

# Les ressources en eau en Tunisie face au changement climatique

## Water resources in Tunisia facing climate change

AYARI Khadija<sup>1</sup>,

1. URME, ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunisie  
Rue Béchir Salem Belkhiria Campus universitaire, BP 37, 1002, Le Bélvédère, Tunis  
khadija.ayari@gmail.com

**RESUME.** Des études récentes d'évaluation de la vulnérabilité au changement climatique ont démontré que l'Afrique du Nord est considérée comme l'une des zones les plus vulnérables aux risques climatiques à l'échelle mondiale. Faisant partie de cette zone, la Tunisie est particulièrement touchée par les conséquences inéluctables de ce phénomène planétaire, notamment les conséquences liées à l'augmentation des températures moyennes, la réduction des précipitations et l'élévation du niveau de la mer. Bien que la connaissance actuelle liée à la quantification des impacts du changement climatique sur les variables hydrologiques reste entachée d'incertitudes, il est évident que les ressources en eau font partie des ressources naturelles les plus vulnérables aux modifications climatiques déjà observées. Étant donné que les ressources en eau constituent le bien économique et environnemental le plus précieux pour les pays en situation de stress hydrique, la connaissance des impacts du changement climatiques sur ces ressources en Tunisie s'avère primordiale. Cette connaissance permettra en effet de protéger le pays contre les dommages futurs en s'orientant vers les mesures d'adaptation les mieux appropriées au contexte national, mais aussi de tirer profit des opportunités offertes pour financer la mise en place de ces mesures.

**ABSTRACT.** Recent researches on climate change vulnerability assessment have shown that North Africa is one of the world's most climate change vulnerable areas. As part of this area, Tunisia is particularly affected by the inevitable consequences of this global phenomenon, including the consequences of rising global average temperatures, reduced rainfall and rising sea levels. Although the current knowledge of quantifying the impacts of climate change on hydrological variables remains tainted with uncertainties, it is clear that water resources are among the most vulnerable natural resources to the climate changes already observed. Given that water resources are the most valuable economic and environmental good for countries facing water stress, knowing the impacts of climate change on these resources in Tunisia is essential. This knowledge will enable the country to be protected from future damage by focusing on the adaptation measures that are best suited to the national context, as well as taking advantage of the opportunities offered to finance the implementation of these measures.

**MOTS-CLES:** Tunisie, ressources en eau, changement climatique, impact, adaptation, Finance Climat

**KEYWORDS:** Tunisia, water resources, climate change, impact, adaptation, Climate Finance

### 1. Introduction

De par sa superficie, la Tunisie, qui s'étend sur 163 610 kilomètres carrés, est le plus petit pays d'Afrique du Nord. Elle comptait en 2018, 11,5 millions d'habitants, dont 33% vivent en milieu rural (INS, 2018). Compte tenu de son rôle capital dans le développement et la croissance économique et sociale du pays, l'eau figure parmi les priorités du Gouvernement tunisien. Au-delà, la nouvelle constitution tunisienne, adoptée en 2014, consacre le droit de tous les Tunisiens à l'eau. Son article 44 stipule que : «Le droit à l'eau est garanti. Il est du devoir de l'État et de la société de préserver l'eau et de veiller à la rationalisation de son exploitation » (République de la Tunisie, 2014). Egalement, la Tunisie a adopté les dix-sept Objectifs de développement

urable (ODD), adoptés en 2015 par l'Assemblée générale des Nations Unies. L'ambition de l'ODD 6 est d'améliorer la gestion du cycle de l'eau dans son ensemble. Il prévoit de garantir un accès universel à de l'eau potable et à l'assainissement gérés de manière sûre d'ici 2030. En adoptant cet ODD, la Tunisie s'est engagée à parvenir à ce que toute sa population disposera d'eau courante à domicile d'ici 2030, ainsi que d'assurer une gestion appropriée des déchets fécaux et des eaux usées tout au long de la chaîne des services d'assainissement.

A ce titre, il mérite d'être signalé que la Tunisie a réalisé au cours des dernières décennies des progrès remarquables en matière d'accès aux services d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement. En effet, entre 1990 et 2017, l'accès à l'eau potable est passé de 82% à 90% de la population desservie par la Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux (SONEDE) ou par les Groupements de Développement Agricoles (GDA), et le taux de raccordement au service d'assainissement de la population tunisienne en milieu urbain est passé de 73% à 85,9% en 2017, ce qui porte le nombre des habitants raccordés aux communes prises en charge à 6,5 millions d'habitants. En milieu rural, la grande majorité des foyers est équipée de systèmes d'assainissement individuels (puits perdus ou fosses septiques), vidangés de façon assez régulière (MARHP, 2019).

Il est à noter par ailleurs, que seulement 20% des ressources en eau exploitées en Tunisie sont destinés à l'eau potable pour les usages domestiques, industriels et touristiques, et que l'agriculture irriguée est le secteur économique le plus consommateur d'eau avec environ une exploitation de 80% des ressources. En effet, le secteur agricole revêt une importance cruciale pour l'économie du pays du fait de sa contribution à la sécurité alimentaire nationale. Il compte pour 9% de la valeur ajoutée, emploie 18% de la main-d'œuvre avec en plus des emplois saisonniers importants, et assure un revenu permanent pour 470 000 agriculteurs, contribuant ainsi à la stabilité de la population rurale (APIA, 2019). En 2012, le secteur agricole générait 8,5 % du PIB national, soit 11,5 % si l'on ajoute l'agroalimentaire. L'oléiculture représentait, en 2017, 40 % des exportations nationales et arrive juste en deuxième position derrière le secteur du textile.

