

Rapport sur l'analyse socio-économique des impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les secteurs économiques clés dans les zones côtières tunisiennes

Intégration de la variabilité et des changements climatiques dans les stratégies nationales pour mettre en œuvre le Protocole **GIZC** en Méditerranée



Rapport technique

Septembre 2015

Rapport:

Rapport sur l'analyse socio-économique des impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les secteurs économiques clés dans les zones côtières tunisiennes

Ce document a été préparé par le Centre d'activités régionales/Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP) du Plan d'action pour la Méditerranée (PNUE/PAM) dans le cadre du projet MedPartnership (initiative du Partenariat stratégique pour le grand écosystème marin méditerranéen). Le projet a été financé par le FEM et d'autres donateurs, y compris la Commission européenne, et mis en œuvre par le PNUE/PAM et d'autres institutions partenaires, dont le CAR/PAP.

L'auteur principal de ce document est A. Markandya, avec l'assistance technique et l'expertise de N. Halouani. L'assistance et les lignes directrices conceptuelles ont été fournies par S. Petit (CAR/PAP), avec le soutien d' A. Abdouli en sa qualité de Point focal national du projet et représentant de l'APAL. Les auteurs souhaitent profiter de cette opportunité pour remercier tous ceux qui, par leurs commentaires, ont contribué à la finalisation de ce document. S. Pavasovic a finalisé sa mise en page.

© 2015 Centre d'activités régionales
Programme d'actions prioritaires (CAR/PAP), Split

Les points de vue exprimés ici sont ceux des auteurs et ne reflètent pas nécessairement ceux du PNUE, du FEM ou du PAM. Ce document et les cartes qu'il contient ne remettent pas en question les délimitations ou frontières internationales, ou le statut juridique des pays, territoires, villes mentionnés. Les cartes sont à caractère informatif, et ne servent qu'aux besoins de ce document. Les institutions citées rejettent toute responsabilité quant à l'utilisation des contenus de ce document.

Design:

Studio Quarto, Split, Croatie

Slobodan Pavasovic, collaborateur CAR/PAP, Split, Croatie

Photo:

Première de couverture – L.-M. Préau, Initiative PIM

Quatrième de couverture – Marko Prem, CAR/PAP, Split, Croatie

Rapport sur l'analyse socio-économique des impacts de la variabilité et du changement climatiques sur les secteurs économiques clés dans les zones côtières tunisiennes

Intégration de la variabilité
et des changements climatiques
dans les stratégies nationales
pour mettre en œuvre
le Protocole **GIZC**
en Méditerranée



Rapport technique

Septembre 2015

Table des matières

Table des matières	1
Liste des tableaux	2
1 Introduction	1
2 Tendances en matière de climat en Tunisie	2
3 Impacts par secteur	4
3.1 L'agriculture	4
Rétrospective	4
Hypothèses d'évolution mises en discussion.....	5
3.2 La pêche	7
3.3 Le tourisme	8
3.4 Les forêts.....	10
3.5 La santé	12
3.6 L'énergie.....	13
4 Pistes pour l'adaptation	14
4.1 Lacunes d'information.....	14
4.2 Possible mesures d'adaptation.....	14
5 Références	16
6 Annexes	17

Liste des tableaux

Tableau 1 : Impact du changement climatique (CC) sur la production de céréales.....	7
Tableau 2 : Morts supplémentaires dues au changement climatique en Afrique du nord et en Méditerranée.....	13
Tableau A1 : Les superficies en hectare des céréalicultures par région côtière pendant la période 2002-2013	17
Tableau A2 : Les poissons capturés en tonnes par espèce débarquée dans chaque gouvernorat côtier durant la période 2004-2013.....	18
Tableau A3 : Les valeurs des poissons capturés en Tunisie, exprimées en dinar tunisien par tonne durant la période 2004-2013	20
Tableau A4 : Les superficies forestières (en hectares) dans les gouvernorats côtiers, pendant la période 2001-2013.....	21
Tableau A5 : Les nombres des incendies forestiers et des pertes de couverture (en hectares) pendant la période 2001-2014	22

1 Introduction

Le but de ce rapport est d'évaluer les impacts socio-économiques de la variabilité et du changement climatique (CV&C) sur les zones côtières. Plus précisément, il vise à approfondir l'étude de l'évaluation des impacts du changement climatique sur les secteurs économiques spécifiques (tourisme, agriculture, ...). L'étude couvre les zones côtières tunisiennes. La méthodologie adoptée à la Tunisie pour l'évaluation des impacts socio-économiques de CV&C est celle qui a été mise en œuvre dans le projet ClimVar & GIZC dans la région de Šibenik en Croatie et de la région Buna-Bojana en Albanie et au Monténégro.

L'objectif est d'arriver à analyser les données disponibles collectées par M^{me} Halouani (suivant son cahier des charges), et de les évaluer en termes économiques et sociaux sous une forme compréhensible pour un non-expert, afin de stimuler la discussion et le débat. Le public cible de ce travail de la collecte de données et de les analyser est supposé être des représentants des institutions et des organismes en charge de la planification du développement de la côte tunisienne.

Ce rapport est structuré comme suit:

- La section I constitue une introduction à l'étude.
- La section II fournit des informations à jour sur les tendances climatiques probables dans les

zones côtières de la Tunisie, en termes de changement de température (par saison), de précipitation (par saison) et les événements météorologiques extrêmes (les sécheresses, les inondations et les ondes de tempête côtières).

- La section III examine les implications de ces changements climatiques sur les principaux secteurs de l'économie côtière en Tunisie. Les secteurs considérés sont l'agriculture, la pêche, le tourisme, les forêts, la santé humaine et l'énergie. Pour chaque secteur, un examen présentera les tendances de la production (y compris celles découlant de la variabilité du climat) et comment celles-ci peuvent changer avec le climat.
- La section IV examinera les options d'adaptation pour chaque secteur afin de réduire les effets négatifs du climat et de profiter de tous les impacts positifs.

Une partie ne sera cependant pas couverte en détail dans ce rapport, il s'agit des effets de l'élévation du niveau de la mer (SLR) et des événements climatiques extrêmes. L'équipe de Kiel a déjà analysé ces effets dans un rapport distinct (modélisation DIVA pour la Tunisie), qui sera complémentaire à celui-ci.



Situation géographique de la Tunisie

2 Tendances en matière de climat en Tunisie

Comme le rapport du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE, 2012) a noté que les membres du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont unanimes : « le réchauffement du système climatique est sans équivoque » (Rapport de synthèse du GIEC, 2007, aussi : IPCC, 2007). Le changement climatique est déjà en cours et ses effets commencent à se manifester : « une multitude de systèmes naturels sont touchés par les changements climatiques régionaux ». Le message des scientifiques ne laisse pas de place au doute quant au sens de ces évolutions même s'il existe encore des incertitudes sur son ampleur. Des changements profonds sont désormais inéluctables, quels que soient les efforts de la réduction des émissions des gaz à effet de serre qui pourront être déployés, du fait de l'inertie du système climatique.

Ces changements vont affecter de nombreux secteurs à savoir : l'agriculture, la forêt, le tourisme, la pêche, l'aménagement du territoire, les bâtiments les infrastructures, la protection des populations, En ce sens, la question du changement climatique a cessé d'être une question strictement scientifique concernant un avenir lointain pour devenir un enjeu actuel et prégnant de politique mondiale.

Pour l'ensemble de la Tunisie, et par rapport à la période de référence (1961-1990), les résultats des projections révèlent que l'élévation générale des températures serait de +1.1°C à l'horizon 2030 et de +2.1°C à l'horizon 2050.

