2001. Tout en s'inspirant des principes du droit musulman et du droit coutumier, ainsi que des réformes du droit des eaux introduites par la colonisation depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle et le début du XX<sup>ème</sup> siècle, ce Code a introduit les dispositions fondamentales suivantes ayant des impacts directs sur le secteur de l'eau en général et de l'irrigation en particulier :

- *La domanialité publique des ressources en eau* : Le contenu du Code traduit le recul de la règle de protection des droits et libertés individuels devant les nécessités et les impératifs de l'intérêt général et de l'utilité publique.
- Le rôle prépondérant de l'Administration dans la planification, la mobilisation, le contrôle et le suivi intégré de l'utilisation des eaux sur les aspects aussi bien quantitatifs que qualitatifs
- Le principe de la valorisation maximale du m<sup>3</sup> d'eau est adopté à l'échelle du pays et pour les différents secteurs d'usage.
- La protection de l'environnement hydrique, en interdisant toute action pouvant causer de manière directe et indirecte la pollution des milieux hydriques.
- Le principe de la participation directe du secteur privé dans la gestion des ressources en eau non conventionnelles est retenu, bien que d'une manière restrictive (traitement des eaux usées, dessalement des eaux saumâtres ou marines)

- La possibilité d'autogestion des ressources hydrauliques dans un cadre associatif est permise.

### **2.2.2 L'organisation administrative, technique et professionnelle**

Depuis 1975, la gestion du domaine public hydraulique (DPH) revenait au Ministère de l'Agriculture qui reste le ministère chargé de l'eau. Ce dernier est assisté par deux commissions : (i) le Comité national de l'eau ou le Conseil national de l'eau à partir de 2001; lequel est chargé d'orienter la politique de l'eau en impliquant l'essentiel des intervenants et acteurs du secteur. (ii) la Commission du domaine public hydraulique (DPH).

Si la plus grande composante du DPH reste supervisée par ce Ministère, il faut signaler l'intervention du Ministère chargé de l'Environnement en matière de protection de l'environnement (Agence Nationale de protection de l'Environnement : ANPE) et de l'assainissement des agglomérations et du traitement des eaux usées (Office National de l'Assainissement : ONAS), ainsi que du Ministère de l'Équipement pour certaines opérations de lutte contre les inondations dans les zones urbaines. Cette organisation assez ancienne reflète la priorité donnée à une agriculture sujette à des aléas climatiques très défavorables et accaparait donc l'essentiel des infrastructures et des ressources en eau disponibles. D'autre part, le ministère chargé de l'agriculture reste encore le seul département technique disposant d'antennes locales couvrant tout le territoire du pays et capables d'assurer le contrôle de la ressource.

Au sein même du Ministère de l'Agriculture, plusieurs directions techniques ou établissements publics sous tutelle interviennent pour la gestion du domaine public hydraulique (DGRE, DGBGTH, DGGREE, BPEH, SECADENORD, etc.). En outre, de par ses missions fondamentales, le Ministère de l'Agriculture est chargé de la supervision générale du secteur agricole, et ce à travers diverses structures spécialisées intervenant notamment dans le domaine de l'agriculture irriguée, telles que certaines directions centrales (DHPA, DGPCQPA, DGFIOP, etc.) ; des organismes publics autonomes ayant un rôle spécifique important dans la planification des activités agricoles dans les périmètres irrigués (OEP, AVFA, APIA, AFA, IRESA, etc.); des groupements interprofessionnels assurant plusieurs missions d'intégration des différents acteurs dans les filières de production, la régulation des marchés et la promotion de la qualité des produits (GIL, GIF); les instituts de recherches agronomiques et de génie rural et les centres techniques qui sont chargés notamment de l'expérimentation et de l'adaptation technologique, de l'information et de l'assistance technique aux producteurs, de la formation des techniciens, etc.

Le Commissariat Régional au Développement Agricole (CRDA) est l'organe de représentation du Ministère de l'Agriculture à l'échelon régional. Dans chaque gouvernorat (24 pour l'ensemble du pays), il existe un CRDA qui regroupe et reproduit les principaux services du Ministère de l'Agriculture. C'est un établissement public administratif (EPA) doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière mais qui est lié au Ministère de l'Agriculture par des liens de tutelle. Il est aussi investi d'une large mission de mise en œuvre de la politique agricole et hydraulique nationale dans les limites du gouvernorat, y compris l'aménagement des périmètres et la gestion de l'eau agricole en général.

## **2.3 L'évolution institutionnelle et des structures de gestion**

### **2.3.1 L'expérience des offices de mise en valeur des périmètres irrigués : L'Etat Planificateur- Aménageur - Gestionnaire**

La mise en œuvre de la politique hydro agricole a été aussi appuyée par l'organisation institutionnelle établie au cours des premières décennies de l'indépendance. C'est ainsi que les offices de mise en valeur agricole ont joué un rôle essentiel dans la mise en application des plans directeurs régionaux en termes de développement de l'irrigation et de mise en valeur agricole des terres aménagées. Treize Offices de Mise en Valeur des Périmètres Publics Irrigués (OMV-PPI), offices nouveaux ou nés de la restructuration de l'OMVVM, ont été créés entre les années 1970- 1980. Ces entreprises publiques à caractère industriel et commercial étaient le fer de lance de la politique de l'irrigation et investies de diverses missions similaires à celles de l'OMVVM, et dont certaines relatives au développement agricole ont été même étendues ultérieurement aux périmètres irrigués privés.

L'impact des offices a été certes relativement positif en termes de développement local et de sécurité alimentaire. Malgré une réussite technique indéniable, les bénéficiaires n'ont que peu participé à la gestion des systèmes d'eau collectifs et les coûts de maintenance et réhabilitations successives ont dû être supportés essentiellement par l'Etat, en raison d'une redevance restée très modeste. Les subventions régulières et implicites de l'Etat à l'irrigation publique sont devenues de plus en plus lourdes avec l'extension des périmètres irrigués.

### **2.3.2 La gestion associative de l'eau**

En Tunisie, l'irrigation se fonde sur un savoir-faire traditionnel et se pratiquait depuis très longtemps à partir de sources naturelles dans les oasis ou de puits de surface privés sur les nappes phréatiques.

Le Code des Eaux, modifié par la loi N°87-35 du 6 juillet 1987, a entériné l'ancien modèle des Associations d'Intérêt Collectif (AIC) parue en 1936 et a précisé en particulier les rôles de celles-ci dans les activités d'exploitation des eaux du domaine public : l'exécution, l'entretien ou l'utilisation des réseaux intéressant le domaine public dont l'AIC a le droit de disposer ; l'irrigation ou l'assainissement des terres par le drainage ou par tout autre mode d'assèchement ; et l'exploitation des systèmes d'eau potable en milieu rural, etc.

Selon la loi N° 2004-24 du 15 mars 2004, modifiant et complétant la précédente, les différentes associations d'usagers de l'eau sont tenues d'adopter la dénomination de «Groupement de Développement dans le Secteur de l'Agriculture et de la Pêche» (GDA) et se voient étendre leurs missions à la protection des ressources naturelles (eau, sol, forêt...), la rationalisation de leur utilisation et leur sauvegarde, l'équipement de leurs périmètres d'intervention en infrastructures de base agricoles et rurales, la participation à l'encadrement de leurs adhérents et leur orientation vers les techniques agricoles les plus fiables, la pratique d'activités rémunératrices pour la fourniture de services en aval et amont de la production agricole, etc.

## **2.4 La réforme agraire dans les périmètres irrigués**

La réforme agraire dans les périmètres irrigués a été initiée à partir de 1958 sur le premier grand périmètre public de l'OMVVM, et étendue en 1963 à l'ensemble des

autres périmètres publics du pays. Les objectifs essentiels de la réforme est la distribution des lots de terres irrigables provenant de certains grands domaines de l'Etat et la limitation de la propriété irriguée, la réorganisation foncière des terres privées, la mise en application de l'obligation de mise en valeur des terres aménagées.... En 1977, un organisme spécialisé - l'Agence de la Réforme Agraire dans les Périmètres Publics Irrigués (dénommé Agence Foncière Agricole à partir de 1999) - a été créée, ayant pour mission de mettre en œuvre la politique de réforme agraire dans les périmètres irrigués où l'aménagement hydraulique collectif est réalisé par l'Etat.

Les résultats de la réforme agraire sont indéniables en ce qui est en relation avec la réorganisation foncière dans les PPI. Les résultats pour les objectifs sociaux ou d'encouragement à l'intensification agricole restent encore très mitigés. Le projet politique de la réforme agraire datant déjà depuis les années 1950-1960 semble perdre avec le temps de sa cohérence et de la pertinence de certains de ses objectifs sociaux, à la suite de la nouvelle politique à caractère « libéral » visant à louer les grands domaines irrigués de l'Etat à des entreprises agricoles privées. La réforme agraire devenant ainsi « obsolète » mérite d'être adaptée au nouveau contexte et renouvelée pour mieux accompagner les mutations sociales et économiques en cours dans les périmètres irrigués.

### **3 La gestion de la demande et les réformes récentes**

---

#### **3.1 La nécessité d'une transition vers la gestion de la demande**

En Tunisie, les prélèvements en eau approchent l'ordre de grandeur des potentialités de la ressource, et la perspective de stabilisation de l'offre pose naturellement le problème de la réallocation de cette ressource entre les divers secteurs d'usage. A flux de ressources constant, les réallocations d'eau pour satisfaire la demande prioritaire du secteur de l'eau potable et assurer l'approvisionnement des secteurs économiquement performants (industrie, tourisme) ne peuvent se faire, en réalité, qu'au détriment du secteur agricole. La perspective de raréfaction des disponibilités en eau de bonne qualité pour l'irrigation et la concurrence intersectorielle déjà manifeste dans plusieurs régions côtières du pays ont largement déterminé le cadre général de l'« *Etude du Secteur de l'Eau* », étude à caractère stratégique réalisée par le Ministère de l'Agriculture en fin des années 1990.

Le diagnostic du secteur de l'eau indique clairement que la politique de l'eau telle qu'elle a été menée pendant plusieurs décennies, fondée essentiellement sur la gestion de l'offre, doit laisser la place à une gestion de la demande, partie intégrante de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) et dont les idées essentielles visent à : (i) renforcer les mesures de suivi, de contrôle et de protection des ressources ; (ii) développer les usages efficients en maîtrisant la demande et valorisant au mieux les usages ; (iii) promouvoir la décentralisation en renforçant le rôle des usagers et l'intervention des opérateurs privés ; (iv) consacrer la valeur économique, sociale et environnementale de l'eau ; et (v) maîtriser les risques. Dans le cadre de ces principes généraux, l'étude en question propose des ébauches de solutions à moyen et à long terme qui affecteront sérieusement le secteur de l'irrigation (DGRE, 1999).