Dans les circonstances actuelles, plusieurs risques menacent la sécurité hydrique en Tunisie qui, avec une disponibilité de seulement 385 m<sup>3</sup>/an/habitant, est considérée dans une situation de stress hydrique selon les normes internationales qualifiant les pays disposant de moins de 1000 m<sup>3</sup>/an/habitant comme étant des pays pauvres en eau. Entre autres, la faible efficacité des usages des ressources en eau renouvelables dont la quasi-totalité est déjà mobilisée, a conduit à une surexploitation des eaux souterraines et à une salinisation des nappes et des sols dans plusieurs régions du pays. D'autre part, étant classée par parmi les pays à indice mondial élevé des risques climatiques (Figure 1), les tendances de réchauffement et d'assèchement continuent à exacerber le stress hydrique en Tunisie. L'augmentation des températures, ainsi que la diminution potentielle des précipitations pourrait entraîner une augmentation des besoins, particulièrement pour le secteur agricole, en parallèle à une raréfaction des ressources en eau disponibles.

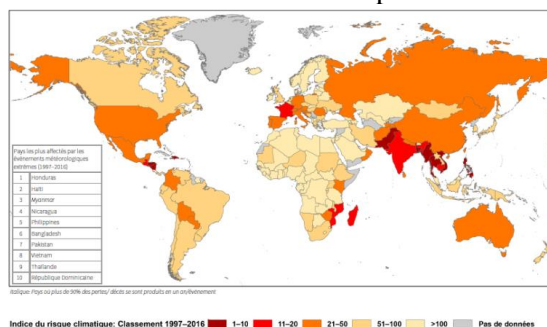


Figure 1: Carte du monde de l'Indice mondial des risques climatiques 1997-2016  
Source: Germanwatch et Munich RE NatCatSERVICE

## 2. Les ressources en eau en Tunisie :

### 2.1. Ressources conventionnelles :

La Tunisie est un pays à ressources en eau renouvelables relativement limitées. La distribution des précipitations est un facteur déterminant de l'inégalité de la répartition de ces ressources entre le Nord, mieux

doté, et le Sud semi-aride. En effet, la Tunisie reçoit en moyenne 230 mm/an de pluie; soit 36 milliards de m<sup>3</sup>/an. Cette pluviométrie peut cependant varier selon les années. Le volume des apports pluviométriques peut se limiter à 11 milliards de m<sup>3</sup>/an en année de sécheresse généralisée et peut atteindre 90 milliards de m<sup>3</sup> en année fortement pluvieuse. Ainsi les années de sécheresse ou d'excédent pluviométrique peuvent s'alterner ou se succéder. La pluviométrie est en moyenne de 594 mm au Nord, de 289 mm au Centre et n'est que de 156 mm dans le sud du pays (Figure 2). Le rapport entre les précipitations maximales et minimales varie de 4,4 au Nord à 15,8 au Sud, confirmant ainsi l'irrégularité et la variabilité d'une région à une autre (Khanfir, 2017). La qualité des eaux de surface varie également dans l'espace : au Nord, 82% des eaux de surface ont une salinité inférieure à 1.5 g/l, et seulement 3% au Sud (Kallel, 1994).

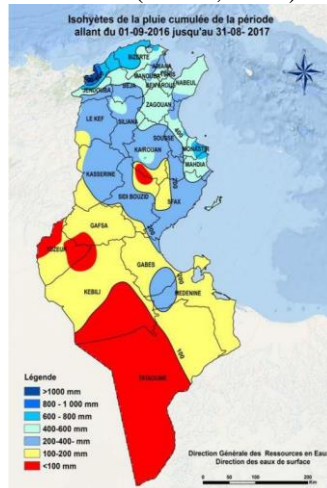


Figure 2 : Carte des isohyètes de l'année 2016/2017

Sur les 36 milliards de m<sup>3</sup> d'eau de pluie que la Tunisie reçoit en moyenne interannuelle, 13% uniquement, soit 4,8 milliards de m<sup>3</sup>, forment le potentiel annuel en eau bleue pouvant être mobilisé pour satisfaire les besoins socio-économiques du pays. L'évaporation et les écoulements directs vers la mer et les zones humides constituent 55% des apports pluviométriques, soit 19,7 milliards de m<sup>3</sup>. 32% de ces apports, soit 11,5 milliards de m<sup>3</sup>, sont récupérés par les sols et constituent les réserves d'eau pour l'agriculture pluviale, les forêts et les parcours (Figure 3), d'où l'importance du « réservoir sol » dans la disponibilité de l'eau pour la production en mode pluvial (MARHP, 2016).



Figure 3 : Répartition des apports pluviométriques reçus par la Tunisie

Le potentiel en eau bleue est constitué à 55% d'eaux de surface, dont 74% des eaux de surface sont situées dans le Nord, et à 45% d'eaux souterraines (Figure 4). Au total, 59% du potentiel en eau bleue sont situés dans le Nord, 18% dans le Centre et 22,5% dans le Sud. En 2017, le taux de mobilisation des ressources en eau de surface s'élevait à 92%. L'infrastructure hydraulique permettant la mobilisation de ces ressources est constituée de: (i) 37 grands barrages avec une capacité de retenue totale actuelle de 2 285 Mm<sup>3</sup>, le volume de la vase étant déduit, (ii) 257 barrages collinaires d'une capacité totale de 365Mm<sup>3</sup>, et (iii) 909 lacs collinaires d'une capacité totale de 58 Mm<sup>3</sup> (MARHP, 2019). L'essentiel de ces infrastructures, notamment les grands barrages, est situé au Nord. L'eau est acheminée du Nord au Sud par un réseau de canaux et des transferts.