On noterait également une augmentation en 2030 de la fréquence et de l'intensité des années extrêmes sèches. Les périodes les plus sèches et les plus humides devraient varier fortement d'une saison à l'autre. L'augmentation probable de la température en 2050 et au-delà dépend sur les émissions futures. Afin de parvenir à une stabilisation des températures aux alentours de 2°C les émissions mondiales doivent tomber aux alentours de 11 GtC/an en 2050. Malheureusement, les tendances actuelles n'indiquent pas que cela

arrivera. Les émissions actuelles liées à l'énergie annuelle totale sont d'un peu plus de 30 Gt de CO₂ et toujours à la hausse, ce qui implique un carbone « *burn rate* » qui épuise le budget carbone pour l'ensemble du siècle, dans les 20 prochaines années. Le GIEC a donc averti que notre trajectoire actuelle conduira à un réchauffement estimé entre 3,7 à 4,8°C au cours du 21^{ème} siècle, avec des impacts climatiques importants.

Les modèles utilisés pour les projections montrent une tendance générale à la baisse des précipitations moyennes. Cette baisse est modérée à l'horizon 2020, mais s'accroît à l'horizon 2050. La diminution est de -5% au Nord, de -8% au Cap Bon et dans le Nord-est et de -10% à l'extrême Sud. Il semble acquis qu'aux horizons temporels 2030 et 2050, les phénomènes météorologiques extrêmes (sécheresses, vents, inondations) vont augmenter en fréquence et en intensité, notamment à travers la succession d'années très sèches. (Banque mondiale, 2011 ; Ministère de l'agriculture et de l'environnement et *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, 2011).

L'élévation des niveaux de la mer et le recul des littoraux figurent parmi les principaux risques qui découlent du réchauffement global de la planète. Les projections prévoient une élévation moyenne du niveau de la mer de 50 cm, à l'horizon 2050, soit près de 30 cm à l'horizon 2030 (Banque mondiale, 2011). Cette élévation est variable selon la région (de 20 cm à 135 cm à l'horizon 2050). Les côtes les plus vulnérables sont celles des banlieues de Tunis, du golfe d'Hammamet et de Djerba.

Le littoral qui s'étend sur environ 1 670 km, serait très vulnérable à l'élévation accélérée du niveau de la mer due aux changements climatiques.

Ce rapport analyse les effets de ces changements climatiques sur les secteurs mentionnés dans l'introduction.

3 Impacts par secteur

La méthodologie comprend les étapes suivantes:

- a) estimer les impacts du changement climatique pour les secteurs en termes physiques, en tenant compte des incertitudes ;
- b) d'évaluer ces impacts en termes économiques, étant donné le contexte du développement économique en Tunisie ;
- c) d'évaluer autant que possible les différents instruments pour atténuer les impacts d'une manière rentable.

La mesure dans laquelle nous avons été en mesure de réaliser ces étapes a été limitée par les données disponibles et les ressources à notre disposition.

Les modèles utilisés pour évaluer les impacts physiques et économiques peuvent être très complexes et il n'a pas été possible pour cette étude d'entreprendre principales applications de ces modèles. Au lieu de cela, nous avons cherché la littérature pour trouver des applications pertinentes pour la Tunisie et les ont utilisés, en tenant compte des écarts entre les résultats des modèles et les conditions en Tunisie. Plus de détails sont donnés dans le cadre du débat pour chaque secteur.

En termes de politiques et mesures d'adaptation, il faut se rendre compte qu'une évaluation complète est au-delà de la portée de cette étude avec son modeste budget. Les stratégies d'adaptation économiques complètes pour les pays ont besoin d'un budget qui est plusieurs fois supérieure.

3.1 L'agriculture

Rétrospective

Le littoral Tunisien détient presque la moitié de la surface agricole utile Tunisien. Les zones agricoles occupent environ 1 959 471 hectares soit près de 53% de la superficie totale des gouvernorats côtiers, et constituent le secteur le plus dominant dans l'espace littoral et varient selon leurs aptitudes culturelles (grande culture, arboriculture, ...).

Les agrosystèmes et le secteur agricole tunisien se retrouvent sous le coup d'un double forçage : un forçage économique et un forçage climatique. Le forçage économique est le fait de l'ouverture du pays aux marchés extérieurs, souligné par les

attentes du planificateur. Le forçage climatique est lié à l'augmentation persistante de la température moyenne, à la diminution des précipitations et à la fréquence de survenue plus marquée d'événements extrêmes.

L'agriculture tunisienne se décline en quatre principales catégories d'agrosystème: les grandes cultures (1/3 des terres arables), l'arboriculture dominée par l'olivier, l'élevage et le maraîchage.

Les principales cultures sont : les céréalicultures, les fourrages, les légumineuses, les arboricultures et les cultures industrielles. Les superficies de ces cultures dans chaque zone côtière durant la période 2002–2013 ont été obtenues de la Direction générale des études et du développement agricole (DGEDA). Les superficies des arboricultures, culture principale dans les zones côtières ont été présentées dans le tableau A1 (Voir en annexe).

Selon le rapport du Ministère de l'environnement de 2012¹, les performances enregistrées par le secteur agricole tunisien sont les conséquences d'importants efforts de soutien et de modernisation réalisés dans le cadre d'une politique nationale de développement et de régulation des marchés agricoles.

Au cours des cinq dernières décennies, l'agriculture tunisienne a enregistré des taux de croissance remarquables. Des niveaux de sécurité alimentaires respectables, hormis les céréales, ont pu être atteints. En effet, les taux de couverture des besoins nationaux par la production intérieure sont de près de 48% pour les céréales, toutes espèces confondues, de 100% pour les produits de l'élevage et de 88% pour les huiles.

En dépit du développement des autres secteurs de l'économie nationale, l'agriculture conserve une importance sociale et économique indéniable et ce, grâce à ses contributions à l'emploi, avec près de 18% de la population active qui travaille dans ce secteur, et une contribution annuelle au produit intérieur brut (PIB) de près de 10%/an en moyenne au cours de la période 1995-2007. Il est important de remarquer que cette part est en baisse.

¹ Stratégie nationale sur le changement climatique – *Rapport de la stratégie* (2012)

Toutefois, ces performances ont été réalisées au détriment du respect de l'environnement physique. C'est ainsi que les processus érosifs sont restés, malgré les efforts déployés par les pouvoirs publics, particulièrement actifs. La surexploitation des nappes, notamment dans les régions du Centre et du Nord Est, est une réalité. En outre, on relève un élan peu maîtrisé des processus d'intensification, la biodiversité aussi bien des espèces végétales qu'animales a été négligée. Ces coûts sociaux de la modernisation de l'agriculture conditionnent sa résilience, notamment aux principaux chocs anticipés, la poursuite de la libéralisation des marchés des produits agricoles et les changements climatiques.

Il convient aussi de relever que la croissance, malgré l'élan d'intensification, est restée essentiellement extensive. En effet, l'agriculture a pu, au cours des dernières décennies, mobiliser l'essentiel des ressources naturelles productives. C'est ainsi que sur les 4,5 millions d'hectares arables, les surfaces cultivées avoisinent, en moyenne, les 4,3 millions d'hectares. En ce qui concerne les périmètres irrigués, les efforts déployés ont permis de faire passer leur surface de quelques soixante mille hectares au cours des années soixante à près de 450 mille hectares en 2010. Sur la base des ressources hydriques inventoriées, ces surfaces ne peuvent connaître que des extensions mineures.

Malgré l'extension des surfaces irriguées, la production agricole demeure fortement dépendante des conditions climatiques. En effet, la valeur de la production en prix constants augmente depuis 1990, et a évolué au cours de la période 2000-2010 entre un minimum observé en 2002, soit 3 094,2 millions de dinars tunisiens (TND) et un maximum de 4 761,0 millions TND enregistré en 2006. Cette évolution se retrouve dans la variabilité de la participation du secteur au PIB global.

Les changements climatiques viendraient majorer les irrégularités habituelles du climat tunisien. Ces perturbations climatiques affecteraient l'agriculture pluviale, notamment dans les régions du Centre et du Sud.

Outre les effets directs, en tant que phénomène planétaire, les changements climatiques peuvent influencer le secteur agricole tunisien à travers la volatilité des marchés mondiaux de certains produits. La flambée des prix des céréales observée

depuis 2007 est une illustration patente de ces effets indirects. Au vu de cette évolution des prix, certains pays exportateurs de ces produits ont procédé à des contingentements quantitatifs de leurs exportations. Ces éléments permettent de poser le problème de la sécurité alimentaire en des termes différents du simple équilibre de la balance commerciale des produits agroalimentaires.