En tenant compte des enjeux précédemment évoqués, la Tunisie est en train d'évoluer progressivement vers une politique considérée encore timide de la gestion de la demande en eau, mais tout en continuant à mener de front l'aménagement de

ressources supplémentaires à des coûts parfois onéreux, particulièrement dans certaines zones encore en déficit hydrique. Cette étape reste marquée par une politique de «*gestion de la demande au sens faible*», laquelle est caractérisée essentiellement par la mise en œuvre d'instruments techniques, économiques et réglementaires qui ont pour objectifs essentiels de réduire les pertes d'eau et les mauvaises utilisations dans les systèmes d'irrigation, de stabiliser au moins les consommations des divers périmètres et d'encourager l'utilisation des ressources en eau non conventionnelles (Hamdane, 2006) . Dans le cadre de ce premier stade de la gestion de la demande, les principales réformes politiques et instruments mis en place sont détaillés ci-après :

### **3.2 La réhabilitation et la modernisation des infrastructures**

Les périmètres publics irrigués sont équipés de divers types de réseaux collectifs dont la conception dépend notamment de la technologie prévalant à l'époque de leur création :

- Les réseaux datant d'avant les années 1970 sont généralement équipés de canaux à ciel ouvert, en béton armé ou béton précontraint, avec un système de régulation hydraulique adapté, dans lesquels la rotation est le mode de distribution privilégié au moins en période de pointe (Oasis, Tunisie Centrale, Basse Vallée de la Medjerda). L'étanchéisation des canaux était une option généralisée.
- Les réseaux mis en place au cours des quatre dernières décennies sont généralement soit des systèmes en conduites à basse pression (1 bar) avec distribution par rotation, destinés à l'irrigation gravitaire (les zones côtières Est), soit des systèmes de moyenne pression (3 bars) adaptés à l'irrigation par aspersion par rampe mobile (grands périmètres dans le Nord et le Kairouannais).

L'évolution plus ou moins accélérée vers l'irrigation moderne de type gravitaire « californien », l'irrigation par aspersion manuelle ou automatique et l'irrigation localisée à l'échelle de la parcelle a nécessité des adaptations d'interface sur les systèmes anciens conçus normalement pour l'irrigation gravitaire de type classique. Ces adaptations consistent en des équipements de mise en pression et des réservoirs de régulation individuels, pris en charge par les agriculteurs en sus des équipements d'irrigation internes à la parcelle. Ces tendances technologiques sont appréciées par les irrigants pour leur qualité de service d'eau satisfaisante en termes de débit, de pression et de continuité d'approvisionnement, ainsi que pour l'économie en main d'œuvre.

En raison de ces évolutions technologiques et par suite des retards de maintenance et de vieillissement des équipements collectifs dans les PPI, de substantiels investissements de remise en état, de remplacement et de modernisation deviennent de plus en plus nécessaires dans de nombreux domaines pour réaliser des gains d'efficacité et réduire les coûts d'exploitation et de production.

La modernisation des systèmes d'irrigation en tant que modification profonde d'une ou de plusieurs composantes de l'aménagement ont démarré depuis les années 2000 sur trois grands ensembles représentatifs des contextes régionaux: (i) le projet d'économie d'eau dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique de la Tunisie Centrale (PMH, modernisation de 11 000 ha); (ii) le projet d'amélioration des périmètres irrigués dans les oasis du Sud (APIOS, 23 000 ha) ; et (iii) le projet de modernisation de l'ancien grand périmètre de la Basse Vallée de la Medjerda (première tranche de 4 000 ha).

Sur le plan général, Il est important à signaler que dans le futur les projets de réhabilitation et de modernisation deviendront de plus en plus importants en nombre et en superficie et toucheront la majorité des régions du pays, l'infrastructure d'irrigation devenant, en effet, âgée et techniquement amortie (Hamdane & al. 2015).

### 3.3 Le programme national d'économie d'eau et amélioration de l'efficience

Le Programme National d'Economie d'Eau en irrigation (PNEE) a été adopté en 1995 avec «*des objectifs globaux de rationalisation de l'utilisation de l'eau d'irrigation à la parcelle, de valorisation économique de l'eau et de maintien de la demande en eau d'irrigation à un niveau compatible avec les ressources en eau disponibles*».

Ce programme a connu un élan considérable grâce à l'extension de la modernisation des systèmes d'eau d'irrigation à la parcelle, laquelle a été favorisée par la décision politique relative à l'augmentation de la prime d'investissement accordée aux équipements d'irrigation (60%, 50% et 40% respectivement selon les catégories petites, moyennes et grandes exploitations agricoles). De 1995 à 2014, les investissements totaux réalisés dans le cadre de ce programme sont estimés à 1 645 MD dont 553 MD en encouragements financiers de la part de l'Etat. Ce niveau élevé d'aides publiques constitue, en réalité, une des critiques fondamentales formulées par certains des bailleurs de fonds à l'encontre du PNEE.

Cependant, en 20 ans et grâce au PNEE, les conditions d'exercice de l'agriculture irriguée ont considérablement changé sur les plans technique et économique. De nouveaux acteurs sont même apparus dans le paysage institutionnel. Le secteur privé représenté par l'agro-alimentaire et l'aval des filières en général a pris une place non quantifiée mais qu'on ne peut plus ignorer aujourd'hui pour l'aide à l'équipement en irrigation, particulièrement pour les grandes exploitations. Il ressort de l'évaluation du programme les impacts principaux suivants (MARH, 2016):

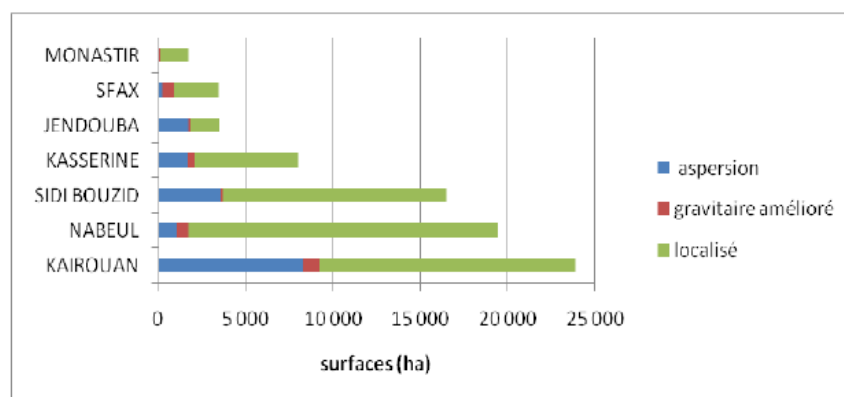
- En 20 ans, la superficie totale équipée avec des moyens d'économie d'eau d'irrigation a quasiment triplé, et l'irrigation localisée s'est progressivement substituée aux autres types d'équipement pour représenter aujourd'hui la principale superficie pour l'irrigation (Tableau 1 & Figure 2).

Tableau 1- Evolution des taux d'équipement en économie d'eau par type de technique  
(Ensemble du pays)

|      | Gravitaire amélioré | Aspersion | Localisée |
|------|---------------------|-----------|-----------|
| 1995 | 45%                 | 47%       | 8%        |
| 2014 | 24%                 | 31%       | 45%       |

(DGGREE, 2015)

Figure 2- Répartition des superficies équipées en EE pour quelques régions significatives du Nord et du Centre.



(DGGREE, 2015)

- En moyenne, la moitié des exploitations a vu se stabiliser sa consommation d'eau, tandis qu'elle a baissé pour un tiers, et qu'une faible minorité a augmenté ses prélèvements d'eau. Ces résultats mitigés en termes de réduction de l'utilisation de l'eau sont à mettre en regard d'une forte augmentation des rendements des cultures sur 70 % des exploitations.
- La valorisation de l'eau d'irrigation a doublé au minimum dans toutes les spéculations. Le PNEE a engendré aussi une augmentation significative de la productivité de l'eau qui a plus que doublé en 20 ans pour les fourrages, le maraîchage et l'arboriculture, en particulier pour l'orge en vert, le piment, la vigne et le pommier (Cf. Tableau 2)

Tableau 2- Evolution des performances financières des cultures avec et sans le PNEE

| Moyenne pondérée     | Valorisation de l'eau (DT/m³) | Charges eau/ Charges totales | Production de l'eau (Kg/m³) |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| <b>Céréales</b>      |                               |                              |                             |
| Avec PNEE            | 0,358                         | 19,8%                        | 1,756                       |
| Sans PNEE            | 0,204                         | 25%                          | 1,073                       |
| <b>Fourrages</b>     |                               |                              |                             |
| Avec PNEE            | 1,793                         | 13,9%                        | 10,841                      |
| Sans PNEE            | 1,103                         | 16,6%                        | 5,155                       |
| <b>Maraîchage</b>    |                               |                              |                             |
| Avec PNEE            | 0,985                         | 14,1%                        | 5,622                       |
| Sans PNEE            | 0,665                         | 13,5%                        | 3,439                       |
| <b>Arboriculture</b> |                               |                              |                             |
| Avec PNEE            | 1,063                         | 14,7%                        | 1,950                       |
| Sans PNEE            | 0,380                         | 25,4%                        | 0,880                       |

(DGGREE, 2015)

Outre la maîtrise de l'exploitation des équipements modernes qui reste à parfaire, plusieurs autres options qui visent à améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau en irrigation restent encore à prospecter et à développer pour le futur (pilottage, irrigation déficitaire, choix de cultures valorisantes de l'eau, etc.), ce qui nécessite une implication conséquente de la recherche-développement. En réalité, l'amélioration de la gestion de l'eau à l'échelle de l'exploitation agricole est encore à ses débuts et les possibilités de réduire les consommations et de valoriser les maigres ressources disponibles constituent les vrais enjeux pour l'avenir du secteur de l'irrigation en Tunisie.

### **3.4 La décentralisation et la gestion associative des infrastructures d'irrigation**

#### **3.4.1 La généralisation de la gestion associative**

Au début de la mutation institutionnelle Office de Mise en Valeur/CRDA (Cf. §2.3.1 et § 2.3.2) un vide s'est manifesté dans la prise en charge des usagers de l'irrigation. Au fil du temps, la nécessité de la mise en place des GDA en tant qu'intermédiaires pour restaurer un lien entre les usagers de l'eau et l'Administration s'est fait sentir. D'autre part, l'agriculture irriguée a perdu son encadrement spécifique et intégré, et ce sont les nouveaux périmètres sans traditions ni structures d'accompagnement qui se trouvent ainsi plus ou moins délaissés.

Sur le plan de la gestion hydraulique, les difficultés opérationnelles rencontrées par les CRDA a été la principale raison de la généralisation des associations d'usagers à tous les périmètres publics irrigués à partir de 1998. Les GDA sur les petits et moyens périmètres ont été chargés de l'exploitation et de l'entretien de l'ensemble des infrastructures collectives existantes. Sur les grands périmètres, les GDA se sont vu confier les infrastructures secondaires et tertiaires dans les secteurs (subdivisions des réseaux), l'infrastructure principale étant maintenue sous la responsabilité des services spécialisés des CRDA concernés. Ces derniers vendent l'eau en gros aux GDA, moyennant rémunération.

Il se dégage de ce qui précède que la Tunisie dispose, en réalité, d'un cadre juridique et institutionnel assez avancé. Néanmoins, ce cadre reste marqué par : (i) une législation plus ou moins obsolète sur certains aspects relatifs à la gestion de l'eau, malgré les différentes modifications apportées au Code des Eaux au début des années 2000 (niveau d'autonomie des associations, clarification des rôles des acteurs...); (ii) d'autre part, l'on constate au cours de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle une instabilité institutionnelle déconcertante avec des cycles d'organisation/réorganisation des structures de gestion (voire Offices/CRDA, AIC/GIC/GDA) , politique ayant réduit sérieusement les chances de progrès institutionnel dans le secteur de l'irrigation.