Figure 4 : Carte générale de situation (MARHP et GTZ, 2007)

Le potentiel des ressources en eau souterraines est estimé à 2,1 milliards de m<sup>3</sup>. Leurs concentrations en sels, d'origine tellurique, sont importantes : les salinités sont pour 15% seulement inférieures à 1.5 g/l, et pour 25% supérieures à 4 g/l. 70% de ces ressources, soit 1,5 milliards de m<sup>3</sup>, sont renouvelables et localisées dans des aquifères totalement inclus en Tunisie. A l'inverse, près du tiers, soit 650 Mm<sup>3</sup> sont recélées par les aquifères sahariens partagés avec les pays voisins, aux ressources faiblement ou pas renouvelables. Leur devenir dépend ainsi de l'usage fait en Tunisie mais aussi dans les pays limitrophes.

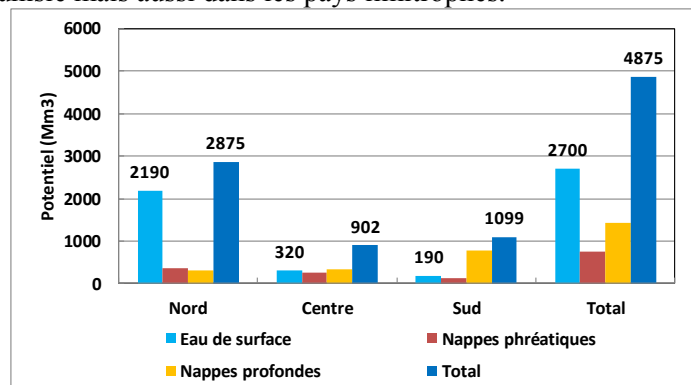


Figure 5: Potentiel estimé des ressources en eau selon les régions de la Tunisie (MARHP, 2016).

L'exploitation des nappes phréatiques continue d'enregistrer une augmentation, le taux général d'exploitation est passé de 111% en 2010 à 117% en 2015. L'exploitation se fait par le biais de 151850 puits de surface de moins de 50 m de profondeur dont 111431 puits sont équipés. Les ressources en eaux souterraines sont surexploitées. On recense actuellement près de 70 nappes dont le taux d'exploitation dépasse 110%, sur 226 nappes phréatiques en total. La plupart (43) sont localisées dans la région du centre (MARHP, 2019).

Tableau 1 : Ressources et exploitation des nappes phréatiques par région (Mm<sup>3</sup>/an) (MARHP, 2019)

Région	Ressources (Mm3)	Exploitation en 2000		Exploitation en 2005		Exploitation en 2010		Exploitation en 2015	
		Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)
Nord	376	405	108*	393	105	388	103	414	110
Centre	252	261	104*	299	119	349	138	355	141
Sud	139	112	81*	116	83	118	85	134	96
<b>Total</b>	<b>767</b>	<b>778</b>	<b>101*</b>	<b>808</b>	<b>105</b>	<b>854</b>	<b>111</b>	<b>903</b>	<b>118</b>

\*Valeurs finales après correction des erreurs de calculs glissées au niveau du tableau présent dans (MARHP, 2019)

De même, l'exploitation totale des nappes profondes de la Tunisie a atteint l'équivalent de 1895 Mm<sup>3</sup> en 2016, ce qui 133% des ressources totales des nappes profondes estimées à 1422 Mm<sup>3</sup>. La surexploitation est signalée surtout au niveau des nappes profondes des gouvernorats de Nabeul (195%), Kébili (171%), Gafsa (130%), Kairouan (127%), Kasserine (120%), Sfax (117%) et Sidi Bouzid (114%). L'exploitation se fait par le biais de 28158 forages dont 13463 de forages illicites. La part des forages illicites dans l'exploitation est passée de 273 Mm<sup>3</sup> en 2016 à 416 Mm<sup>3</sup> en 2017, soit de 16% à 22% en une année. Cette augmentation peut s'expliquer par l'effet conjugué du rationnement imposé pour l'irrigation par les eaux de surface suite à la succession de deux années sèches 2015-2016 et 2016 -2017, de l'accroissement des besoins en eau des cultures et de la prolifération continue des forages illicites. L'absence des moyens de contrôle du domaine public hydraulique est aussi un facteur important pour cette surexploitation (MARHP, 2019).

Tableau 2 : Ressources et évolution de l'exploitation des nappes profondes par région (Mm<sup>3</sup>/an)

Région	Ressources (Mm3)	Exploitation en 2006		Exploitation en 2010		Exploitation en 2014		Exploitation en 2015		Exploitation en 2016	
		Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)	Volume (Mm3)	Taux (%)
Nord	314	148	47*	170	54	251	80	218	69*	276	88
Centre	330	262	79*	310	94	397	120	364	110*	533	162
Sud	778	761	98*	799	103*	985	127*	850	109*	1085	139
Total	1422	1171*	82*	1279*	90	1633	115*	1432*	101*	1894*	133

\*Valeurs finales après correction des erreurs de calculs glissées au niveau du tableau présent dans (MARHP, 2019)

## 2.2. Ressources non conventionnelles :

En vue de palier les pénuries structurelles régionales dues à la variabilité spatiale et aux problèmes de qualité des ressources locales, la Tunisie mobilise un peu moins de 100 Mm<sup>3</sup> d'eau non conventionnelle tous les ans, à travers :

- Le dessalement des eaux saumâtres au sud : ceci va dans le sens de la valorisation de cette ressource, abondante dans certaines régions (sud et zones côtières) et dont l'exploitation est moins coûteuse que pour l'eau de mer. Les stations de dessalement d'eaux saumâtres en exploitation pour satisfaire les besoins en eau potable ont une capacité actuelle de 17 Mm<sup>3</sup>.
- Le dessalement de l'eau de mer : en vue de combler le manque des ressources disponibles dans certaines régions du pays (Djerba, Gabès, Sfax, Sousse), la SONEDE a programmé la réalisation de 5 stations de dessalement d'eau de mer dont les détails sont donnés dans le tableau 3. Ces investissements devront permettre de sécuriser l'alimentation en eau potable des zones concernées jusqu'à l'horizon 2030. Il est important de signaler toutefois que les coûts de production de ces eaux sont trois fois supérieurs à ceux pour l'eau conventionnelle, ce qui pourrait à long terme impacter négativement les équilibres financiers de la SONEDE.