Le secteur agricole sera donc appelé dans l'avenir à réaliser de la croissance économique, de nature intensive, induite par des gains de productivité, et garantir la sécurité alimentaire à des coûts acceptables, compatible avec le maintien de la compétitivité prix de l'économie tunisienne.

Hypothèses d'évolution mises en discussion

Pour la réalisation des objectifs sus mentionnés, le Ministère de l'agriculture doit poursuivre la modernisation du secteur agricole en vue de l'augmentation de la capacité compétitive des exploitations agricoles et de réaliser de la croissance. A cet effet, il est nécessaire de procéder à la rationalisation des usages des ressources naturelles en vue d'améliorer leur valorisation mais aussi d'assurer leur durabilité, l'amélioration de la gouvernance de ces actifs est désormais politiquement envisageable. La seconde concernerait une meilleure articulation entre le système de la connaissance agricole (recherche et formation agricole) et la profession. Une telle coordination est le garant des améliorations technologiques attendues.

La poursuite de la réduction de la part du secteur dans le PIB global est une invariante des scénarii à concevoir. Toutefois, l'ampleur de cette baisse dépendra des scénarii de croissance de l'économie nationale. Celle-là serait inversement proportionnelle à cette dernière, la baisse la plus forte serait associée au scénario de croissance la plus forte. En effet, une forte croissance du PIB signifie que des efforts importants ont été consentis pour la mise à niveau du tissu industriel existant sur le littoral, en partie au détriment du rééquilibrage régional. Les taux de croissance du secteur seront donc modulés en fonction des scénarii de croissance globale.

Conformément à cette logique, la part du secteur agricole dans le PIB se distingue dans trois scénarii:

- Le premier traduit une forte baisse de la part du secteur, compatible avec le forte de croissance globale.
- Le deuxième traduit un relatif maintien de la part actuelle et est associé au scénario de croissance de l'économie dit tendanciel.
- Le dernier scénario envisage une légère augmentation de cette part pour le scénario dit social. Vu qu'il n'y a pas de différence entre le deuxième et le troisième scénario jusqu'au 2030, nous travaillons effectivement avec deux scénarii.

Ces scénarii ne tiennent pas compte du changement climatique. Le GIEC (2007) a signalé que la production agricole dans de nombreux pays africains devrait être gravement compromise par la variabilité et le changement climatique. Les rendements de l'agriculture pluviale en Afrique pourraient être réduits jusqu'à 50% en 2020, mais les résultats du modèle sont incompatibles au regard des changements futurs des rendements des cultures et des saisons de croissance agricole en Afrique du Nord, et nous ne savons pas si les variations de températures, les précipitations, ou si la concentration de CO₂ atmosphérique sera le facteur dominant.

Radhouane (2013) cite les travaux de la Banque mondiale, l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et le Fonds international pour le développement agricole (FIDA) qui confirme la moyenne annuelle des précipitations dans la région d'Afrique du Nord pourraient diminuer de 10% dans les 50 prochaines années. En outre, en raison des sécheresses plus fréquentes et des canicules, les rendements des cultures pluviales devraient fluctuer de plus en plus et une diminution de près de 40% sera observée en Algérie et au Maroc. Par conséquent, l'étude prévoit que d'ici 2050, le changement climatique pourrait réduire les rendements agricoles de plusieurs cultures égyptiennes-à partir d'une réduction de 11% dans le riz à 28% dans le soja par rapport à la production dans des conditions climatiques actuelles. Dans le cas de la Tunisie, Roudhoane (2013) estime que, du fait des changements de température et d'une baisse de 28% des ressources en eau de la Tunisie en 2030 le pays pourrait faire face à une perte de 20% des terres arables d'ici 2030.

Les estimations tirées de Parry et al., (2004) pour des changements dans les rendements sous différents scénarii ont été utilisées dans le 4^{ème} rapport d'évaluation du GIEC de 2007. Le jeu de données sous-jacentes, estimées avec le modèle / scénario HADCM3, qui donne des chiffres pour les différents pays (dont la Tunisie), a été mis à la disposition des auteurs de ce rapport. La seule culture en Tunisie pour laquelle une estimation est disponible est le blé et cela que pour des projections à l'horizon de l'an 2020 et de l'an 2050, qui indiquent une baisse très modeste des rendements (0,14% pour 2020 et de 1,98% pour 2050). Ces baisses sont assez petites pour indiquer que d'ici 2030 il n'y a pas de véritable changement dans les rendements attendus. Cependant, les préoccupations concernant les variations des rendements en raison de conditions climatiques extrêmes persistent, et il est à craindre des pertes de terres agricoles en raison d'une pénurie d'eau. Sur ce dernier point, si l'estimation de Radhouane (2013) est correcte, la perte de 20% des terres cultivées résulterait en une perte correspondante de la valeur de la production agricole des cultures.

Le tableau 1 fournit des estimations pour les pertes éventuelles dans les céréales (plus de terres cultivées sont utilisées pour les céréales) par rapport aux trois scénarii élaborés par le ministère de l'Agriculture, en supposant que la perte de terres cultivées s'applique aux céréales. Concernant l'effet de ces changements sur la valeur des céréales, la recherche indique qu'avec le changement climatique les prix des produits alimentaires sont susceptibles de varier entre -0,45 et +0,7% par an entre 2020-2050 (van Lample, 2104). Cela se compare à une baisse de 4% par an des prix alimentaires réels entre 1960-2010 et indique que tous les impacts du changement climatique sur les agriculteurs viendraient des changements dans les rendements plutôt que des changements dans les prix.

Cette analyse indique que les principales préoccupations pour l'agriculture en Tunisie viendront de l'impact de l'eau sur les terres cultivées et les fluctuations possibles de la production en raison des sécheresses et des inondations, plutôt que des changements dans les rendements. Les mesures d'adaptation doivent donc se concentrer sur une meilleure gestion de l'eau de façon à utiliser et à gérer plus efficacement la ressource, en particulier lors des événements extrêmes liés à

Tableau 1 : Impact du changement climatique (CC) sur la production de céréales

Gouvernorat	2013	2014	2030 Sans CC		2030 Avec CC	
			Scenario 1	Scenario 2/3	Scenario 1	Scenario 2/3
Tunis	17	19				
Ariana	73	102				
Ben arous	119	120				
Nabeul	452	492				
Bizerte	1 625	1 789				
Beja	2 313	2 528				
Jendouba	1 230	1 713				
Sousse	8	286				
Monastir		11				
Mahdia		254				
sfax		10				
Gabes	10	0.1				
Mednine						
Total	5847	7324	9804	10493	7843	8395
			Scenario 1	Baisse de la part du secteur		
			Scenario 2	Maintien de la part actuelle		
			Scenario 3	Légère augmentation		

l'eau. À l'heure actuelle l'agriculture utilise 81% de l'eau consommée mais ne paie que 17% du coût de la prestation. Dans l'avenir, avec moins d'eau disponible ce déséquilibre doit être adressé².

3.2 La pêche

La production de la pêche et ses prix ont été fournies par la DGPA (Direction générale des pêches et de l'aquaculture). Les poissons capturés en tonnes par espèce débarquée dans chaque gouvernorat côtier au cours des dernières années (entre 2004 et 2013). Les poissons capturés sont classés par groupe d'espèce (céphalopodes, éponge, coquillage, crustacés, poissons pélagiques, poissons blancs corail, ...). La production de la pêche exprimée en tonne par groupe d'espèces dans chaque région côtière, est enregistrée dans le tableau 1 en annexe. Les données montrent un niveau stable de la capture totale (110 000–120 000 tonnes par an). Les principales tendances notables sont une augmentation importante de l'aquaculture (400% plus élevé en 2013 qu'en 2004), et une diminution des prises pélagiques (en baisse de 40% sur la même période).