#### **3.4.2 La stratégie de pérennisation des GDA**

Le nombre des GDA chargés de la gestion des infrastructures publiques d'irrigation était de l'ordre de 200 GDA en 1995. Il a évolué à 1 253 GDA en 2014 qui exploitent à des degrés divers une superficie totale de l'ordre de 213 000 ha des PPI. A l'état actuel, 88 % de ces GDA sont réellement actifs et 12% en cessation provisoire d'activités pour des raisons techniques ou sociales diverses.

Selon le système d'évaluation des GDA (DGGREE, 2012), la gestion technique et financière des réseaux d'irrigation gérés par les GDA est très inégale, et les performances de ces derniers pour assurer une qualité de service raisonnable restent encore relativement mitigées : 24 % des GDA sont jugés de bonne performance, 56 % sont de moyenne performance, et 20 % de faible performance ou en cessation de fonctionnement pour des raisons techniques ou socio organisationnelles variées.

Les principaux points faibles de la situation actuelle résident dans le relâchement relatif de l'esprit communautaire pour certains GDA, l'interventionnisme et l'ingérence des autorités politiques et administratives locales ou régionales (notamment pendant la période pré révolutionnaire) et dans le manque de capacités des GDA pour la gestion administrative et financière ou pour effectuer l'entretien et la maintenance nécessaires des systèmes d'eau. Cette dernière carence est souvent liée à la capacité financière

limitée des GDA pour payer les services externes, mais également au fait que les prestataires de maintenance et d'entretien ne sont pas nécessairement disponibles dans les régions rurales reculées où le marché est encore étroit pour ce genre de services (CIRAD, 2011). Divers projets d'assistance, d'appui et de recherche impulsés par des organisations de coopération internationale (BM, AFD, BAD, JIBIC, KfW, etc.) sont actuellement mis en place en vue de renforcer les acquis des GDA et assurer la «pérennisation» et la durabilité des services qu'ils rendent.

*La stratégie de pérennisation des GDA* adoptée par l'Administration a permis de développer cinq concepts transversaux, à savoir : (i) l'appui institutionnel nécessaire aux GDA sur le plan national et régional ainsi que l'actualisation du cadre réglementaire des GDA pour tenir compte du caractère spécifique de la gestion de l'eau; (ii) l'amélioration des procédures de contrôle financier des GDA ; (iii) la professionnalisation des GDA en vue de rompre progressivement avec le volontariat qui constitue la base de la gestion actuelle des GDA; (iv) l'intégration du secteur privé régional et local dans les opérations d'exploitation et de maintenance des systèmes d'eau; (v) la protection, l'économie et l'utilisation efficace des ressources en eau comme missions complémentaires à l'exploitation et à la maintenance des systèmes d'eau (DGGREE/KfW, 2013).

D'autre part, il est prévu d'étudier pour le long terme les conditions d'adaptation d'autres modèles de gestion des PPI aux divers contextes de l'irrigation en Tunisie : Régie régionale, Société d'exploitation à caractère public (modèle SECADENORD), Partenariat Public-Privé (PPP).

### **3.4.3 La gestion participative des eaux souterraines en accès libre**

La gestion participative des nappes phréatique en accès libre (35 % de la superficie irrigable du pays) est très peu développée en Tunisie malgré l'expansion de l'irrigation individuelle dans plusieurs régions du pays sur les nappes phréatiques et même profondes et le développement de la surexploitation des ressources souterraines dans diverses régions côtières et du Centre. Différentes stratégies sont actuellement discutées au niveau national, et mettent souvent en avant des approches d'implication collective des bénéficiaires des nappes souterraines exploités individuellement (Cf. Programme d'appui aux politiques publiques de gestion des ressources en eau pour le développement rural et agricole, PAPS-Eau : Stratégie nationale de préservation des eaux souterraines, 2010). L'expérience de la gestion participative de la nappe phréatique de Bsissi-Oued El Akarit dans le Gouvernorat de Gabés est un cas assez significatif par son succès à réduire le nombre de puits exploités, grâce à l'esprit communautaire encore vivant (caractère « tribal »), et à une sensibilisation efficace des adhérents menée par une association d'usagers de la nappe en question (Laghrissi, 2013 ; Lavenus & al. 2016).

## **3.5 La politique tarifaire et le recouvrement du coût de l'eau**

### **3.5.1 La tarification dans les périmètres publics irrigués**

Une action de renforcement de la tarification de l'eau d'irrigation dans les périmètres publics, y compris les petits périmètres approvisionnés par les eaux souterraines profondes, a été engagée pendant notamment la période 1990-2000, et ce sous le triple aspect de la transparence du prix de revient, de la souplesse (tarification régionalisée, variation selon la vocation des périmètres irrigués et du coût de l'eau, etc.) et des objectifs nationaux connexes (tarification préférentielle pour les cultures à caractère

stratégiques et la réutilisation des EUT). De 1990 à 2000, une augmentation régulière des tarifs de l'eau a été réalisée au rythme de 9 % par an en termes réels. Parallèlement à ces dispositions, un effort considérable a été déployé pour tester des modèles de tarification de type binôme dans les grands périmètres du Nord (Abbas & al. 2005) et généraliser les systèmes de comptage au niveau des exploitations agricoles irriguées.

L'augmentation totale des tarifs a atteint un niveau élevé entre 1990 et 2002 et a servi à recouvrer une part importante des accroissements des frais d'exploitation et de maintenance des systèmes d'eau. Le taux de recouvrement est ainsi passé, pour la même période, de 57 % à 90 % avec un « gel » des tarifs à partir de 2002.

La politique d'augmentation continue des tarifs n'a pas été facilement acceptée et la réticence des irrigants a été parfois grande. Certaines actions d'accompagnement telles que l'instauration des tarifs préférentiels pour les cultures céréalières et fourragères de faible valeur ajoutée (rabattement de 50 % des tarifs normaux, prix constant de 0.020 DT/m<sup>3</sup> pour les eaux usées traitées, etc.), la libéralisation des prix des productions irriguées et la sensibilisation des irrigants à l'économie de l'eau à la parcelle ont permis de modérer progressivement cette réticence. Cependant la décision politique de « geler » les tarifs d'eau d'irrigation à partir de 2002 a affecté sérieusement les équilibres financiers des GDA, affaiblissant ainsi leurs capacités en matière d'entretien et de maintenance. L'« interventionnisme politique » en matière de tarification sans recours à des instances de régulation, considérant la redevance d'eau comme levier d'amélioration des revenus des agriculteurs, a porté souvent préjudice à l'évolution équilibrée du secteur.

Toutefois, une réflexion sur l'élaboration et la mise en application de nouvelles méthodes tarifaires de l'eau est en train d'être poursuivie en tenant compte particulièrement des diversités régionales et locales de l'irrigation. Une étude est engagée dans ce sens depuis 2015 (DGGREE/ KfW).

Il est à signaler que le tarif moyen de l'eau destinée à l'irrigation est estimé à 0.110 DT/m<sup>3</sup>; le tarif réel varie entre 0.028 DT/m<sup>3</sup> (oasis du Sud) et 0.175 DT/m<sup>3</sup> (grands périmètres du Nord). Dans l'ensemble, le poids du coût de l'eau par rapport aux charges totales des cultures demeure non négligeable et se situe en moyenne autour de 14-15%, sauf en céréales où il atteint 20 % malgré les avantages tarifaires accordés à ces cultures.

### ***3.5.2 Les redevances domaniales dans les périmètres privés***

La réglementation tunisienne relative au DPH stipule que les autorisations et les concessions de prélèvement d'eau naturelle donnent lieu au profit de l'Etat à une redevance évaluée sur la base du volume d'eau pouvant être prélevé et appliqué quel que soit l'usage de l'eau (Code des Eaux : articles 63 et 53). La redevance est actuellement fixée à un niveau très raisonnable, voire symbolique: 0.005 DT/m<sup>3</sup> avec un minimum de 15 DT pour l'usage agricole; 0.050 DT/m<sup>3</sup> avec un minimum de 125 DT pour les usages autres, niveau sans aucun rapport avec le coût d'opportunité de l'eau dans les régions où elle constitue un bien rare. Il est constaté, cependant, un niveau de recouvrement encore très bas de ces redevances par les utilisateurs de puits, forages ou captages individuels ou collectifs. Les recettes encaissées à ce titre par l'Etat sont très faibles, entre 5 et 10 % des montants théoriques sur les eaux souterraines. D'autre part, l'Administration a été à ce jour peu réactive, ce fait étant

à la fois une conséquence et un indicateur des difficultés majeures relatives au contrôle du DPH par l'Etat. Financièrement marginal mais symboliquement très fort, le non recouvrement des redevances constitue en réalité une subvention implicite au profit des utilisateurs des eaux en général et des eaux souterraines en particulier.

Il est à signaler qu'il n'a pas été envisagé au stade actuel de recourir à l'installation systématique de compteurs volumétriques pour l'évaluation des prélèvements sur les points d'eau privés, et de ce, en raison du nombre très important d'équipements à acquérir et de leur coût élevé (qui les paye?), ainsi que des contraintes onéreuses de leur maintenance en phase d'exploitation, etc. Les évaluations indirectes semblent être mieux indiquées dans le contexte actuel du pays.

### **3.6 La réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles**

L'expérience acquise par la Tunisie en matière de réutilisation des eaux usées traitées (EUT) à des fins agricoles remonte au début des années soixante (Périmètre de sauvegarde des agrumes de la Soukra-Tunis). En 2014, le volume total des eaux usées traitées produit par l'ONAS est de 240 Mm<sup>3</sup>, celui réutilisé est de 57 Mm<sup>3</sup> soit un taux de recyclage de l'ordre de 24 %. La part de l'irrigation n'est que de 26 Mm<sup>3</sup> destinés à l'arrosage d'environ 9 000 ha de cultures, de terrains de golf et d'espaces verts. On dispose en Tunisie d'une norme sur la qualité des EUT destinées à l'irrigation et d'un cahier des charges définissant le rôle et la responsabilité des différents acteurs dans l'opération de réutilisation. Les cultures effectivement irriguées sont celles fixées par arrêté du Ministre de l'agriculture du 21 Juin 1991, il s'agit des cultures fourragères et des arbres fruitiers (agrumes, oliviers, grenadiers et pêchers...) à concurrence de 55%, et des cultures céréalières et industrielles. L'utilisation anarchique des eaux usées tout autour des villes est quasi inexistante, car toutes les zones urbanisées sont dotées de stations de traitement au niveau secondaire.

Plusieurs études et évaluations ont été élaborées sur la réutilisation des eaux usées traitées en Tunisie (AHT, 2009), lesquelles relatent l'émergence de contraintes à caractère technique, économique et institutionnel à la suite de l'extension de cette réutilisation. En effet, on réalise de plus en plus les difficultés de maîtriser l'entreprise : qualité aléatoire des eaux usées traitées uniquement au niveau secondaire fournies pour l'irrigation, choix culturels restrictifs pour les irrigants, etc. La contractualisation entre les différents acteurs de la filière (ONAS, CRDA/GDA et irrigants) est à considérer comme un impératif pour surmonter les difficultés en question.