Tableau 3 : Etat d'avancement des projets de stations de dessalement d'eau de mer (MARHP, 2019)

Station	Capacité	Mise en service prévue
Djerba	50 000 m3/j extensible à 75 000 m3/j	Deuxième trimestre 2018
Sousse	50 000 m3/j extensible à 100 000 m3/j	Deuxième trimestre 2019
Zarat	50 000 m3/j extensible à 100 000 m3/j	Premier trimestre 2021
Sfax	100 000 m3/j extensible à 200 000 m3/j	Premier trimestre 2022
Kerkennah	6 000 m3/j extensible à 9 000 m3/j	2022

- iii. **La réutilisation des eaux usées traitées (REUT)** : Le potentiel total de REUT en Tunisie est estimé à environ 300 Mm<sup>3</sup>. En 2017, un volume d'environ 62 Mm<sup>3</sup> a été valorisé à partir des effluents de 66 stations d'épuration (STEP). La répartition de ce volume en fonction de l'usage est présentée dans le graphique ci-dessous.

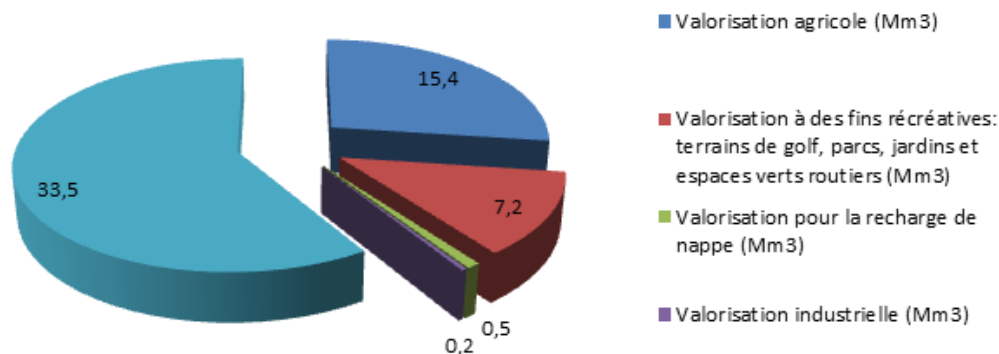


Figure 6 : Principaux secteurs de valorisation des EUT en Tunisie

### 3. Changement climatique et projections climatiques pour la Tunisie aux horizons 2050 et 2100 :

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) définit le changement climatique, appelé aussi dérèglement climatique et parfois aussi réchauffement climatique, comme étant "les changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables". On prend généralement en compte l'impact de l'activité humaine à partir de l'ère industrielle (moitié du XIXe siècle). Entre 1970 et 2010 par exemple, les émissions mondiales des six gaz à effet de serre (GES) couvertes par le protocole de Kyoto, entré en vigueur en 2005, ont augmenté de 80%, principalement en raison du doublement de la consommation d'énergie dans le monde sur cette période. La grande majorité des émissions de ces gaz, à savoir, le dioxyde de carbone, le méthane, le protoxyde d'azote et trois substituts des chlorofluorocarbones, est liée à la combustion d'énergies fossiles. Le 5ème rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), publié en 2013, conclut que le réchauffement observé depuis 1950 est "sans équivoque" et qu'"il est extrêmement probable [probabilité de 90%] que l'influence humaine sur le climat a été la cause dominante du réchauffement observé depuis le milieu du vingtième siècle".

Bien entendu, le changement climatique est un facteur d'importance grandissante pour engendrer des changements globaux, locaux et saisonniers de la température et des précipitations. D'après les prévisions des scientifiques du GIEC, la température globale de la surface du globe est susceptible d'augmenter de 1 à 5°C supplémentaires à la fin du XXIe siècle.

Quant à la Tunisie, les observations sur l'évolution historique du climat réalisées par l'Institut National de Météorologie (INM) indiquent une tendance significative à la hausse de +1.1°C au cours du XXème siècle, alors qu'à l'échelle globale, le Troisième Rapport d'Évaluation (TAR) de l'IPCC indique une élévation moyenne de la température de 0.6°C. En ce qui concerne les précipitations, aucune tendance significative ne peut être notée. Toutefois, la période climatique considérée de référence (1961- 1990) est caractérisée par une forte variabilité si l'on compare aux périodes 1931-1960 et 1901-1930 (MEE, 2013).



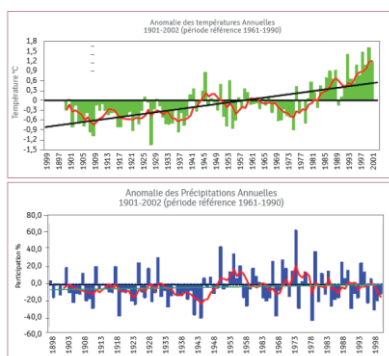


Figure 7 : Anomalies des températures et des précipitations moyennes au cours du XXème siècle en Tunisie (MEE, 2013).

D'autre part, les résultats des projections climatiques réalisées en 2016 par l'INM pour le scénario modéré RCP4.5 (RCP pour Representative Concentration Pathway), correspondant à un forçage radiatif de  $+4,5 \text{ W/m}^2$ , avec une résolution spatiale fine de  $12,5\text{km}^2$ , annoncent une tendance à l'augmentation de la température annuelle moyenne, oscillant entre  $1^\circ\text{C}$  et  $1,8^\circ\text{C}$  à l'horizon 2050 et entre  $2^\circ\text{C}$  et  $3^\circ\text{C}$  à la fin du siècle. Les bordures littorales du pays au nord et à l'est de la Tunisie se réchaufferaient moins vite que la frange ouest et l'extrême sud. Cette évolution serait également plus marquée pour les saisons d'été et d'automne. Les résultats de ces projections montrent aussi une diminution des cumuls annuels de précipitations aux horizons de 2050 et 2100 avec une diminution de 5 % à 10 % en 2050, qui s'aggraverait encore en fin de siècle avec une diminution de 5 % à 20 % en 2100. Les régions les plus touchées seraient le nord-ouest du pays et la zone désertique de la Tunisie. Concernant les extrêmes climatiques, les vagues de chaleur pourraient s'accroître dans le futur et davantage en termes de durée au sud du pays déjà très désertique. De même, une tendance à l'augmentation pour le nombre de jours secs consécutifs représentant les vagues de chaleur, et une migration de l'aridité vers le Nord du pays sont attendues (MARHP, 2019).