Les prix des principaux produits de pêche, exprimés en dinar tunisien par tonne, sont

présentés dans le tableau 2 (voir en annexe). Les prix à la production des poissons capturés par espèce débarquée en Tunisie sont en croissance. Ils sont influencés par le type d'espèce et sa production. Ces données sont extraites des annuaires statistiques de la pêche pour la période comprise entre 2004 et 2013. Il y a eu en particulier de fortes hausses des prix du thon et de la pêche au corail.

Dans son ensemble le secteur halieutique contribue environ 1,4% du PIB, mais il a une plus grande dimension derrière ce chiffre en raison de son importance culturelle et en raison de sa contribution à l'emploi.

En ce qui concerne l'impact du changement climatique sur la pêche, une des projections à l'échelle globale des impacts des changements climatiques sur les pêches marines fait défaut malgré la grande contribution des pêches de capture marine à l'offre mondiale de protéines animales (Cheung, 2013). Cependant, il y a maintenant quelques estimations des impacts probables dans les différentes régions. Les études empiriques et théoriques montrent que les poissons et les invertébrés marins ont tendance à déplacer leurs distributions en fonction de l'évolution du climat dans une direction qui est généralement vers des latitudes plus élevées et des eaux plus profondes, avec des taux observés et prévus de changement de gamme de l'ordre de 30–

² République Tunisienne: Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques. CAHIER 5: STRATÉGIES D'ADAPTATION THEMATIQUES. 2006.

130 km par décennie vers le pôle et 3,5 m par décennie dans les eaux plus profondes.

En conséquence, des modifications du potentiel des poissons ont été estimées dans plusieurs zones, y compris le Sud de la Méditerranée, qui est affecté négativement. Une importante étude a été réalisée par le projet SESAME (Bosello et al., 2010). En supposant un scénario de climat typique (A1B) ils estiment une diminution des prises de poissons potentiels pour la Tunisie en 2030 de 16,5% par rapport aux niveaux actuels. Une telle baisse est grande (il est le plus élevé dans la Méditerranée), mais le projet ne prévoit pas un impact majeur sur le PIB de la Tunisie. L'estimation est une baisse cumulée d'environ 0,02% sur la période 2001–2030. Cela équivaut à une perte d'environ US\$ 6–9 millions par an, selon le scénario politique du gouvernement est pris à l'égard de subventions à la pêche et de ce qui est supposé de la croissance globale du PIB.

Ces changements à la pêche sont importants pour le secteur, même s'ils ne sont pas importants en termes macro-économiques globaux. Nous recommandons qu'une étude plus approfondie soit menée sur la façon dont une telle baisse de la capture potentielle aurait un impact sur les pêcheries artisanales et industrielles en termes d'emploi et d'autres indicateurs sociaux.

L'autre secteur qui pourrait être l'objet d'une enquête plus approfondie est l'aquaculture. Le projet SESAME ne considérait pas l'aquaculture dans ses impacts. Pour ce secteur certaines cultures à terre comme la conchyliculture seront particulièrement menacées. En effet, l'augmentation des périodes chaudes constituent un facteur fortement limitant (croissance des élevages, maladies, mortalités). Comme la pêche fournit les intrants alimentaires et de semences importantes, les impacts du changement climatique sur eux auront également, à leur tour, une incidence sur la productivité et la rentabilité des systèmes aquacoles. Nous avons noté la baisse du potentiel de poissons pour la zone économique exclusive (ZEE) tunisienne ; ce qui aura sans aucun doute un effet sur la productivité de l'aquaculture et sa rentabilité. En outre, la hausse des températures va conduire à une baisse des niveaux d'oxygène dissous et augmenter les taux métaboliques des poissons, conduisant à une augmentation des décès de

poissons, la baisse de la production ou l'augmentation des besoins alimentaires tout en augmentant le risque de propagation de maladies. Enfin, l'acidification des océans affectera également l'élevage de mollusques sur les côtes. Cela peut être pertinent pour le littoral tunisien.

3.3 Le tourisme

Le PNUE (2012) rapporte que le littoral tunisien dispose de 836 établissements hôteliers totalisant 238 495 lits ; 358 restaurants touristiques ; 9 parcours de golf ; 6 ports de plaisance et 474 agences de voyage. Deux types de tourisme coexistent : un tourisme hôtelier, pratiquement sédentaire, pour les marchés européens qui utilisent les transports aériens et un tourisme de plus grande mobilité pour les marchés maghrébins.

L'indice de confort touristique (TCI) montre que le climat actuel de la Tunisie se caractérise par : 44 à 52% de jours favorables, 25% de jours à confort moyen et 3 à 7% de jours très défavorables.

Le tourisme est un secteur important de l'économie tunisienne. En 2013, elle représentait 228 000 emplois, soit environ 6,5% de tous les emplois dans le pays. La contribution totale du Voyage et du tourisme à l'emploi (y compris les effets les plus larges de l'investissement, la chaîne d'approvisionnement et les effets de revenus induits était de 473 000 emplois ou près d'un tous les sept employés. Les estimations de Monde du Voyage et du Tourisme (2014) indiquent qu'en termes de PIB, ce secteur représentait 7 milliards US\$ en 2013, pour 15,2% du PIB. En recettes d'exportation sa part était d'environ 13%. Le pays a des plans d'expansion pour ce secteur dans un avenir proche (2024) de manière à parvenir à une croissance de 3,4% par an 2013–2024, en fonction d'une large mesure, des visiteurs côtiers.

Le changement climatique pourrait affecter de tels plans pour un certain nombre de raisons. Le PNUE note que l'évolution du climat va avoir différentes incidences sur l'activité touristique avec :

- la régression des jours défavorables de 2% en hiver et une progression de 2,6% des jours en été ;
- la période de progression de la période favorable se situe entre décembre et avril à

Tabarka, Monastir et Nabeul et s'étale de décembre à mars à Djerba ;

- la période de régression des jours favorables se situe aux mois de juillet et d'octobre ;
- la saison chaude tend à devenir plus longue et plus inconfortable ;
- la saison balnéaire gagne une semaine pour un réchauffement annuel de 0,5°C, 2 semaines pour un réchauffement de 1°C et un mois pour un accroissement de la température de 2°C (échéance à 2050) ;
- la fréquence du « balnéaire refuge » passe de 5,2% à 17% des jours à Nabeul, de 8,8 à 21% des jours à Monastir et de 7,6 à 19% des jours à Djerba ;
- en 2050, le balnéaire favorable subit un léger fléchissement en passant de 34,7% actuellement à 31% des jours à Djerba ;
- le changement climatique pourrait faire progresser la saison balnéaire vers les saisons intermédiaires. Le milieu de la saison balnéaire serait dominé par le balnéaire refuge ;
- dans les années 2020, près de 35% du territoire aura moins de « bons mois » que durant la période de référence, alors que 35% du territoire connaît des conditions climatiques relativement stable et 30% du territoire voit le nombre de « bons mois » augmenter ;
- dans les années 2050, plus de 50% du territoire aura moins de « bons mois », environ 15% en a plus et 30% en a autant que lors de la période de référence ;
- les meilleures conditions du printemps apparaissent de plus en plus tôt alors que celles de l'automne se déclenchent plus tardivement dans l'année. Toutes les régions passent progressivement d'une distribution bimodale (pics au printemps et en automne) à un pic unique en hiver ;
- les 6 régions touristiques ont tendance à converger vers la fin de siècle, gommant les disparités régionales ;
- Djerba en particulier semble évoluer d'un tourisme balnéaire centré sur un pic estival vers un tourisme balnéaire toute l'année ;
- un allongement des intersaisons propices au tourisme : automne/printemps ;

- pendant l'été, les régions de montagnes pourraient voir se développer un tourisme de fraîcheur.

Une analyse formelle des effets du changement climatique en Tunisie ne peut pas être réalisée indépendamment de ce à quoi d'autres destinations touristiques devront faire face, y compris celles d'Europe du Nord. Comme les températures augmentent il peut y avoir une certaine baisse dans les mois très chauds et un glissement vers les mois plus froids dans le Sud de l'Europe, mais il y aura aussi moins de voyages du Nord au Sud, en effet, les températures estivales rendront les pays du Nord plus attrayant.