## **4 Bilan du secteur irrigué**

---

### **4.1 La mobilisation des eaux et le développement du potentiel irrigable**

#### **4.1.1 Contexte et ressources en eau**

Les ressources pluviales totales sur l'ensemble du territoire sont estimées à 36 milliards de m<sup>3</sup>/an, dont 13 milliards m<sup>3</sup>/an sont rapportés aux terres cultivables (5 millions d'hectares) et constituent le potentiel total moyen d'«eau verte» utilisable pour l'agriculture pluviale. Ce potentiel passe à près de 19 milliards m<sup>3</sup>/an si l'on y intègre

l'évapotranspiration des végétaux sur les terres de parcours (5 millions d'hectares) (Besbes & al. 2008).

Quant aux ressources potentielles en « eau bleue », elles sont évaluées à 4 855 millions de m<sup>3</sup>/an (Cf. tableau 3), dont 2 700 Mm<sup>3</sup>/an constituent les eaux de surface (56 % des ressources mobilisables) et 2 165 Mm<sup>3</sup> les eaux souterraines (44 %) des ressources mobilisables). Ces valeurs moyennes cachent, en réalité, de larges disparités régionales et certaines ressources souterraines sont déjà soit soumises à une exploitation fort intensive, soit de nature quasi fossiles dans le Sud (MADD/ANPE, 2009).

Les ressources non conventionnelles se limitent pour l'essentiel aux eaux usées traitées et sont estimées à environ 240 Mm<sup>3</sup> en 2014 (ONAS, 2015). Les disponibilités à l'horizon 2030 sont évaluées à 450 Mm<sup>3</sup> et ne représenteront que 9% de l'ensemble des ressources en eau disponibles au même horizon.

Tableau 3- Développement des ressources en eau conventionnelles en Mm<sup>3</sup>

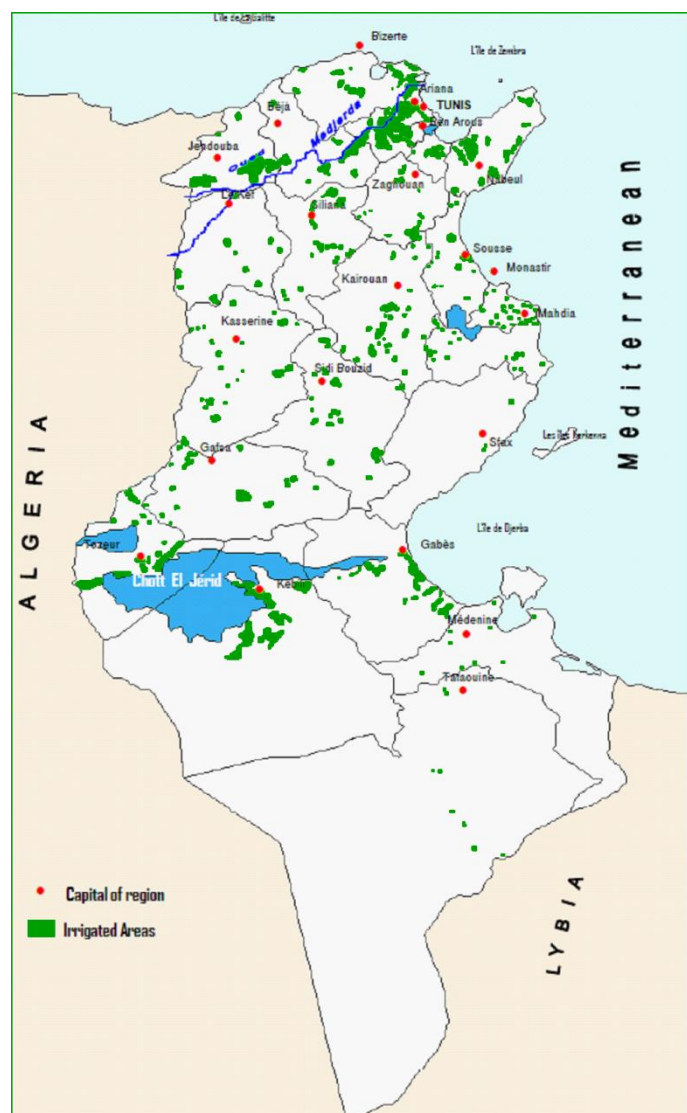
| Nature des Ressources en Eau        | Ressources potentielles (1) | Ressources mobilisables (2) | Ressources mobilisées (3) |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                                     |                             |                             | 1990                      | 2000  | 2005  | 2010  | 2015  |
| <b>A- Eaux de Surface</b>           | 2 700<br>(55,5%)            | 2 500                       | 1 180                     | 1 876 | 2 200 | 2 400 | 2 500 |
| - Grands barrages                   |                             | 2 170                       | 1 170                     | 1 688 | 1 927 | 2 080 | 2 170 |
| - Barrages collinaires              |                             | 195                         | 5                         | 125   | 160   | 190   | 195   |
| - Lacs collinaires                  |                             | 135                         | 5                         | 63    | 113   | 130   | 135   |
| <b>B- Eaux Souterraines</b>         | 2 165<br>(44,5%)            | 2 165                       | 1 550                     | 1 860 | 1 955 | 2 015 | 2 100 |
| - Nappes phréatiques                |                             | 745                         | 700                       | 780   | 805   | 810   | 815   |
| - Nappes profondes                  |                             | 1 420                       | 850                       | 1 080 | 1 150 | 1 205 | 1 285 |
| <b>Total des ressources (A + B)</b> | 4 865<br>(100%)             | 4 665                       | 2 730                     | 3 736 | 4 155 | 4 415 | 4 600 |
| <b>Taux de mobilisation (3/2)</b>   | -                           | -                           | (59%)                     | (80%) | (89%) | (95%) | (98%) |

(DGRE, 2014)

#### 4.1.2 Le potentiel des terres irrigables

En Tunisie, les ressources en eau aussi bien qu'en sols à vocation d'irrigation étant limitées, le potentiel des superficies irrigables en maîtrise totale ou intensifs (disposant de ressources en eau permanentes) est de l'ordre de 410 000 ha en 2010 (425 000 ha en 2015), soit 8 % de la superficie agricole utile. L'irrigation semi intensive ou de complément ainsi que les épandages de crue (disposant de ressources en eau aléatoires) constitue un potentiel estimé à environ 150 000 ha. Dans l'ensemble, les périmètres irrigués sont parsemés sur l'ensemble du territoire avec des concentrations particulières dans la vallée de la Medjerda au Nord, le Kairouannais au Centre et les oasis dans le Sud (Cf. Figure 3)

Figure 3- Carte générale des zones irriguées en Tunisie

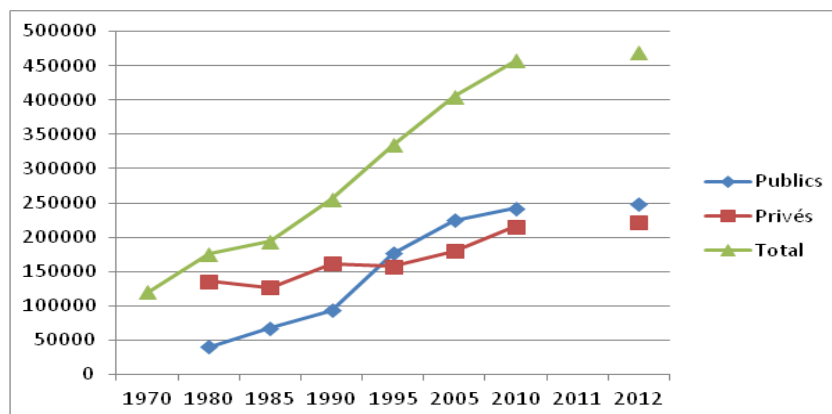


(DGGREE)

Du point de vue dynamique, la superficie en maîtrise totale aménagée pour l'irrigation atteignait environ 60 000 ha en fin des années 60, elle approche actuellement les 410 000 ha. Elle se subdivise en : (i) les « *périmètres publics irrigués* » (PPI) qui sont aménagés grâce à des investissements directs de l'Etat pour des infrastructures collectives : 216 000 ha dont 90 % sont gérés par 1 253 GDA, et 10% gérés directement par les CRDA ; et (ii) les « *périmètres privés* »<sup>4</sup> qui sont constitués de systèmes individuels approvisionnés le plus souvent par des puits de surface et réalisés grâce à l'initiative propre des exploitants agricoles (194 000 ha) avec d'importantes incitations financières de l'Etat atteignant globalement 25 % des investissements privés (Cf. Figure 4)

<sup>4</sup> Les termes « public » et « privé » se rapportent plutôt à l'infrastructure hydraulique de prélèvement et d'amenée. Les exploitations agricoles irriguées, y compris les installations internes d'irrigation, sont dans la majorité des cas à caractère « privé ».

Figure 4- Evolution de la superficie irrigable totale (intensive et semi intensive) en (ha)

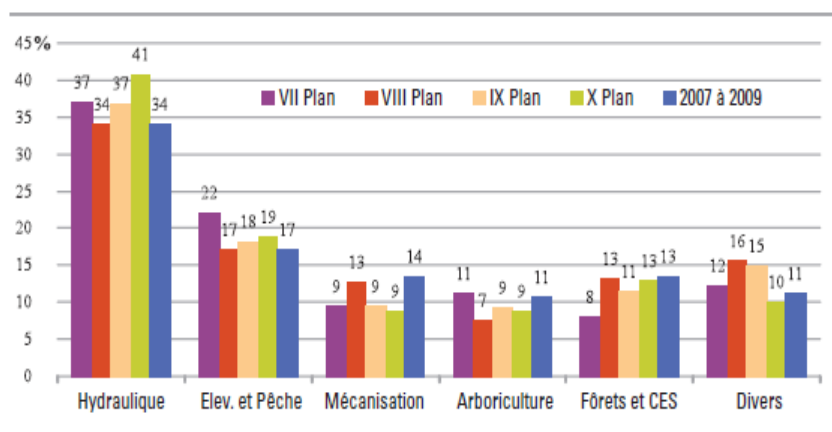


(DGEDA, 2012)

## 4.2 Les programmes et budgets d'investissement

La Tunisie a opté dès les années 1970 pour une démarche de planification des ressources en eau à travers les Plans Directeurs de l'Utilisation des Eaux intéressant les trois grandes régions naturelles du pays (Nord, Centre, Sud), appuyés à partir de 1990 par des stratégies subrégionales de mobilisation des eaux. Les investissements publics dans le domaine de l'eau atteignent au cours des dernières décennies une moyenne de l'ordre de 35% du total des investissements du secteur agricole (Cf. Figure 5).

Figure 5 – Part des investissements hydrauliques par rapport aux investissements totaux dans le secteur agricole par Plan de Développement Economique et Social



(DGEDA, FAO-AFD)

Il ressort de ce qui précède que l'effort en matière de mobilisation des eaux a été énorme. A titre indicatif, l'infrastructure hydraulique se composait en 2012 de 33 grands et moyens barrages (capacité totale de 2,27 milliards de m<sup>3</sup>), 253 barrages collinaires, 837 lacs collinaires, 5 512 forages d'eau et environ 130 000 puits de surface. Le taux de mobilisation globale des ressources<sup>5</sup> en eau atteint des valeurs qui dépassent les 90% et le pays approche ainsi un degré limite et assez critique de mobilisation de ses ressources. Les impacts négatifs du changement climatique sur les ressources ne sont pas encore appréhendés à ce niveau.