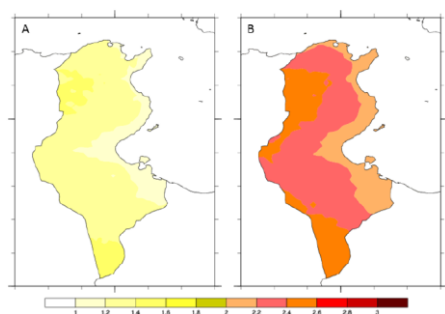


Figure 8 : Anomalie de la température ( $^\circ\text{C}$ ) à l'horizon (A) 2050, (B) 2100 (MARHP,2019)

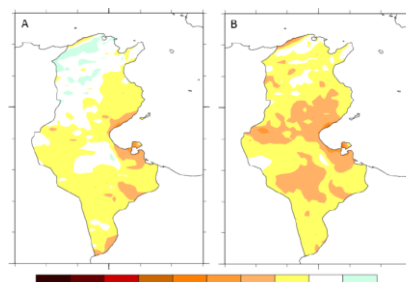


Figure 9 : Indice de précipitation (%) à l'horizon (A) 2050, (B) 2100 (MARHP,2019).

#### 4. Impact du changement climatique sur les ressources en eaux en Tunisie :

Certes, la connaissance actuelle des variables hydrologiques liées aux changements climatiques reste entachée d'incertitudes. Toutefois, sur la base d'une amorce de modélisation, on peut déduire que le changement climatique devrait exacerber la problématique de la sécurité hydrique en Tunisie au cours des années à venir. En effet, la baisse de la pluviométrie moyenne et l'augmentation de l'intensité et de la fréquence des périodes sèches, conjuguées à l'augmentation de la température, devraient avoir pour impacts une baisse d'environ 28% des ressources en eau conventionnelles d'ici 2030 (MARHP et GTZ, 2007). De même, la disponibilité des eaux de surface devrait connaître une diminution qui avoisinera 5% à l'horizon 2030. Par ailleurs, les pertes par salinisation des nappes phréatiques côtières due à l'élévation du niveau de la mer seraient d'environ 50% des ressources actuelles de ces nappes à l'horizon 2030, soit près de 150 millions de  $\text{m}^3$ . Une augmentation de l'évapotranspiration et une baisse de l'humidité des sols sont également attendues.

Tableau 4 : Projection des ressources en eau à l'horizon 2030 intégrant l'impact du changement climatique en Mm<sup>3</sup> (MARHP et GTZ, 2007)

Désignation	2010 (en Mm3)			2020 ( en Mm3)			2030 ( en Mm3)		
	Potentiel	Mobilisé	Exploitable	Potentie 1	Mobilisé	Exploitable	Potentiel	Mobilisé	Exploitable
Grands barrages	2700	2121	1378	2700	2131	1385	2700	1890	1229
Nappes phréatiques	758	758	758	781	781	591	805	805	308
Nappes profondes	1544	1350	1350	1350	1535	1215	2079	1731	1214
<b>Total eaux conventionnelles</b>	<b>5002</b>	<b>4229</b>	<b>3486</b>	<b>5272</b>	<b>4447</b>	<b>3191</b>	<b>5584</b>	<b>4426</b>	<b>2751</b>
Eaux usées traitées	253	99	99	400	156	156	512	292	292
Eaux dessalées		18	18	0	47	47	0	80	80
<b>Total eaux non conventionnelles</b>	<b>253</b>	<b>117</b>	<b>117</b>	<b>400</b>	<b>203</b>	<b>203</b>	<b>512</b>	<b>372</b>	<b>372</b>
<b>Total Général</b>	<b>5255</b>	<b>4336</b>	<b>3603</b>	<b>5672</b>	<b>4650</b>	<b>3394</b>	<b>4798</b>	<b>4798</b>	<b>3123</b>

Les impacts susmentionnés devraient s'aggraver par l'augmentation croissante des besoins en eau, et ce, conjointement à la diminution des stocks disponibles qui serait plus importante dans le Nord du pays où sont situées 80 % des ressources déjà mobilisées, et au centre du pays où les nappes constituent la principale ressource pour l'agriculture et l'eau potable. En effet, la confrontation entre les ressources disponibles et la demande en eau montre que la satisfaction des besoins à l'horizon 2030 nécessite l'amélioration de la gestion de la ressource dans différents secteurs et la mobilisation des ressources non conventionnelles (MARHP et GTZ, 2007).