Un certain nombre de modèles ont été développés pour analyser ces impacts. Le modèle de tourisme de Hambourg (*HTM*) qui utilise les données annuelles montre que, avec une augmentation de la température de 1°C en 2025, les régions d'Afrique du Nord comme la Tunisie seraient confrontés à une baisse du nombre de visiteurs internationaux entre 10% et 25% par rapport à une base avec aucun changement (Hamilton et al., 2005). D'autres modèles regardent les changements saisonniers plutôt que les flux annuels de visiteurs. Ces études utilisent l'indice de climat de tourisme (*TCI*) pour évaluer les facteurs climatiques de plus grande importance pour la qualité de l'expérience touristique (voir par exemple, Amelung et Moreno, 2009; Perch-Nielsen, et al., 2010; Roson et Sartori, 2012). Le *TCI* est une mesure composite qui utilise un agrégat pondéré de plusieurs variables climatiques (température, humidité, précipitations, ensoleillement et vent) pour évaluer le confort pour les activités de plein air pour le touriste « moyen » d'été. Ces études ont conclu que l'attractivité touristique du Sud de l'Europe et de l'Afrique du Nord baissera fortement dans les mois d'été à moyen et à long terme.

La conséquence de ces changements pour le tourisme dans les régions méditerranéennes est susceptible d'être une baisse saisonnière des flux de touristes en été, en particulier dans les zones où le tourisme est actuellement un secteur économique clé. Ainsi, les chiffres peuvent diminuer au cours des mois d'été, mais cette baisse peut être partiellement ou totalement compensée par la hausse des autres saisons. En outre, certaines analyses suggèrent que seulement à moyen (2046-

2065) et à long terme (2080–2099) les destinations méditerranéennes deviendront progressivement « trop chaude » pendant les mois d'été (Rutty & Scott, 2010). Ainsi, la baisse du nombre de touristes pendant les mois d'été ne se produira probablement pas avant trois décennies.

Il y a une certaine incertitude quant à l'impact économique des changements sur le nombre de visiteurs, il varie selon les projections des modèles économiques et climatiques utilisés. Par exemple, l'étude de Roson et Sartori (2012) a conclu que le changement climatique pourrait générer des effets positifs globaux pour le tourisme dans la plupart des pays méditerranéens du Nord. L'étude ne couvre pas la Tunisie, mais l'analyse doit également être appliquée dans le Sud de la Méditerranée.

Les connaissances actuelles sur les effets du tourisme indique une possible réduction du nombre de visiteurs, en particulier pendant les mois les plus chauds et un déplacement vers le printemps et l'automne. L'augmentation prévue pour 2024 attendu par le planificateur en Tunisie a peut-être besoin d'être modifiée pour tenir compte de ces facteurs. L'accueil de plus de visiteurs devra également tenir compte d'éventuelles pénuries d'eau. Ces plans, cependant, sont actuellement plus touchés par d'autres considérations telles que la sécurité qu'ils ne sont touchés par le changement climatique.

3.4 Les forêts

Les écosystèmes tunisiens se composent, suivant l'inventaire forestier national, de forêts, de maquis et de garrigues (1 million ha), de parcours naturels (4,5 millions ha), de zones humides (0,5 million ha) et de terres non agricoles (6 millions ha).

Les écosystèmes forestiers tunisiens subissent une dégradation assez prononcée, malgré les programmes de sauvegarde appliqués. Leur état actuel, les services qu'ils procurent, les fonctions qu'ils offrent se situent ainsi au-dessous de leurs capacités naturelles. A cette pression anthropique, s'ajoutent les effets des changements climatiques. Au fil du temps, les écosystèmes sylvo-pastoraux naturels tunisiens ont régressé qualitativement et quantitativement tant en superficie qu'en production.

Les superficies forestières dans chaque région côtière, pendant la période 2003–2014 sont données dans le tableau A4 (voir en annexe).

D'autres risques pourraient survenir en lien avec les changements climatiques. Il pourrait s'agir d'une progression des incendies du fait de l'augmentation des températures et de l'inflammabilité des biomasses. Les statistiques des incendies forestiers et les superficies des couvertures forestières endommagées et recensées dans 7 gouvernorats côtiers, pendant la période 2001–2014 sont présentées dans le tableau A5 (voir en annexe). Ces types de données ont été obtenus à partir de la direction générale des forêts, sous-direction de la protection des forêts. Les chiffres montrent une augmentation importante des hectares perdus par an dans les cinq dernières années par rapport à la décennie précédente.

En ce qui concerne la période à venir à l'horizon 2030, le groupe des experts a recommandé (dans le cahier N°7 de la stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques) que, indépendamment des scénarii de changements climatiques, la Tunisie devrait faire face au risque grandissant des feux de forêts dus au simple fait de l'augmentation de la surface boisée en Tunisie (Aloui, 2006) et cela indépendamment des conséquences d'une ouverture du marché agricole décrites plus haut. Même dans les scénarii les plus pessimistes, la surface boisée ne serait réduite que légèrement, tous les autres scénarii établis par Aloui (2006) montrent une augmentation de la surface boisée et par conséquent une augmentation du stock combustible et logiquement une augmentation des risques d'incendies. Ces chiffres ne tiennent compte que des superficies du domaine forestier de l'état. En dehors de ce domaine forestier il est donc primordial de savoir comment les terrains non forestiers composés de maquis, garrigues, terrains agricoles marginalisés et terrains vagues évolueraient à l'horizon 2030.

En se basant sur l'évolution de la façade nord – méditerranéenne, l'évolution socio-économique qui a eu comme conséquence un abandon massif de terres agricoles et donc un embroussaillage massif du paysage avec progression du stock combustible, les mêmes experts prévoient une augmentation considérable du stock combustible

en dehors du domaine forestier de l'état. Il est clair que l'évolution du stock combustible non forestier dépend fortement des pressions humaines (surpâturage, collecte de bois de chauffage) liées à l'évolution de l'économie rurale tunisienne à l'horizon 2030. Cette évolution est très difficile à prévoir. En supposant que l'économie rurale progresse et aboutisse aux conséquences connues de la façade nord - méditerranéenne avec abandon partiel des terres agricoles marginales et accroissement modéré de la biomasse et du stock combustible, les risques de feux de végétation augmenteraient sensiblement. A l'horizon de 2030 on peut donc prévoir pour l'ensemble de la Tunisie une augmentation considérable du stock combustible et donc un risque accru d'éclatements de feux de forêts.

L'augmentation des feux peut avoir des conséquences socio-économiques lourdes pour la société tunisienne. Il est à prévoir que les dégâts matériels (habitations, infrastructures) augmenteraient et même à moyen terme occasionneraient des risques de pertes humaines. Ces conséquences socioéconomiques négatives de risques d'incendies seront renforcées par la « californisation » et la « littoralisation ». Sur la frange côtière, la « littoralisation » et la « californisation » se superposent et les deux phénomènes sont difficilement séparables. La « littoralisation » est surtout due au développement du tourisme balnéaire en Tunisie.

La « californisation », très visible dans la frange du grand Tunis, est surtout due (comme en France, en Espagne, au Portugal) au phénomène du « décollage économique » des classes moyennes qui naturellement aimeraient établir leurs habitations dans la verdure de la forêt méditerranéenne comme à Santa Barbara ou à Santa Monica en Californie. En cas d'incendies un tel habitat morcelé et situé en pleine forêt devient presque automatiquement une proie aux flammes.

Les feux, l'embroussaillage, la « californisation » et la « littoralisation » pourraient devenir de graves menaces environnementales en Tunisie, comme ils le sont déjà actuellement dans les pays de la façade nord méditerranéenne (le Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie). Les experts considèrent que cette « problématique » peut créer, au moins dans la partie Nord du pays, bien avant 2030 de graves « perturbations environnementales » et nous

considérons que la Tunisie devrait se préparer à faire face à ces problèmes. Le risque de voir éclater des « grands incendies » dans les parties boisées du Nord de la Tunisie est déjà actuellement donné !