### 4.3 Les prélèvements et la demande en eau agricole.

Dans les conditions moyennes, les prélèvements d'eau des différents secteurs d'usage sont actuellement estimés à 65% des volumes déjà mobilisés, sans tenir compte de la qualité saline des ressources. Cette situation est due notamment à une demande relativement faible sur les ressources de surface dont le taux de prélèvement ne dépasse guère 35 % des volumes déjà mobilisés, alors que ce taux dépasse les 90 % des ressources souterraines mobilisées (Cf. Figure 6).

Figure 6 - Evolution des prélèvements d'eau par type de ressource en eau



En 2010, et malgré les insuffisances des chiffres disponibles, le total des prélèvements sur les ressources en eau atteindrait le niveau de 2 688 Mm<sup>3</sup>, dont 548 Mm<sup>3</sup> destinés à satisfaire la demande en eau potable et 2 140 Mm<sup>3</sup> la demande de l'irrigation. Cette dernière est satisfaite pour 75% par les eaux souterraines, 23% par les eaux de surface, et 2% par les eaux usées traitées.

La majeure partie de la demande en eau agricole se situe en réalité dans les zones côtières Est à grande densité de population et dans les oasis dont la consommation d'eau est très élevée. Les zones côtières utilisent plus d'eau qu'elles n'en disposent, ce qui les amènent à importer de l'eau d'autres régions du Nord mieux pourvues : le pays entier est, en effet, marqué par de longs transferts d'eau d'Ouest et du Nord vers l'Est.

Diverses études ont été consacrées à l'analyse des stratégies et perspectives de l'eau en Tunisie (Treyer, 2002 ; ITES, 2011). Pour le futur, l'adéquation ressources-usages envisagée par l'étude prospective «Eau XXI» (MARH, 1995) mise sur l'évolution plutôt modérée des demandes en eau domestiques, industrielles et touristiques. Bien que la demande du secteur de l'irrigation conserve sa prédominance (78 à 82 % des prélèvements totaux), les volumes qui lui sont alloués sont révisés à la baisse en raison de la concurrence des autres secteurs d'usages. Ainsi, l'allocation annuelle moyenne à l'hectare irrigué passerait d'environ 5 200 m<sup>3</sup> dans les années 2010 à 4 350 m<sup>3</sup> à

<sup>5</sup> La «mobilisation des ressources en eau» concerne en réalité les ressources rendues disponibles d'une manière durable. La surexploitation des ressources souterraines ne fait qu'augmenter momentanément les ressources disponibles.

l'horizon 2030. L'allocation totale au secteur serait ainsi réactualisée de 2 140 Mm<sup>3</sup> les années 2010 à 2035 Mm<sup>3</sup> à l'horizon 2030. Des mesures incitant les agriculteurs à utiliser les techniques d'économie d'eau et à adopter des variétés de cultures moins consommatrices pourrait compenser partiellement ces déséquilibres. D'autre part, une des alternatives pour le secteur irrigué serait aussi de recourir un usage plus conséquent des eaux usées traitées; un volume de l'ordre de 220 Mm<sup>3</sup> d'EUT serait rendu disponible en termes de qualité pour l'irrigation à l'horizon 2030.

#### 4.4 L'agriculture irriguée et l'intensification des périmètres

##### 4.4.1 Les superficies mises en culture

Sur la base des résultats de la dernière enquête sur les périmètres irrigués portant sur la campagne agricole 2011-2012, la superficie totale irrigable en intensif et semi intensif serait de l'ordre 469 000 ha dont 248 000 ha dans les PPI (soit 53% de la superficie totale) et 221 000 dans les PIP (soit 47% de la superficie totale).

La superficie des cultures réellement irriguées est évaluée au cours de la même campagne (compte tenu des pratiques de « double cropping » et non compris les cultures intercalaires) à 416 000 ha. Le taux d'intensification moyen<sup>6</sup> (T.I) est de l'ordre de 89 %. Ce taux se situait à 104 % pour la campagne 2010-2011 et de 96 % pour celle de 2009-2010.

Une analyse plus fine des données disponibles montre que le taux d'intensification culturale révèle un avantage assez conséquent pour les PIP, dont le taux est estimé à 98 % pour la campagne 2011-2012 contre 80 % pour les PPI.

##### 4.4.2 Occupation culturelle des terres irriguées

L'occupation des sols des périmètres irrigués est dominée par l'arboriculture (oliviers, agrumes, dattes, espèces à pépins ou à noyaux) qui a connu les augmentations les plus importantes. Au cours de la campagne 2011-2012, l'arboriculture a représenté près de 40 % des terres mises en culture, suivie du maraîchage (tomates, pommes de terre, piments...) dont le poids n'est que de 30 %. Cette domination de l'arboriculture est expliquée par son adaptation à divers contextes climatiques et édaphiques et à une meilleure comparativement aux autres spéculations. L'évolution de l'occupation des sols au cours de la période 2000-2012 est donnée par le tableau 4.

Tableau 4- Evolution de l'occupation des sols au cours de la période 2000-2012

Unité : En ha

| Nature des cultures    | 2000           | 2005           | 2010           | 2012           |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Arboriculture          | 155 000 (39%)  | 166 000        | 193 000        | 204 000 (41%)  |
| Cultures maraîchères   | 123 000 (31%)  | 140 000        | 147 000        | 148 000 (29%)  |
| Grandes cultures       | 116 000 (29%)  | 120 000        | 170 000        | 148 000 (29%)  |
| Cultures industrielles | 4 000 (1%)     | 4 000          | 6 000          | 4 000 (1%)     |
| <b>Total</b>           | <b>398 000</b> | <b>430 000</b> | <b>516 000</b> | <b>504 000</b> |

(D'après enquêtes PI- DGEDA)

<sup>6</sup> Rapport de la superficie totale des cultures irriguées à la superficie totale irrigable.

L'examen des données disponibles, notamment les résultats des enquêtes des périmètres irrigués, montre que les cultures pratiquées sont restées les mêmes depuis quelques décennies, aucune spéculation nouvelle n'a été introduite à grande échelle.

Les cultures sous serres se sont développées à partir des années 1970 et occupent actuellement environ 13 000 ha dont 10 000 ha situés au Centre et particulièrement dans les gouvernorats de Monastir et Sfax. Les superficies occupées par les cultures sous tunnels sont estimées à 3 000 ha situés pour l'essentiel dans le gouvernorat de Sfax. Les eaux géothermales dans certaines régions du Sud (Tozeur, Kébili, Gabès) ont permis de développer les cultures maraîchères sous abris chauds sur environ 150 ha. Le potentiel géothermique est estimé à 310 ha déterminé en fonction des ressources en eau chaude disponibles dans le Sud.

Les estimations générales disponibles situent les rendements à 3,6 à 4 t/ha pour les céréales, à 35 t/ha pour les fourrages, à 40 -70 t/ha pour les tomates de plein champ, à 15 - 20 t/ha pour les pommes de terre, à 30 t/ha pour les agrumes, à 15-20 t/ha pour les espèces arboricoles à pépins, à 3-7 t/ha pour les palmiers dattiers. Mais un accroissement des rendements pour certaines des cultures maraîchères et arboricoles est en train de s'opérer d'une manière soutenue suite à l'introduction massive des systèmes d'irrigation localisée dans le nord et le centre du pays.

Les innovations dans les pratiques culturales ont été relativement lentes. L'adoption du système d'irrigation localisée par la majorité des exploitations arboricoles et maraîchères dans le cadre du PNEE au cours des vingt dernières années semble avoir été un élément positif dans l'intensification du système de production irrigué.

#### ***4.4.3 La problématique générale de la sous intensification agricole***

La conclusion générale qui se dégage de l'analyse précédente est que le niveau actuel d'intensification et de valorisation de l'agriculture irriguée reste globalement assez faible eu égard aux efforts engagés pour l'aménagement des terres et aux disponibilités en eau dans certaines régions. En effet, il y a un paradoxe dans l'économie des exploitations nouvellement irriguées dans les zones semi arides. En général, il est évident de montrer que l'irrigation permet de tripler le produit brut, pourtant, il est trop souvent facile de constater que ces phénomène ne se produit pas, bien au contraire le développement de l'irrigation est progressif. Même après de longues années, il est fréquent de constater la présence d'un « résidu » plus ou moins important de cultures sèches au centre des zones arrosées (Boussard, 1972).

L'analyse des réalisations en matière de superficies irriguées montre que le taux moyen d'intensification horizontale est variable selon la pluviométrie de l'année, mais reste relativement stagnant au cours des dernières décennies. Ce taux moyen est de l'ordre de 90 %. Il peut varier dans les faits entre 40 et 120%, en fonction de la situation des périmètres et de leur contexte socio économique.

Les études d'aménagement ayant présidé la création des périmètres ont situé ce taux potentiel pour la majorité des périmètres irrigués entre 120 et 130 % autorisant ainsi une superficie réellement irriguée possible supérieure à 500 000 ha sur les 400 000 ha actuellement en intensif avec la même allocation d'eau.

Cette situation de sous-utilisation des ressources notamment dans certains grands aménagements hydro agricoles a pour conséquence l'existence de volumes d'eau importants, notamment dans les retenues de barrages, qui ont été alloués depuis

longtemps à l'irrigation et qui ne sont pas encore exploitées. A titre d'exemple, les deux plus grands périmètres irrigués du pays, situés dans la basse vallée de la Medjerda (Ariana-Manouba) et la haute vallée de la Medjerda (Jendouba), ne consomment en moyenne que la moitié des volumes d'eau alloués et ce, depuis plus de 30 ans de «maturité».

Pour ce qui est des rendements réalisés, l'on peut estimer que les niveaux atteints ne représentent que 40 à 60 % du potentiel. Des marges importantes d'amélioration de l'intensification verticale seraient à exploiter dans l'avenir en vue d'aboutir à une meilleure productivité de l'eau d'irrigation et à des revenus plus conséquents pour la petite exploitation agricole en particulier.

En définitive, l'on peut estimer que l'intensification globale dans les périmètres irrigués se situe à environ 60 % du potentiel. Le progrès dans la mise en valeur des périmètres irrigués aurait pu être plus important s'il n'y avait pas encore des contraintes de plusieurs ordres: technique, économique, institutionnel, environnemental et social, contraintes qui persistaient depuis plusieurs décennies pour certaines d'entre elles (Hamdane & al. 2015).

#### 4.5 Les structures et systèmes agraires irrigués

La politique publique d'aménagement hydro agricole et de reforme agraire, ainsi que la dynamique des exploitations agricoles privées se sont traduites par un paysage particulier où prédominent les petites et moyennes exploitations agricoles (Cf. Tableau 5). L'émergence de la grande exploitation agricole irriguée s'est confirmée particulièrement avec la privation de l'exploitation des domaines de l'Etat constitués après la confiscation des terres coloniales au cours des années 60 (SMVDA). Bien qu'assez performantes sur le plan technique, ces exploitations agricoles de type entrepreneurial n'ont pas eu l'impact escompté en termes de développement et leur rayonnement à l'intérieur des périmètres irrigués reste encore très limité.