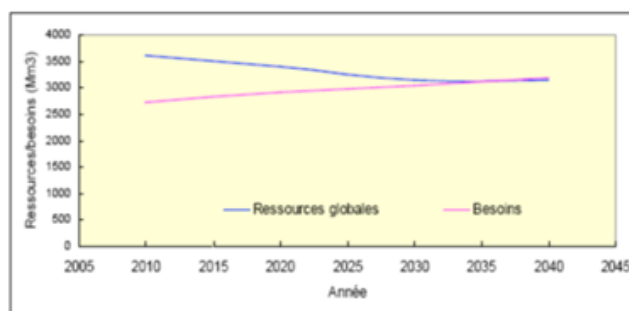


Figure 10 : Evolution pressentie des ressources et des besoins en eaux face au changement climatique en Tunisie

A l'horizon 2050, la baisse des ressources globales en eau due au changement climatique pourrait être plus importante. On assisterait en particulier à une augmentation de la salinité des eaux des nappes et à un assèchement des sources d'eau, principales ressources d'approvisionnement des populations et du cheptel des zones rurales en eau potable. Ceci se traduirait par une vulnérabilité accentuée des femmes, auxquelles échoit le plus souvent la corvée d'eau au sein du ménage. En outre, un accroissement de l'aridité pourrait altérer la vulnérabilité des écosystèmes tunisiens (forêts, maquis, garrigues...) et augmenter le risque de grands incendies. Les populations les plus pauvres dont celles habitant les forêts et les zones rurales devraient être plus fortement touchées, ce qui contribuerait à intensifier les conflits entre usages concurrents de l'eau et les crises sociales existantes entre les différentes régions du pays. Le développement de nouvelles solutions serait par conséquent nécessaire afin d'assurer les besoins des zones vulnérables.

Egalement, le dévasement moins fréquent des retenues de barrages en période de sécheresse aurait pour effet une réduction de la capacité de stockage des eaux de surface et une altération de la qualité des eaux stockées à cause de l'eutrophisation. En conséquence, et en plus de la diminution de l'eau disponible pour l'agriculture, une diminution de la production hydroélectrique serait attendue. Ces deux phénomènes sont en effet liés car une partie de l'eau destinée à l'irrigation provient des barrages et est également turbinée. Il est à noter aussi que l'envasement des barrages serait aussi accéléré suite à l'augmentation de l'érosion des sols, due notamment à la possible légère augmentation de l'intensité des pluies, les inondations ne seraient a priori pas plus fréquentes.

Le Sud tunisien constituerait la zone la plus vulnérable du pays. En effet, la demande en eau y accroîtrait en raison de l'augmentation de la température et générerait une surexploitation des nappes profondes, qui constituent les principales ressources en eau de la région. Ainsi, la diminution des niveaux piézométriques et la dégradation de la qualité des eaux seraient attendues. Ces difficultés pourraient toutefois être compensées



par la création de nouveaux ouvrages de captage plus profonds, et avec le recours au dessalement, ce qui accaparerait davantage de moyens financiers et d'énergie.

D'autre part, les conséquences macroéconomiques des impacts du changement climatique sur les ressources en eau seraient loin d'être négligeables. En effet, le stress thermique et hydrique pourra réduire les rendements du secteur agricole et accroître davantage les déséquilibres de la balance commerciale, et ce, en affectant les recettes d'exportations des principaux produits agricoles tunisiens (blé, olives, dattes, agrumes et produits de la mer), et par une hausse des importations alimentaires. Egalement, la baisse des activités du secteur agricole peut potentiellement induire un risque socio-politique en raison de la diminution de la disponibilité de la nourriture, de la perte de revenus et d'emploi direct, mais aussi sur la croissance économique du pays, eu égard à la contribution réelle de ce secteur au PIB du pays.

## 5. Principales mesures d'adaptation

Consciente de la menace réelle que représente ce phénomène, la Tunisie s'est engagée en faveur de la lutte contre le changement climatique depuis 1992 par l'adoption de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et sa ratification en 1993. Depuis, la Tunisie a toujours rempli ses engagements envers la CCNUCC par la soumission des communications nationales, de son premier rapport biennal ainsi que de sa Contribution Nationale Déterminée (CDN).

A ce titre, la Tunisie a soumis à la CCNUCC le 16 septembre 2015 sa Contribution Prévue Déterminée au Niveau National (CPDN) qui vise un objectif très ambitieux d'atténuation. Il s'agit de baisser son intensité carbone de 2030 de 41% par rapport à celle de 2010 : une baisse de 13% de l'intensité carbone 2030 par rapport à 2010 est engagée à titre de contribution inconditionnelle basée exclusivement sur l'effort national, alors que la baisse des 28% complémentaires pour atteindre l'objectif national sera conditionnée par l'appui et l'assistance de la communauté internationale en matière de finances, de transferts de technologies et en renforcement des capacités humaines et institutionnelles. Le secteur de l'énergie est le premier contributeur à la réalisation de cet objectif avec une baisse visée de 46% de l'intensité carbone de ce secteur en 2030 par rapport à 2010 (MEDD, 2015).

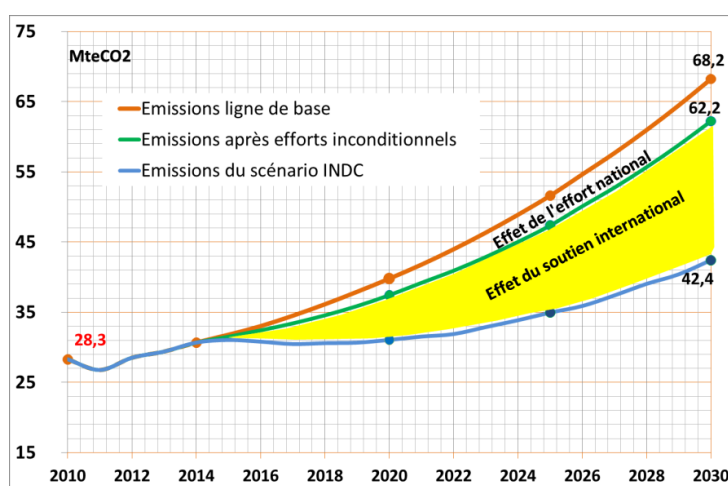


Figure 11 : Trajectoire des émissions (MEDD, 2015).