Pour cette analyse, nous aimerions ajouter un élément de risque accru d'incendie dû au changement climatique. Certaines sources suggèrent que le changement climatique est susceptible d'augmenter le nombre de jours avec des conditions de graves feux, d'allonger la saison des incendies, et d'augmenter l'activité de la foudre qui conduit à des augmentations probables de la fréquence des incendies et des zones brûlées (GIEC, 2007). Toutefois, le lien direct entre ces tendances et la hausse des températures, les sécheresses et les incendies de forêt doit encore aujourd'hui être nuancée au regard d'une manque de corrélation scientifique.

Les projections climatiques pour la région méditerranéenne prévoient une diminution des précipitations et de la variabilité accrue de la température, le nombre de périodes sèches et des sécheresses, et l'intensité des vagues de chaleur. Par conséquent, il est possible que la durée et la gravité de la saison des incendies, des zones à risque et la probabilité de grands feux vont augmenter (ForestEurope, 2010).

L'étude par César & Golding (2011) projette une augmentation globale de l'indice de danger d'incendie pour 2100. Les chiffres montrent une augmentation en pourcentage de l'indice de danger d'incendie pour la période 2090-2099 par rapport à 1971-2000 pour les scénarii E1 et A1B SRES. Les plus fortes augmentations proportionnelles de l'indice de danger des incendies de forêt pour la période 2090-2099 par rapport à 1971-2000 (sous la A1B SRES) comprennent une partie de l'Europe méditerranéenne et l'Afrique du Nord. Les augmentations de danger d'incendie sont plus faibles dans le cadre du scénario d'atténuation (E1), mais affectent généralement les mêmes régions que dans les scénarii A1B.

Malgré la disponibilité de projections mondiales pour les augmentations de l'indice de danger d'incendie de forêt liés au changement climatique, il est impossible pour le moment de faire des projections fiables de l'incidence future des feux de forêt et donc des estimations des coûts futurs de dégâts dans le pays.

Les données sur le coût des interventions récentes indiquent que les coûts de la lutte contre les incendies peuvent être importants dans les années de fortes incidences. Si nous ajoutons aux coûts financiers de la perte de production, les coûts environnementaux et les coûts humains des incendies le montant augmente encore plus. Basé sur la part de la foresterie dans le PIB nous concluons que le revenu provenant de la sylviculture représente une contribution mineure à l'économie totale du pays et donc que tout impact potentiel sur ce revenu lié aux dommages des incendies supplémentaires causés par les impacts du changement climatique serait également relativement faible. Une telle conclusion ignore, cependant, les impacts environnementaux potentiels ainsi que ceux sur les moyens d'existence des personnes vulnérables.

Pour résumer, des températures élevées et des conditions de sécheresse accrues pourraient augmenter les risques de feux de forêt en augmentant leur fréquence et leur gravité. Les projections climatiques pour la région méditerranéenne suggèrent une baisse des précipitations et une variabilité accrue de la température, du nombre de périodes sèches, des sécheresses et de l'intensité des vagues de chaleur. Cela se traduirait par une augmentation de la longueur et la gravité de la saison des incendies, des zones à risque et la probabilité de grands feux. Ajoutant à cela les facteurs sociaux mentionnés par le Groupe d'étude d'experts pour le Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques, l'augmentation combinée des risques pourraient avoir de très graves effets.

3.5 La santé

Les impacts directs possibles sur la santé du au changement climatique comprennent la mortalité liée à la chaleur et à la morbidité, des risques accrus de nourriture et de maladies à transmission vectorielle et les décès et les blessures causées par les inondations. En outre, les risques indirects pour la santé comprennent ceux résultant d'impacts sur l'eau, les eaux usées et les infrastructures énergétiques des événements météorologiques extrêmes.

L'organisation mondiale de la santé (OMS) dans un rapport récent a estimé que l'Afrique du Nord et de

la Méditerranée serait la région frappée par le plus de décès supplémentaires dus au changement climatique en 2030 et 2050 (OMS, 2015). Les effets sont catégorisés comme suit : la dénutrition (pour les personnes touchées par la baisse de la production alimentaire), le paludisme (en raison de la propagation du parasite à la suite de conditions d'élevage améliorés), la diarrhée et les maladies d'origine alimentaire telles que la salmonellose en conséquences de températures plus élevées, des inondations, les vagues de chaleur et les effets économiques de stress et encore d'autres conditions sociales et économiques telles que le chômage qui influent sur la mortalité. Les chiffres sont donnés dans le tableau 2. Les estimations établies par les auteurs pour la Tunisie sont basées sur une estimation de la population Tunisienne comptant 3,2% de la population de la région.

Les chiffres montrent que le nombre moyen de décès est relativement faible, le plus élevé étant dû aux vagues de chaleur, suivie par la diarrhée, la malnutrition et les effets économiques. Les valeurs moyennes ou toutes les catégories ajoutées représentent jusqu'à 176 décès supplémentaires d'ici 2030³. Bien sûr, tous les décès sont à éviter si possible et ces estimations ne comprennent pas les mesures d'adaptation. Nous discuterons des mesures qui pourraient être prises pour éviter ou réduire encore ces pertes en vies humaines dans la section suivante.

³ Poursuite des travaux sur les impacts sanitaires du changement climatique est nécessaire, en particulier pour les maladies d'origine alimentaire. Dans un entretien avec le Dr Said Hajem, Médecin Epidémiologiste, Biostatisticien et Gériatologue et Coordinateur de l'Unité de recherche sur le vieillissement et les causes de décès à l'Institut national de santé publique (INSP), il a signalé que les données sur le décès dus à la salmonelle et sur la mortalité liée aux vagues de froid et de chaleur dans les zones côtières tunisiennes peuvent être possibles, mais ceci nécessite du temps et du travail.

Tableau 2 : Morts supplémentaires dues au changement climatique en Afrique du Nord et en Méditerranée

		Undernutrition	Malaria	Diarrhoea	Heatwaves	Economic Effects
Estimate for Region	Mean	1617	14	1323	2238	275
	Range	-2030 to 5264	14 to 14	582 to 1850	2034 to 2342	-597 to 1672
Estimate for Tunisia	Mean	52	0	43	72	9
	Range	-65 to 82	0	19 to 59	65 to 75	-19 to 34

Source: calculs de l'auteur sur la base du rapport de l'OMS (2015)

3.6 L'énergie

L'étude du PNUE (2012) pour la Tunisie a discuté des implications du changement climatique sur l'énergie en profondeur, mais dans la perspective de la réduction des émissions des gaz à effet de serre. Il y a très peu de discussion sur les impacts du changement climatique sur l'offre ou la demande d'énergie dans un travail précédent pour la Tunisie.

En ce qui concerne l'offre, le changement climatique peut avoir un effet sur :

- a) la production d'électricité grâce à la disponibilité réduite de l'eau et des températures plus élevées réduisant l'efficacité de la production de combustibles fossiles ;
- b) la réduction du débit d'eau dans les rivières provoquant une baisse de la production d'hydroélectricité ; et
- c) dommages aux lignes électriques, qui sont vulnérables aux conditions météorologiques extrêmes⁴.

En fait, beaucoup de panne de courant aujourd'hui sont le résultat de conditions météorologiques extrêmes. Le principal impact du point de vue de l'offre concerne l'augmentation des coûts et une efficacité réduite des centrales thermiques et les éventuels dommages aux lignes électriques. Le pays a très peu de capacité hydroélectrique (62 MW sur un total de 3 313 MW, soit 0,4% de la production (données de 2007)⁵.