Tableau 5 - Superficie irriguée selon la taille de l'exploitation agricole

| Taille de l'exploitation agricole | Enquête 1994-1995 |            |                 | Enquête 2004-2005 |              |                 |
|-----------------------------------|-------------------|------------|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|
|                                   | Superficie (ha)   | %          | S.Ir./S.Cult. % | Superficie (ha)   | %            | S.Ir./S.Cult. % |
| Moins de 5 Ha                     | 71,9              | 24,4       | 17,1            | 82,6              | 25,0         | 16,0            |
| De 5 à 10 Ha                      | 52,3              | 17,8       | 9,7             | 65,6              | 19,8         | 9,8             |
| De 10 à 50 Ha                     | 99,7              | 34,0       | 5,9             | 108,8             | 32,9         | 6,3             |
| De 50 à 100 Ha                    | 19,0              | 6,5        | 4,2             | 20,9              | 6,4          | 4,5             |
| 100 Ha et plus                    | 50,9              | 17,3       | 5,7             | 52,6              | 15,9         | 6,4             |
| <b>Total</b>                      | <b>293,8</b>      | <b>100</b> | <b>7,5</b>      | <b>330,6</b>      | <b>100,0</b> | <b>7,8</b>      |

(Enquêtes DGDEA)

D'autre part, le développement de l'irrigation a conduit à l'émergence de paysages et systèmes agraires assez différenciés d'une région à l'autre et produits par la combinaison de divers facteurs édaphiques et anthropologiques (Elloumi, 2016):

- Dans la vallée de la Medjerda où se sont développés des systèmes variés de polycultures, céréales-fourrages dans la haute vallée de la Medjerda, et maraîchage-arboriculture dans la moyenne et la basse vallée.
- Les périmètres côtiers du Nord-est où prédomine un système intensif basée sur la production agrumicole et les cultures maraîchères (tomates, fraises ...).
- La Tunisie Centrale avec des cultures maraîchères (piments, melons, pastèques...) et des cultures arboricoles à haute valeur ajoutée (raisins de table, pêches, pommes...).
- Le Sahel se caractérise par ses cultures sous serres et de primeur.
- Le système oasien dans le Sud avec ses palmiers-dattiers et ses strates arboricoles (grenadier...) et fourragers (luzerne).

#### 4.6 Des performances générales du secteur irrigué

Malgré la superficie réduite des périmètres irrigués qui ne dépasse guère 8 % de la superficie agricole utile du pays, le secteur irrigué revêt un caractère stratégique eu égard à son impact sur la sécurité alimentaire et sa place sur le plan économique et social:

- *Poids économique* : avec des productions diversifiées, le secteur irrigué est considéré comme un des piliers de l'économie agricole qui reste globalement à caractère mixte : pluvial / irrigué. Il participe à hauteur de 35-40 % en valeur de la production agricole du pays, 95 % de la production maraîchère, 70 % de la production arboricole et 30 % de la production laitière. Sur le plan socio-économique, le secteur irrigué contribue à 20 % des exportations agricoles (agrumes, dattes, primeurs...). Outre cette importance économique, l'irrigation favorise le maintien des agriculteurs sur leurs exploitations en leur assurant un revenu assez régulier qui est en moyenne le triple de ce qui est procuré par l'agriculture pluviale. Certes, le degré d'intensification dans les périmètres irrigués reste à améliorer, et la faiblesse de la productivité de l'eau constitue encore un handicap pour une meilleure valorisation des ressources, mais les progrès techniques réalisés dans l'agriculture irriguée depuis les 20 dernières années sont incontestables.

D'autre part, l'irrigation a un effet structurant dans les exploitations agricoles. Grâce à la diversification des activités, l'irrigation concerne près d'un agriculteur sur quatre en Tunisie et cette proportion est encore plus forte pour les exploitations de faible superficie.

- *Poids social* : le secteur irrigué occupe environ 20 % de la main-d'œuvre, ce qui confirme le poids de ce secteur sur le plan social. En outre, l'impact de l'activité d'irrigation sur l'emploi s'étend sur l'ensemble des filières amont et aval (approvisionnement, entreprises agro-alimentaires, services...) avec un impact positif sur le développement rural des régions dotées d'une activité agricole irriguée.
- *Poids politique* : Bien que le poids du PIB agricole ait tendance à se réduire, l'agriculture irriguée constitue encore le noyau dur de la petite agriculture, laquelle arrive à se maintenir malgré les grandes évolutions technologiques et économiques qui ont transformé le secteur dans son ensemble au cours des

dernières décennies. Il est regrettable que l'émergence des complexes agricoles irrigués, drainant des investissements importants au profit du secteur, manque encore d'intégration et de symbiose avec son environnement constitué de la petite agriculture. D'autre part, l'implantation des GDA en tant que groupes organisés représentatifs des producteurs est le prélude d'une prise en main progressive de l'avenir de l'agriculture irriguée. Ce sont des structures de gestion émergentes dans un milieu qui souffre en général d'une déficience en termes d'organisations professionnelles.

## **5 Défis et risques environnementaux, durabilité des ressources et des usages, transformations institutionnelles**

---

### **5.1 La salinité et l'affectation des sols irrigués**

En Tunisie, les ressources en eau conventionnelles sont naturellement caractérisées à des degrés divers par la salinité. Les eaux disponibles dépassent souvent les standards internationaux sanitaires ou agronomiques de salinité. Ce qui affecte le niveau de rendement des cultures et risque de dégrader dans le long terme et d'une manière parfois irréversible la structure et la fertilité des sols irrigués (CRUESI, 1970). Au stade actuel, on recense environ 60 000 ha irrigués dont les sols sont sensibles à la salinisation et 75 000 ha sujets à un rehaussement de la nappe d'eau salée dans certains périmètres au Nord et au Sud notamment. D'autre part, l'on estime qu'environ 60 % des sols des périmètres publics irrigués en Tunisie sont moyennement à fortement sensibles à la salinisation secondaire suite à l'irrigation ; ce taux atteint 86% dans les périmètres privés (DGACTA, 2005). Quant à salinisation associée à l'hydromorphie, elle affecte à des degrés divers 26% des périmètres publics irrigués. Sur le long terme, l'ensemble de ces contraintes risque de nuire durablement au potentiel d'irrigation du pays avec comme conséquence l'abandon de l'intensification des cultures par l'irrigation ou la perte de fertilité des sols sur certains périmètres chèrement aménagés.

Au stade actuel, la tendance à vouloir utiliser des eaux de plus en plus salées sur des terres nouvellement aménagées comporte de nombreux risques, alors que la maîtrise des terres déjà aménagées pose parfois de graves problèmes en termes de pérennité : inadaptation des pratiques culturales au contexte de salinité élevée, faible apport des eaux de lessivage, entretien inadéquat des systèmes d'assainissement et de drainage, etc. Ces problèmes sont particulièrement aigus sur les périmètres privés irrigués à partir des nappes phréatiques côtières, sur les PPI de la vallée de la Medjerda et les oasis.

### **5.2 La dégradation de la fertilité et la pollution des terres irriguées**

Une enquête réalisée en 2007 (DGACTA-Direction des sols) dans le cadre d'une étude sur l'évaluation des formes de dégradation des sols dans les périmètres irrigués, révèle les points suivants: (i) La baisse de fertilité des sols irrigués constitue une forme de dégradation dominante en relation avec la modification de certaines propriétés physiques sur 50% des PPI enquêtés et 63% des périmètres privés. ; (ii) La pollution chimique est due essentiellement à l'utilisation abusive ou inadéquate des engrais minéraux et des produits de traitement phytosanitaire des cultures. Elle menace à long terme 28% des périmètres publics avec des risques de pollution faibles à moyens qui sont très localisés ; (iii) Quant à la pollution biologique, elle se manifeste par l'infestation des sols par des maladies (nématodes, fusariose..). Elle est relativement présente dans

des exploitations maraichères de forte intensité culturale (Ras Djebel, Chott Mariem, etc.).

### **5.3 L'extension anarchique de l'urbanisation**

La Tunisie est en train de subir une dynamique accélérée d'urbanisation qui affecte sérieusement l'aménagement du territoire.

Les périmètres irrigués représentent des îlots de développement économique qui nécessitent souvent une concentration urbaine relativement importante abritant l'ensemble des services sociaux et économiques à caractère général et des services nécessaires au fonctionnement de ces périmètres. Néanmoins, l'extension non planifiée de cette urbanisation, combinée au développement de zones industrielles, gagne généralement sur les terres agricoles et s'effectue dans certains cas aux dépens des terres irrigables à caractère privé, malgré la réglementation en vigueur sur la protection de ces terres (voire la majorité des périmètres situés aux confins des zones urbaines : les périmètres privés, les PPI du Grand Tunis, etc.). La conversion des terres aménagées pour l'irrigation engendre une perte totale de la production agricole dans certaines franges urbanisées et une désorganisation de l'activité agricole dans les franges périurbaines. Ces phénomènes touchent d'une manière ou d'une autre près de 28% des grands périmètres publics.

### **5.4 L'utilisation intensive des ressources non renouvelables du Sud**

Le Sud de la Tunisie dispose d'une part importante des ressources en eau souterraines totales du pays (38%) et notamment des ressources souterraines profondes (58%). Le volume exploité dans le stock peu ou pas renouvelable est de l'ordre de 800 Mm<sup>3</sup>/an utilisés principalement à des fins agricoles, alors qu'il n'était que de 650 Mm<sup>3</sup> dans les années 1980.

Cette situation se répercute essentiellement sur les oasis et les périmètres irrigués du Sud. Malgré la mise en œuvre d'une planification et d'un suivi rigoureux de ces ressources, des signes de surexploitation et de perte de l'artésianisme commencent à s'exprimer d'une manière inquiétante pour l'avenir de certaines zones (voire le cas des larges extensions illicites des oasis à Kébili). Ceci risque d'affecter sérieusement la qualité saline de la ressource et d'accroître les charges énergétiques de son exploitation suite au rabattement accéléré du niveau piézométrique de la nappe. Ces contraintes sont très sérieuses pour l'avenir du Sud et constituent un défi à la durabilité de la production agricole oasienne qui reste le fondement économique de la région en question (MEDD/ANPE, 2008).

De concert avec les 3 pays concernés par les nappes souterraines du Sahara (La Tunisie, l'Algérie et la Libye), l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) a initié au cours des années 90 le programme SASS qui vise à (i) développer une « conscience de bassin » à travers l'actualisation de l'évolution des ressources en eau et des scénarii de développement à long terme ; et (ii) préparer la mise en place d'un mécanisme de concertation entre les trois pays en vue de contribuer à la réflexion et à l'action communes et mutuellement profitables (Besbes & al, 2003).

### **5.5 La surexploitation des ressources souterraines phréatiques**

En Tunisie, l'utilisation des nappes d'eau souterraines phréatiques est généralement soumise à un accès plus ou moins libre, avec un contrôle relatif et a posteriori de la part

de l'Administration. Le pompage des eaux souterraines s'est développé durant les dernières décennies pour satisfaire les demandes en eau d'irrigation dans les périmètres essentiellement privés, notamment des zones côtières et du centre du pays, entraînant en conséquence une surexploitation croissante des eaux souterraines sur certains périmètres privés, la baisse des niveaux piézométriques, la salinisation des ressources en eau (intrusion marines dans certaines zones côtières des gouvernorats du Cap Bon et de Bizerte) et les terres irriguées, et l'augmentation du coût de pompage de l'eau supportée par les agriculteurs. Les ressources souterraines sont actuellement utilisées sur plus de 60 % de la superficie réellement irriguée et pèsent lourdement dans la sécurité alimentaire du pays. La politique agricole « productiviste » menée au cours des dernières décennies grâce aux incitations financières de l'Etat est en réalité le vrai moteur de cette dynamique d'exploitation intensive des ressources en eau phréatiques facilement mobilisables (Lavenus, 2016).