Le 17 octobre 2016, le parlement Tunisien a ratifié l'Accord de Paris à l'unanimité des voix de ses membres et par conséquent adopté formellement sa Contribution Déterminée au niveau National (CDN). Il convient de rappeler que dans cet Accord, tous les pays ont convenu sur le long terme, de contenir l'élévation de la température de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels et de poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5°C, ce qui permettrait de réduire largement les risques et les conséquences du changement climatique. La mise en œuvre dudit Accord est essentielle à la réalisation des objectifs de développement durable, dont notamment l'ODD 13 axé sur la prise d'urgence des mesures

pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions. Elle fournit également, une feuille de route pour les actions climatiques qui réduiront les émissions et renforceront la résilience climatique. Les objectifs annoncés au niveau national (CDN) seront révisés d'ici 2020 puis tous les cinq ans et les objectifs de réduction des émissions ne pourront être revus qu'à la hausse (art. 4.3). Un bilan global de l'accord sera effectué en 2023 puis tous les cinq ans. Ce cycle de révision est toutefois susceptible de modifications décidées dans le cadre de Conférences des parties (COP) ultérieures.

En vue de la réalisation de sa trajectoire de résilience, les mesures prioritaires prévues par la Tunisie dans sa CDN pour l'adaptation des ressources en eau consistent essentiellement à la mise en place de projets de transfert et de réutilisation des eaux usées traitées et le renforcement et la sécurisation de l'alimentation en eau des grands centres urbains, notamment le Grand Tunis, le Cap-bon, le Sahel et Sfax (MEDD, 2015).

Par ailleurs, la Tunisie a œuvré depuis plusieurs années à intégrer l'adaptation au changement climatique dans le processus de planification du développement au niveau global et sectoriel. Ainsi, différentes mesures d'adaptation ont déjà été initiées. Parmi ces mesures on peut citer (MARHP, 2019):

- Des investissements pour une mobilisation plus importante des eaux non conventionnelles à travers la réalisation des stations de dessalement d'eau de mer (tableau 3 plus haut) et la valorisation du potentiel des eaux usées traitées, évalué à environ 300 Mm<sup>3</sup>, le schéma directeur de la réutilisation des eaux usées traitées à l'horizon 2050 étant actuellement en cours de préparation ;
- Le renforcement des infrastructures par la connexion des barrages, le dédoublement des conduites de transfert, et la création de nouveaux ouvrages de stockage, en vue de transférer une partie des eaux excédentaires de l'extrême nord, évaluées à 400 Mm<sup>3</sup>/an, vers le centre du pays au niveau de Kairouan, est actuellement à l'étude ;
- Un programme national de recharge artificielle des nappes est également initié en considérant les eaux de surface ou les eaux usées traitées ;
- L'intégration de l'impact du changement climatique sur le territoire dans la nouvelle stratégie de conservation des eaux et du sol, tout en prenant en compte le niveau local qui revêt une importance particulière pour l'adaptation ;
- Des mesures d'adaptation sont également initiées dans le secteur agricole pour réduire la demande en eau, comme le recours à l'agriculture de conservation. A ce titre, il convient de rappeler qu'une stratégie nationale d'économie d'eau d'irrigation lancée depuis 1995 a permis d'équiper plus de 80 % des périmètres irrigués de techniques d'économie d'eau, ce qui a permis de réduire la demande en eau sur une partie des périmètres. L'efficacité de cette stratégie est cependant limitée par la vétusté des installations. En effet, 65 % des périmètres ont plus de 25 ans.

## 6. Le Fonds Vert pour le Climat, une opportunité pour financer les projets d'adaptation

L'adaptation au changement climatique prend une place croissante dans les stratégies et projets des secteurs de l'eau et de l'agriculture. Elle reste toutefois un processus continu, dont le contenu n'est pas intégralement fixé au départ, compte tenu notamment des incertitudes sur les changements climatiques à venir : (i) incertitude inhérente aux hypothèses socio-économiques des scénarios ; (ii) incertitude due à la modélisation de l'atmosphère ; (iii) difficulté de descendre au niveau « local » et (iv) connaissance très imparfaite des réponses des grands cycles naturels et écosystèmes.

Des solutions abordables et évolutives sont désormais disponibles pour permettre aux pays de passer à des économies plus propres et plus résilientes et d'améliorer leur maîtrise des phénomènes climatiques extrêmes (surveillance précoce et plans de prévention des risques). Et pourtant, il peut être nécessaire de prendre des décisions engageant le long terme avec la mise en place des investissements plus conséquents (infrastructures, aménagement du territoire...). A l'instar des autres pays en développement, la Tunisie fait face à des difficultés liées à la disponibilité des financements propres et au déficit de compétences spécifiques locales pour réaliser ces investissements et mettre en œuvre sa stratégie nationale de lutte contre le changement climatique. Cependant, étant membre de la CCNUCC et de l'Accord de Paris, la Tunisie est éligible à l'ensemble des fonds et sources de financement pour la lutte contre les changements climatiques, qu'ils soient dans le cadre de la CCNUCC (Fonds Vert Climat, Fonds d'Adaptation,...) ou bien en dehors (Fonds

d'Investissement Climat,...). L'accès à ces financements lui permettra en effet d'appuyer ses efforts d'atténuation et d'adaptation, notamment ceux identifiés et planifiés dans sa contribution à l'Accord de Paris.

Lancé à la 16<sup>ème</sup> Conférence des Parties (COP16) de la CCNUCC à Cancún (Mexique) en décembre 2010, le Fonds Vert pour le Climat (FVC ou GCF pour Green Climate Fund) est désormais le principal et plus important Fonds multilatéral dédié au climat, pour l'accompagnement de la mise en œuvre de la Convention et de l'Accord de Paris sur le Climat. Il devrait disposer de 100 Milliards de dollars par an pour aider les pays en développement vulnérables aux effets du changement climatique, et plus particulièrement les Pays les Moins Avancés (PMAs), les Etats Insulaires en Développement (EIDs) et les Etats Africains, dont la Tunisie, à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre et à s'adapter. Il élit siège à Songdo, en Corée du Sud, depuis 2013, année de sa mise en place et début de ses activités.