En ce qui concerne la demande une augmentation de la consommation d'électricité pour le

refroidissement peut être prévue en raison des températures plus élevées. En outre, plus d'énergie sera nécessaire pour l'alimentation en eau. Les sécheresses auront pour effet une exploitation intensive des eaux souterraines. Le groupe des experts du GIEC estiment une diminution du potentiel exploitable des nappes phréatiques de 467 Mm³ vers l'horizon 2030. Cette quantité correspond au volume d'eau actuellement surexploité et aux eaux de salinité actuelle supérieure à 3 g/litres. Pour les eaux profondes, la diminution sera de 517 Mm³ relative à 320 Mm³ correspondant aux ressources saumâtres de la Djeffara et à 50% au niveau du terminal et à 197 Mm³ correspondant aux ressources actuelles de salinité supérieure à 3 g/l. L'exploitation des nappes profondes nécessitera plus d'énergie pour le pompage de l'eau.

De plus, avec de graves pénuries d'eau dans certains endroits, la désalinisation peut devenir une option à considérer. Pas de plans de développement ne sont conçus en ce sens, mais pourtant cette option devrait être considérée. Selon le site Web de l'industrie internationale de dessalement et de réutilisation de l'eau, la capacité totale installée de dessalement en Tunisie devrait passer de 103 000 m³/j en 2010 à 200 000 m³/j au cours des cinq prochaines années et de 500 000 m³/j en 2025. On ne sait pas de quelle manière ces chiffres tiennent compte de la diminution des précipitations et des sécheresses dues au changement climatique, c'est pourquoi ces chiffres doivent être mis à jour à la lumière de données plus récentes.

⁴ <http://www.epa.gov/climatechange/impacts-adaptation/energy.html>.

⁵ http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CNPP2011_CD/countryprofiles/Tunisia/Tunisia2011.htm

4 Pistes pour l'adaptation

4.1 Lacunes d'information

Ce rapport a fourni autant d'informations quantitatives sur les impacts du changement climatique en Tunisie à l'horizon 2030 que possible. Il y a, cependant, plusieurs lacunes dans la base d'information qui sont aussi le résultat d'une volonté de réaliser cette étude dans l'urgence. En particulier, nous tenons à souligner ce qui suit :

L'agriculture et l'eau : la baisse prévue des rendements en raison du changement climatique sera probablement modeste, mais il peut y avoir de plus grands impacts dus à une perte d'eau. Cela pourrait aboutir à ce que l'agriculture ne soit pas viable dans certains endroits (une réduction possible de l'ordre de 20% pour les céréales est indiquée). Nous avons besoin de plus d'informations sur l'endroit où cela pourrait se produire. Nous avons aussi besoin de plus amples informations sur d'éventuelles baisses de production dues à des événements extrêmes.

La pêche : La littérature indique une baisse significative de la capture potentielle (environ 16%) en 2030, mais les modèles suggèrent que l'impact sur le bénéfice net pour le secteur sera faible. Nous avons besoin de plus d'informations sur les personnes qui pourraient être touchés dans les 15 prochaines années. En particulier les impacts sur la pêche artisanale : qui seront touchés et le niveau d'impacts.

Il y a aussi un manque d'information sur les impacts sur l'aquaculture. L'évaluation à l'échelle mondiale met en avant des impacts liés en premier ordre à l'augmentation des périodes chaudes, la baisse de la productivité par la hausse des températures qui réduisent les niveaux d'oxygène dissous et le risque de propagation de maladies. Il y a aussi les impacts de l'acidification des océans. Une évaluation minutieuse de ces effets sur l'aquaculture dans les eaux tunisiennes est nécessaire.

Le tourisme : Les impacts des changements de température sur les visiteurs internationaux est difficile à déterminer. Certaines études indiquent une baisse allant jusqu'à 10-25% d'ici 2030 pour cette raison, mais d'autres suggèrent que la baisse dans les mois très chauds peut être compensée par

des augmentations au printemps et à l'automne. Les principaux problèmes de ce secteur peuvent toutefois résulter de l'élévation du niveau de la mer et de l'occurrence d'événements extrêmes. Ceux-ci sont pris en compte dans un rapport distinct. En outre, certaines zones touristiques peuvent être confrontées à des pénuries d'eau et il est important de savoir desquels il s'agira, afin de pouvoir intégrer ces considérations dans la planification du secteur.

Les forêts : Il existe des preuves solides de l'augmentation des risques d'incendie de forêt. Il serait utile de savoir où ces risques sont susceptibles d'augmenter le plus, de sorte que des mesures appropriées puissent être prises.

La santé : L'analyse de la santé indique de faibles effets, mais il repose sur une analyse à l'échelle régionale. Il est souhaitable d'obtenir des chiffres plus précis pour la Tunisie et donc d'analyser en détail là où les effets se produisent par région.

L'énergie : En ce qui concerne l'étude du secteur de l'énergie les lacunes dans les données sont grandes. En matière d'offre, nous devons avoir une estimation des pertes d'efficacité en raison de températures plus élevées et de l'occurrence d'événements extrêmes. En termes de demande, nous devons estimer l'augmentation de la demande des ménages relativement à des besoins de refroidissement et du point de vue du secteur de l'eau pour le pompage.

4.2 Possible mesures d'adaptation

Pour conclure nous présentons en bref des mesures clés qui ressortent de l'analyse. Beaucoup d'entre elles ont déjà été mentionnées dans les documents de stratégie d'adaptation du gouvernement. La valeur ajoutée est ici de fournir des informations quantitatives et des pistes sur la façon de concevoir de telles actions.

L'agriculture et l'eau : Les principales actions ici se rapportent à une efficacité accrue dans l'utilisation de l'eau. Il est crucial de combiner un meilleur

stockage et un système de tarification plus efficace pour une meilleure allocation de la ressource. Des mesures complémentaires sont envisageables telles que l'information et des services de vulgarisation aux agriculteurs, l'adoption de variétés résistantes aux changements climatiques et le développement d'autres activités dans les zones où les facteurs climatiques rendent l'agriculture non viable avec des prix de l'eau qui reflètent mieux sa rareté.

La pêche : Un appui à la pêche artisanale et industrielle et des changements dans les allocations de poissons seront nécessaires car les captures potentielles sont prévues à la baisse. A ces égards, l'action du gouvernement devra se traduire en un soutien financier et des mesures réglementaires. En plus il semble nécessaire de mettre en place de services consultatifs et des formations pratiques en soutien à l'aquaculture, afin que les acteurs de ce secteur puissent mieux réagir aux conditions climatiques changeantes.

Le tourisme : L'action du gouvernement pour aider le secteur privé à accroître la gamme des services offerts et à étendre la saison touristique sera nécessaire. L'information sur les zones susceptibles d'être affectées par l'élévation du niveau de la mer et des tempêtes devrait être utilisée à des fins de planification et en assurance partielle du secteur privé contre les événements extrêmes.

Les forêts : Des ressources supplémentaires seront nécessaires pour gérer les incendies de forêt dans toutes les régions, mais plus dans certains cas que dans d'autres. Les estimations des quantités nécessaires et les actions les plus efficaces doivent être prises et les programmes mis en œuvre. En

plus, la mise en œuvre de synergies avec les politiques de développement rural et agricole, de l'aménagement du territoire, de l'énergie ou la politique environnementale peuvent fournir l'occasion d'améliorer en particulier les activités de prévention ce qui permettrait de répondre en partie aux enjeux de la politique d'adaptation.

La santé : Les mesures d'adaptation sur la santé concernent:

- a) donner rapidement l'alerte des vagues de chaleur afin d'aider la population à ajuster leur mode de vie ;
- b) des contrôles plus stricts sur la distribution alimentaire pour prévenir les maladies d'origine alimentaire ;
- c) la planification d'urgence en cas d'inondations afin de prévenir la propagation de maladies d'origine hydrique ; et
- d) de veiller à ce que les programmes de protection sociale répondent à des problèmes de sous-nutrition résultant de baisses de la production agricole.

L'énergie : Dans le cas des mesures concernant l'énergie, en termes d'offre il s'agit d'inclure des mesures d'ingénierie pour résoudre les éventuelles pertes d'efficacité thermique et une importance accrue de sources d'énergie renouvelables qui ne sont pas tellement affectées par le changement climatique. Au sujet des politiques axées sur la demande, la conservation doit être encouragée et les efforts en ce sens devront être renforcés et la tarification de l'eau devra changer afin de refléter la hausse du coût de pompage et de désalinisation.