Plusieurs mesures ont été adoptées pour endiguer ce phénomène, lesquelles sont à caractère juridique (déclaration de périmètres de sauvegarde et d'interdiction) ou sont en rapport avec la gestion de l'offre (recharge des nappes ou transfert d'eau du Nord pour mener une gestion conjuguée eau souterraine /eau de surface sur certains périmètres de sauvegarde) et la gestion de la demande (extension des systèmes d'économie d'eau à la parcelle notamment). Les résultats restent cependant assez mitigés, bien que certaines tendances soient globalement assez positives pour quelques régions : stabilisation des prélèvements (Monastir, Sidi Bouzid) ou la régression de ceux-ci (Nabeul, Kasserine). Mais dans d'autres cas (Kairouan), le phénomène ne fait que s'amplifier (MARH, 2016).

Figure 7 - Evolution des prélèvements d'eau à partir des nappes phréatiques dans quelques gouvernorats



Sur le plan environnemental, des études plus objectives sur l'évaluation du coût de la dégradation de l'eau en Tunisie (BM, 2007) ont permis d'estimer notamment le coût de la surexploitation des nappes. Il se dégage globalement que le coût total de ce phénomène est de 44.4 millions de dinars, soit 0.1 % du PIB de la Tunisie. D'autres auteurs (Ruta, 2005) signalent déjà un coût plus élevé de l'ordre de 1.3 % du PIB.

La région du Sud -ouest, notamment le gouvernorat de Kébili, constitue la zone la plus affectée avec 43% du coût national de dégradation par l'exploitation intensive des nappes quasi fossiles.

Depuis les événements révolutionnaires de janvier 2011, les administrations publiques ont une présence et une activité plus faibles dans les zones rurales et les agressions du DPH deviennent fréquentes surtout pour la création de points d'eau de plus en plus profonds (Elloumi, 2016).

Il est à noter, d'autre part, que le phénomène de surexploitation est appelé à s'étendre dans l'avenir à toutes les nappes, particulièrement phréatiques, mais même profondes, si des dispositions de régulation et de protection effectives ne sont pas mises en œuvre à titre préventif (soutenir des plans de développement hydro agricoles tenant compte de ressources souterraines durables, etc.). Une extension à grande échelle du phénomène risque d'avoir à long terme un impact certain sur les conditions socio économiques des régions concernées et sur la sécurité alimentaire du pays.

Plusieurs études et projets de recherches<sup>7</sup> ont été menés ou sont en cours de réalisation pour déterminer les approches et les méthodes d'intervention les mieux adaptées en vue d'endiguer les phénomènes de surexploitation sous différents contextes socio économiques des PIP. Cependant, la volonté politique est encore hésitante vu la complexité et la fragilité de la situation sociale sur les périmètres en question.

## **5.6 Relation irrigation-énergie**

A l'avenir, la question de l'énergie sera très complexe pour la Tunisie sur le plan technique et économique. Les réserves en énergie fossile sont en train de tarir comme partout. Les subventions accordées par l'Etat pour l'énergie commencent déjà à devenir de plus en plus maigres. L'énergie pèsera donc plus lourdement sur les charges d'exploitation de l'eau. Trois facteurs principaux vont certainement accroître directement la part de l'énergie consommée en irrigation : (i) L'approfondissement des puits et forages notamment dans les périmètres où les ressources souterraines se trouvent dans un état d'exploitation intensive ainsi que dans les zones sahariennes où les ressources sont en perte d'artésianisme. Ces conditions vont engendrer globalement une forte demande en énergie du secteur. (ii) Les techniques modernes d'irrigation sont généralement énergivores, leur extension à grande échelle va entraîner une augmentation générale de l'énergie nécessaire à l'irrigation. Cependant, ce phénomène peut être plus ou moins compensé par la réduction de la demande totale en eau ; et (iii) L'amélioration de l'intensification agricole risque aussi d'augmenter la demande générale en eau d'irrigation et, en conséquence, l'énergie de pompage de l'eau pour satisfaire cette demande supplémentaire dans les régions nord où les ressources sont encore disponibles (MIT/ANME, 2011).

---

<sup>7</sup> Cf. Le projet de recherche sur la gouvernance des eaux souterraines en Tunisie (Nappe d'El Haouaria-Cap Bon), IWMI-USAID/INRGREF, 2013-2016

En irrigation, l'eau et l'énergie constituent un couple indissociable. Il est donc indispensable d'engager une coordination de leur gestion afin de répondre aux défis environnementaux, économiques et politiques que soulève la croissance annoncée de la demande en eau, d'une part, et de la demande en énergie, d'autre part.

### **5.7 Les impacts du changement climatique**

Selon les études récentes en rapport avec les impacts des changements climatiques sur l'agriculture tunisienne, les principales conséquences anticipées de changements seraient d'une part, un accroissement des demandes d'eau consécutif à l'augmentation des températures (entre +0.7 et 1.5°C selon les régions), et d'autre part des précipitations aléatoires et en régression (- 4 à -12 %) se traduisant par une réduction des ressources en eau mobilisables.

Sur un plan général, la vulnérabilité des ressources en eau aux changements climatiques conduit à une amplification du déséquilibre à l'horizon 2030, en particulier la diminution de 28% des disponibilités dans les nappes phréatiques de forte salinité, des nappes littorales et des aquifères non renouvelables, de même une diminution des eaux de surface de 5%. A cette réduction de la quantité s'associe le problème de la baisse de la qualité des eaux consécutive à l'augmentation de la demande et à l'exploitation intensive des eaux souterraines. Cela risque de provoquer une augmentation de la salinité d'autant plus forte que les nappes se situent à proximité du littoral (risque d'intrusion marine) (MARH/GTZ, 2007).

Les impacts directs sur le secteur d'irrigation sont généralement à différents niveaux. En premier lieu, la demande d'eau agricole est beaucoup plus sensible au changement climatique que la demande dans les autres secteurs d'usage. L'augmentation des températures implique un décalage et un raccourcissement des périodes de croissance des cultures. L'accroissement des besoins en eau d'irrigation est à prévoir en conséquence de la hausse de l'évapotranspiration sous l'action thermique et la stimulation de la photosynthèse. Globalement, avec la réduction des ressources en eau mobilisables et l'augmentation des besoins des cultures, il faut s'attendre en conséquence à une diminution des superficies irrigables.

Face aux changements climatiques et ses impacts, une meilleure gestion de l'offre et de la demande apparaît comme moyen efficace d'adaptation. Des actions sont déjà engagées à divers niveaux de décisions et sont axées en particulier sur une politique de gestion de la demande qui vise la réduction des demandes d'eau et/ou le ralentissement de leur croissance.

### **5.8 Reconstruction institutionnelle en cours**

Quant aux mesures à long terme, elles concernent en particulier des questions susceptibles d'impliquer des réformes profondes des modes d'administration et de gestion de la ressource (organisation institutionnelle, cadre géographique de gestion de la ressource, privatisation...). L'Etude du Secteur de l'Eau a analysé l'ensemble de ces questions mais n'y apporte pas de réponses définitives (Cf. §.3.1). Elle propose des orientations déclinées sous forme de recommandations ou d'orientations générales de gestion, tant et si bien que la plupart des questions importantes relatives à la mise en œuvre d'une politique modernisée de l'eau demeurent ouvertes. De nouvelles orientations sont susceptibles d'être élaborées dans le cadre d'une nouvelle étude actuellement en phase de lancement, « Etude de l'Eau 2050 », lesquelles orientations

sont en mesure de profiler le secteur de l'irrigation compte tenu des nouvelles contraintes.

Malgré les difficultés vécues par le pays suite aux événements révolutionnaires de 2011, marquées particulièrement par la crise d'autorité de l'Etat et l'affaiblissement de ses moyens de contrôle pour protéger les systèmes d'eau et les nappes contre la création de points d'eau illicites dans plusieurs régions, l'on constate actuellement des avancées qui concernent :

- L'élaboration d'un projet de remaniement du Code des Eaux, actuellement en phase de débat national, qui vise particulièrement : une planification favorisant la gestion intégrée des ressources et la durabilité de gestion par unité hydrologique ; le renforcement de la participation des différents acteurs en donnant un degré d'autorité plus élevé à la Commission Nationale de l'Eau ; la création des organes de régulation ; le renforcement du rôle des régions dans la gestion de l'eau ; à apporter un cadre réglementaire plus efficace pour la protection des ressources souterraines ...(DGRE/CNEA, 2009).
- La modification du cadre juridique des GDA pour donner une autonomie réelle de gestion aux structures locales ;
- La participation de la société civile en tant que force de proposition dans la gestion de l'eau, etc.

## 6 Conclusion

---

Des efforts considérables ont été déployés en Tunisie pour promouvoir l'agriculture irriguée et les progrès techniques réalisés dans ce type d'agriculture depuis les 30 dernières années sont incontestables. Néanmoins, les résultats enregistrés restent en deçà des possibilités et des performances escomptées. Des faiblesses dans la mise en valeur agricole (encadrement des irrigants, crédit agricole, filières agro alimentaires...) sont constatées dans la majorité des grands périmètres irrigués. Le degré d'intensification agricole dans ces périmètres reste à améliorer; et la faiblesse de la productivité de l'eau constitue encore un handicap pour une meilleure valorisation des ressources disponibles. Dans l'ensemble, la situation de la mise en valeur agricole n'est pas brillante pour un pays qui n'a pas encore atteint un niveau acceptable de sécurité alimentaire.

En tant que secteur clé de l'agriculture tunisienne, l'irrigation constitue encore l'un des moyens privilégiés du progrès de la production agricole mais pose parfois des problèmes spécifiques assez aigus. Elle suscite encore l'espoir pour garantir un niveau élevé de la couverture des besoins alimentaires futurs, mais aussi l'inquiétude face aux questions de gestion durable de l'eau et de la pérennité des aménagements.

La Tunisie aura dans un prochain avenir d'importants besoins de se restructurer, en renouvelant et modernisant une partie de ses infrastructures hydrauliques devenues obsolètes , en adoptant une politique de gestion de la demande de plus en plus radicale et des instruments économiques plus performants, en prenant en considération le changement climatique comme une dimension à part entière du

développement du secteur de l'irrigation, en renforçant la gestion locale et associative de l'eau, etc. La création de nouveaux aménagements devient, en effet, de plus en plus marginale, et la valorisation des investissements gigantesques déjà réalisés s'impose comme une priorité.

Il y'aurait à espérer, d'autre part, que les sacrifices de la Révolution aient servi à quelque chose pour mieux assoir le développement du secteur irrigué.

## 7 Références bibliographiques

---

Abbas K. & al, 2005, « Impacts des formules tarifaires binômes sur les systèmes irrigués de la Basse Vallée de la Medjerda », IAM-Montpellier.