Le FVC dispose d'une variété d'instruments financiers auxquels peuvent faire appels les potentiels promoteurs de projets: (i) des dons (subventions), (ii) des prêts concessionnels, (iii) des capitaux propres et (iv) des garanties. Ces instruments ont pour objet de répondre aux besoins et attentes des promoteurs de projets conformément à des priorités nationales, mais aussi aux critères et conditions d'éligibilité et d'investissement du FVC.

Il est important de mentionner également, que le FVC a dédié une ligne de crédit spécifique au secteur privé, compte tenu de son rôle majeur dans le développement du pays, et leur potentialité d'investissements dans les projets résilients au changement climatique. L'allocation des ressources pour l'adaptation est basée sur : (i) la capacité de l'activité proposée à démontrer son potentiel d'adaptation aux impacts des changements climatiques dans le contexte de la promotion du développement durable et de changement de paradigme et (ii) les besoins immédiats et urgents des pays vulnérables, notamment les PMAs, les EIDs et les Etats Africains.

Consciente des opportunités de financements offertes par le FVC, la Tunisie a déjà engagé des actions dans le cadre de sa préparation pour l'accès à ce Fonds : désignation de son Autorité Nationale Désignée (AND), organisation d'ateliers d'échange, d'information et de formation sur la Finance climat au profit des différents acteurs concernés à l'échelle nationale, lancement de la préparation du Programme pays (portefeuille des projets prioritaires pour la Tunisie) et du Plan National d'Adaptation (PNA), lancement du processus d'accréditation de l'Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA) auprès du FVC dans le cadre de la facilité Adapt'action. Certaines notes conceptuelles de projets concernant la Tunisie ont été également soumises au FVC, toutefois, la Tunisie n'a pu jusqu'à présent mobiliser aucun financement du FVC pour concrétiser l'un de ses projets d'adaptation. Une compréhension plus claire des procédures et conditions d'accès aux ressources de ce fonds ainsi que des règles de priorisation des projets qu'il approuve, compte tenu de ses propres difficultés de mobilisation des fonds (100 milliards de dollars par an), pourrait être nécessaire.

## **7. Conclusion :**

La Tunisie n'est pas à l'abri du changement climatique, et la menace que représente ce phénomène pour ses ressources en eau pourrait être immédiate et potentiellement irréversible. En effet, la baisse de la pluviométrie moyenne conjuguée à l'augmentation de la température et de l'intensité et la fréquence des périodes sèches, prévues en Tunisie à cause de ce phénomène, devraient avoir pour impacts, à l'horizon 2030 : (i) une baisse d'environ 28% des ressources en eau conventionnelles, (ii) une diminution d'environ 5% de la disponibilité des eaux de surface, (iii) des pertes d'environ 50% des ressources actuelles des nappes phréatiques à cause de l'élévation attendue du niveau de la mer, (iv) une augmentation de l'évapotranspiration et (v) une baisse de l'humidité des sols.

Face à la raréfaction des ressources en eaux renouvelables et accessibles, l'Etat aura à effectuer des arbitrages pour équilibrer l'offre et la demande et concilier les différents usages, pouvant nécessiter une réforme radicale des modes de gestion actuelle de l'eau. De même, une mobilisation plus importante de ressources non conventionnelles (via le dessalement et la réutilisation des eaux usées traitées) et le recours aux transferts d'eau pourrait s'avérer inévitable pour répondre aux besoins croissants de la population et de l'économie,

particulièrement, sur le plan de la qualité de l'eau. Ces technologies sont toutefois énergivores et le coût de leur mobilisation est de plus en plus élevé. L'optimisation de l'exploitation du fort potentiel dont dispose la Tunisie dans le domaine de l'énergie solaire en vue d'accroître le potentiel des technologies susmentionnées et de baisser les coûts de consommation d'énergie pourrait constituer la bonne voie pour maîtriser les coûts relatifs à la mobilisation des ressources non conventionnelles.

Par ailleurs, la mise en place des différentes interventions publiques requises pour l'adaptation de la Tunisie aux impacts des changements climatiques, et notamment celles engagées dans le cadre de sa CND, offre une bonne opportunité pour le renforcement des dispositifs de recherche et d'accès aux ressources financières aidant les pays en développement à faire face aux défis climatiques, en particulier le FVC. La formation de compétences nationales spécifiques dans ce domaine est fortement recommandée.

### **Liste de références bibliographiques**

[1] Constitution de la République de la Tunisie, 2014.

[2] Kallel.R (1994) : Caractéristiques morphologiques et hydrologiques du réseau hydrographique Tunisien. Direction Générale des Ressources en Eau-Ministère de l'agriculture; Tunis

[3] Khanfir R, 2017, Le stress hydrique en Tunisie : situation actuelle et perspectives, In La méditerranée face à la raréfaction des ressources en eau, Tunis, Konrad-Adenauer-Stiftung.

[4] Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP)-République de la Tunisie, 2019, Rapport national du secteur de l'eau année-2017.

[5] Ministère de l'Équipement et de l'Environnement (MEE)- République de la Tunisie, 2013, Seconde Communication Nationale de la Tunisie à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques.

[6] Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)- République de la Tunisie, 2015, INDC de la Tunisie.

[7] Ministère de l'Agriculture et des Ressources Hydrauliques (MARHP) et GTZ, 2007. Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques.

[8] Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche (MARHP)-République de la Tunisie, 2016, Rapport national du secteur de l'eau année-2015.

[9] WWAP, World Water Assessment Program (2009): The United Nations World Water Development Report 3, Case Studies Volume: Facing The Challenges

[10] <http://www.apia.com.tn/agriculture-tunisienne.html>

[11] <http://www.ins.nat.tn/fr/themes/population>