Achour H., 2012, « Status and new developments on the use of brackishwater for agricultural production in the Near East: Tunisia country report », FAO/Regional Office for Near East, Cairo-Egypt, October 2012.

AfDB (BAfD), 2011, « Usages agricoles des eaux souterraines et initiatives de gestion au Maghreb : Défis et opportunités pour un usage durable des aquifères », Note Technique, 2011

AHT GROUP AG, 2009, « Identification et élimination des goulets d'étranglement pour l'utilisation des eaux usées dans le cadre de l'irrigation ou autres usages : Rapport national –Tunisie », RG/2008-01/FTF, Pays Meda - Euro Med/BEI

Bachta M.S. & al, 2000, « Environnement institutionnel et relations physiques pour une gestion intégrée de l'eau dans le milieu semi aride : le cas tunisien », In PHI-V/Documents Techniques en Hydrologie N° 51- UNESCO, Paris.

Bachta M.S, 2006, « De l'eau aux dattes : aperçu sur la filière-datte tunisienne et perspectives d'interventions », SIRMA-Deuxième atelier Régional, Marrakech-Maroc, 29-31 Mai 2006.

Banque Mondiale, 2003, « Tunisie - Analyse de la performance environnementale », Report N° TN 25566.

Banque Mondiale, 2006, «Tunisie : examen de la politique agricole », Rapport N° 35239-TN.

Banque Mondiale, 2007, « Evaluation du coût de la Dégradation de l'eau », Rapport N° 38856-TN.

Ben Boubaker A. ,2007 : « Evaluation participative du PISEAU : Synthèse des résultats », FAO/BM.

Ben Mustapha Jacox A. & Jamin J.Y, 2015, « Action collective analysée par ses acteurs : une association d'irrigants en Tunisie », In Nature Sciences Sociétés, 2016

Besbes. M et al. (2003) « Système aquifère du Sahara Septentrional, gestion commune d'un bassin transfrontalier », Houille Blanche, N°5, 2003.

Besbes M., Chahed J., Hamdane A., (2014), «La sécurité hydrique de la Tunisie-Gérer l'eau en conditions de pénurie», Editions l'Harmattan-Paris.

Bessaoud O., 2005, « Les organisations rurales au Maghreb : un essai d'évaluation de leur rôle dans le développement agricole et rural », Séminaire SFER, 7-9Novembre 2005.

Blue Plan (Plan Bleu) - UNEP, 2002, « Analysis of strategies and prospects for water in Tunisia», Sophia -Antipolis /Marseille.

Boussard J.M, 1972, « Economie de l'adoption de l'irrigation », Bulletin Technique d'Information- Juin 1972 ; Ministère de l'Agriculture, France.

Chahed, J., Hamdane, A., Besbes, M., (2008), "A comprehensive water balance of Tunisia: blue water, green water and virtual water" - Water International, vol.33, n°4, December 2008.

Canesse A.A., 2010, «Gestion des ressources naturelles et système institutionnel de gouvernance en Tunisie », Maghreb-Machrek, N°202, Hiver 2009-2010.

Chemak. F & al, « Farming system performance and water use efficiency in the Tunisian semi-arid region: data development analysis approach », In International Transactions in Operational Research, May 2010.

Cherif A. et Kassah A., 1995, « L'eau et l'agriculture irriguée en Tunisie », Publication de la Faculté des Lettres de la Manouba – Tunis

Chevalier L., 1950, « Le plan de modernisation de l'équipement en Afrique du Nord », Population, 50<sup>ème</sup> année, N°1, 1950.

CIRAD, 2011, « Analyse comparative de l'expérience tunisienne et de plusieurs expériences internationales en matière d'associations d'usagers gestionnaires de périmètres irrigués », Société du Canal de Provence- France.

CRUESI, 1970, « Recherche et formation en matière d'irrigation avec les eaux salées », Rapport technique 1962-1969 - UNESCO/UNDP

DGACTA (MA), 2005, « Examen et évaluation de la situation actuelle de salinisation des sols et préparation d'un plan d'actions et de lutte dans les périmètres irrigués de Tunisie », Programme PISEAU.

Direction Générale des Etudes et du Développement Agricole (M.A.R.H), 2006, « Contribution à la revue de la politique du secteur agricole -Partie : Agriculture irriguée » - J. Blanken/FAO.

Direction Générale des Etudes et du Développement Agricole (MA), 1990 – 2012 : « Résultats de l'enquête sur les périmètres irrigués »- Rapports annuels.

Direction Générale des Ressources en Eau (M.A.R.H), 1999, « Etude du secteur de l'eau », Bechtel/SCET- Tunisie.

Direction Générale des Ressources en Eau - CNEA (M.A.R.H), 2009, « Etude de révision et d'amendement du Code des Eaux ».

Direction Générale du Génie Rural (M.A), 1997, « Etude de la gestion et de la tarification de l'eau d'irrigation au niveau des périmètres irrigués », Groupement CNEA/BRLi.

Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux, 2009 : « Diagnostic de l'évolution des taux d'intensification dans les périmètres irrigués : Etude des cas des gouvernorats de Kairouan, Sidi Bouzid et Kasserine », Rapports des phases I et II, KfW/Biche

Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux (M.A.R.H), 2013, « Elaboration des approches et concepts pour la pérennisation de la gestion et de l'exploitation des systèmes d'eau – Mission 1 », Quatre rapports (C1, C2, C3, C4), KfW/IGIP.

El Amami S., 1984, « Aménagements hydrauliques traditionnels en Tunisie », CRGR, Tunis

Elloumi M., 2016, «La gouvernance des eaux souterraines en Tunisie », IWMI Project Report- Groundwater governance in the Arab World- Report N°6.

FAO, 2007 : « L'irrigation en Afrique en chiffres- Enquête AQUASTAT 2005 ».

Feuillette S. 2001, «Vers une gestion de la demande sur une nappe en accès libre : exploration des interactions ressources-usages par les systèmes multi agents. Application à la nappe de Kairouan, Tunisie Centrale», Thèse de Doctorat, Université Montpellier II- France.

Gauckler P., 1897, « Enquêtes sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie », Imp. La Rapide – Tunis

Gharbi N., 2009 : « Aménagements hydrauliques et améliorations de la gestion de l'eau dans les oasis », CIRAD, Actes de l'atelier SIRMA, 25-27 février 2009- Tunisie.

- Hamdane, A., 2002, « L'irrigation en Tunisie »- Institut Méditerranéen de l'Eau-Marseille.
- Hamdane, A., 2006, « Suivi des progrès dans le domaine de l'eau et promotion de politiques de gestion de la demande : Rapport national de Tunisie », Plan Bleu /CMDD.
- Hamdane A, Bachta M, 2015, « Etude sur l'intensification des périmètres irrigués en Tunisie », Banque Mondiale/FAO.
- Hassaïnia J., 1991, « Irrigation et développement agricole : L'expérience tunisienne », CIHEAM-Institut de Montpellier.
- INECO, 2009, « Institutional framework and decision-making practices for water management in Tunisia: Towards the development of a strategy for improved groundwater management », International Center for Environmental Technologies, Tunis.
- ITES, 2011, « Etude stratégique, Eau 2050 en Tunisie », Rapport de synthèse Juin 2011.
- Kress H.J, 1977, «Eléments structuraux andalous dans la genèse de la géographie culturelle de la Tunisie », Revue IBLA, 1980, N°145 (Traduction).
- Laghrissi H., 2013, « Impact de la dynamique institutionnelle sur la gestion d'une nappe côtière souterraine : Bssi-Oued El Akarit » Projet de fin d'études, Ecole Supérieure d'Agriculture Mograne.
- Lavenus S. et al, 2016, « Gestion des ressources en eau souterraines comme bien communs », AFD, note technique N°18, Juillet 2016.
- Latiri R., 2005 : « Analyses des politiques hydrauliques – Cas de la Tunisie », Actes du séminaire Euro Méditerranéen sur les instruments économiques et modernisation des périmètres irrigués, 21-22 novembre 2005, Sousse, Tunisie.
- Lebdi F., 2009, « Contraintes de l'agriculture irriguée aux opportunités du marché : cas de la Tunisie », Notes d'analyse du CIHEAM N°51, Sept. 2009.
- Le Gal P.-Y. & al, 2008 : « Impacts de la chaîne d'approvisionnement export sur la valorisation de l'eau pour les dattes dans les oasis du Sud de la Tunisie », CIRAD, SIRMA, Actes du 3<sup>ème</sup> atelier régional, Nabeul 4-7 juin 2007.
- Ministère de l'Agriculture, 1970. « Etude du plan directeur de l'utilisation des eaux du Nord », ITALCONSULT.
- Ministère de l'Agriculture, 1993, « Economie d'eau 2000 »- GMBH/GKW//Coyne & Belier/ CNEA.
- Ministère de l'Agriculture, 1998, « EAU XXI : Stratégie du secteur de l'eau en Tunisie à long term 2030 ».
- Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (AFA), 2006, « La reforme agraire en Tunisie », Conférence Internationale sur la reforme agraire et le Développement Rural (ICARRD)- Tunis, 2006
- MARH-GTZ, 2007, « Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques », GOPA-Exaconsult.
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (BPEH/DGGREE), 2016, «Etude d'impact (évaluation) du programme national d'économie d'eau en irrigation », Phase I et Phase II- LB/SCET-Tunisie/OIE.
- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, 2010, « Etude sur la gestion durable des systèmes oasiens », GTZ/OTEDD.
- Ministère de l'Environnement et du Développement Durable- ANPE, 2008, « Gestion durable des ressources en eau », GTZ/OTED.
- Ministère de l'Industrie et de la Technologie -ANME, 2011, « Etude du Développement et de la maîtrise

de l'énergie dans le secteur de l'agriculture et de la pêche »- Alcor 2010-2011

Poncet J., 1956, « La mise en valeur de la basse vallée de la Medjerda et ses perspectives humaines », In : Annales de Géographie, t65, n°349, 1956, pp 199-222.

Sander J. & al., 2008, «Water balance and evaluation of water saving investments in Tunisia», BIRD/Waterwatch.

Schiffer, M., 1997, « Agriculture irriguée au Maghreb : limites et perspectives », Institut Allemand de Développement (IAD), Berlin 1997.

Treyer S, 2002 : « Analyse des stratégies et perspectives de l'eau en Tunisie », 2 rapports, Plan Bleu-PNUE.

Xanthoulis D., 2013, « Etude stratégique des formes de réutilisation des eaux usées en Tunisie »- Programme de Coopération FAO-Banque Mondiale (PISEAU II).

Watson A.M, 1984, « Agricultural innovation in the early Islamic world», In Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, 31<sup>ème</sup> année, bulletin n°3-4

#### **Sites Internet:**

- AQUASTAT – Système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture.  
<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>
- Aspects institutionnels de la gestion de l'eau en Tunisie  
<http://www.semide.tn/bodyinstitution.htm>
- Observatoire National de l'Agriculture (ONAGRI)  
<http://www.onagri.nat.tn/>
- Recherche sur le JORT  
<http://www.cnudst.rnrt.tn/wwwisis/jort.06/form.htm>
- Listes des fichiers statistiques du Ministère de l'Agriculture de Tunisie (CNS)  
<http://www.cnudst.rnrt.tn/wwwisis/jort.06/form.htm>