5 Références

- Aloui, A. (2006). Scénarios de base d'évolution du couvert forestier tunisien et un scénario d'adaptation. Rapport interne. Tunis.
- Amelung, B. & Moreno, A. (2009) *Impacts of climate change in tourism in Europe, PESETA-Tourism study* (JRC Scientific and Technical Reports). European Commission — Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies.
- Banque mondiale, (2011). L'adaptation au changement climatique et la résilience aux désastres naturels dans les villes côtières d'Afrique du Nord. Washington DC.
- Bosello, F., Eboli, F. Parrado, R. (2010). SESAME: Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem changes. "Application of the GTAP to SES: Final Results". FEEM, Venice.
- Caesar, J. and N. Golding (2011). *Meteorological factors influencing forest fire risk under climate change mitigation*, report by Met Office Hadley Centre for AVOID research programme.
- Cheung, W.W.L., V.W.Y. Lam, J.L. Sarmiento, K. Kearney, R. Watson, R., D. Zeller and D. Pauly (2010). "Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change", *Global Change Biology*, Vol. 16, pp. 24-35.
- Forest Europe (2010). Assessment of Forest Fire Risks and Innovative Strategies for Fire Prevention, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo.
- Hamilton, J. Maddison, D. and Tol RSJ. (2005). Effects of climate change on international tourism *Climate Research*, Vol. 29: 245-254.
- IPCC (2007). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability
- OMS (2015). Quantitative risk assessment of the potential effects of climate change on health. In Press. WHO, Geneva
- Parry, M.L., Rosenzweig, C., Iglesias, A., Livermore, M. and Fischer, G. (2004). "Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios", *Global Environmental Change*, vol.14, pp. 53-67.
- Perch-Nielsen, S. L., Amelung, B. & Knutti, R. (2010). Future climate resources for tourism in Europe based on the daily Tourism Climatic Index. *Climatic Change* 103(3-4), 363-381.
- PNUE (2012). Elaboration de la strategie nationale d'adaptation du littoral Tunisien aux effets des changements climatiques. Agence de protection et d'aménagement du littoral.
- Radhouane, N. (2013). Climate change impacts on North African countries and on some Tunisian economic sectors. *Journal of Agriculture and Environment for International Development - JAEID* - 101-113.
- République Tunisienne: Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (2006). CAHIER 5: STRATÉGIES D'ADAPTATION THEMATIQUES. 2006.
- République Tunisienne: Ministère de l'agriculture et de l'environnement et GiZ (2011). Elaboration de la « Stratégie nationale sur le changement climatique » de la Tunisie. Rapport de diagnostic.
- République Tunisienne: Ministère de l'agriculture et des ressources hydrauliques (2010). Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques. Cahier 7. RAPPORTS DES GROUPES D'EXPERTS
- Roson, R. & Sartori, M. (2012), *Climate Change Impacts on Tourism in the Mediterranean*, draft report. ecomod.net/system/files/tourimp.pdf.
- Rutty, M. and Scott, D. (2010). Will the Mediterranean become "too hot" for tourism? A reassessment. *Tourism and Hospitality Planning & Development* 7(3), 267-281.
- Von Lampe, M., D. et al. (2014). "Why do global long-term scenarios for agriculture differ? An overview of the AgMIP Global Economic Model Intercomparison", *Agricultural Economics*, Vol. 45(1), pp. 3-20.
- World Travel and Tourism Council (2014). Economic Impact 2014 - Tunisia.

6 Annexes

Tableau A1 : Les superficies en hectare des céréales par région côtière pendant la période 2002-2013

Gouvernorat	Céréales												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Tunis	1970	1580	1470	1730	1660	1640	1480	1330	1410	1540	1500	1590	
Ariana	9390	8640	9050	8880	8770	8400	9140	7930	8910	9140	8710	9000	
Ben Arous	11000	8820	9480	8250	8540	9620	10010	9720	9970	9830	9800	9840	
Nabeul	40800	40800	40890	42000	40800	43150	45510	45090	44690	45090	45000	46400	
Bizerte	93810	97990	98630	96130	97350	102900	108710	103550	90450	105010	109120	109920	
Beja	142330	142500	141400	141030	139660	139510	143040	145170	144070	141490	137980	139110	
Jendouba	82490	82500	81600	83770	83760	87510	90030	89660	90140	84900	85400	84830	
sousse	34260	60650	55590	45030	46000	40180	38320	27900	45020	49620	33100	40620	
Monastir	3510	3990	4780	9170	7840	5500	5400	3190	3250	5370	300	3200	
Mahdia	35600	57000	51350	46860	39780	42640	47220	30220	39710	35070	2000	49280	
Sfax	27620	26100	19560	38460	38720	13230	25020	2330	23290	21270	2570	9510	
Gabes	4650	24150	16200	51700	32200	13400	15000	820	13140	7250	1090	3930	
Mednine	24900	35060	4230	33000	26290	52530	25530	6220	39790	49240	150	17090	

Tableau A2 :

Les poissons capturés en tonnes par espèce débarquée dans chaque gouvernorat côtier durant la période 2004-2013

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Céphalopode	11'997	10'667	9'208	10'321	7'692	6'721	7'832	9'020	12'367	10'544
Jendouba+Béja	57	25	19	17	264	29	34	38	49	25
Bizerte	302	160	205	209	264	110	100	138	239	224
Nabeul	270	199	130	153	240	157	247	149	207	183
Tunis+Ariana+B Arous	330	304	276	233	336	171	278	244	301	277
Gabes	587	574	619	1'000	838	826	718	840	947	823
Mahdia	633	584	513	575	645	492	465	492	990	1'109
Medenine	2'739	2'503	1'689	1'938	1'172	1'244	1'489	1'942	1'674	1'418
Monastir	220	205	167	146	184	253	343	323	280	220
Sousse	392	311	291	240	297	301	261	299	310	419
Sfax	6'467	5'802	5'299	5'810	3'452	3'138	3'897	4'555	7'370	5'846
éponge	24	33	101	21	20	10	10	15	9	11
Medenine	8	11	7	3	7	1	1	9	9	11
Sfax	16	22	94	18	13	9	9	6	0	0
Coquillage	597	766	488	615	536	473	433	689	769	1'101
Gabes	268	255	74	167	133	84	148	177	108	195
Medenine	22	51	174	91	37	216	9	54	34	29
Sfax	300	460	240	357	366	173	276	458	627	877
Tunis+Ariana+B Arous	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustacés	7'301	7'342	7'349	4'831	3'444	4'043	4'554	4'410	5'270	6'775
Bizerte	897	1'554	1'566	874	826	1'087	1'238	1'318	958	1'282
Gabes	134	107	55	28	24	62	105	38	56	33
Jendouba+Béja	202	450	354	117	111	200	339	395	160	223
Mahdia	60	143	438	374	314	536	534	536	429	841
Medenine	435	432	546	483	327	361	539	336	519	235
Monastir	10	10	8	123	7	0	5	8	3	3
Nabeul	161	117	524	256	394	729	838	453	797	666
Sfax	5'200	4'391	3'116	2'570	1'405	1'240	934	1'310	2'336	3'472
Sousse	5	8	7	6	36	28	22	16	12	20
Tunis+Ariana+B Arous	191	130	735	303	376	585	500	1'013	568	582
G.Pélagique	3'182	3'779	2'673	2'401	2'679	2'260	1'937	1'925	1'313	1'822
Bizerte	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0
Gabes	62	61	43	80	0	0	0	0	0	0
Mahdia	1'155	672	1'389	1'212	1'475	1'125	832	934	422	381
Medenine	194	73	165	0	0	29	0	0	0	0
Monastir	121	100	84	73	85	20	96	172	223	764
Nabeul	47	30	30	0	0	5	97	176	73	0
Sfax	984	2'813	285	447	229	491	869	314	278	312
Sousse	584	0	647	589	710	508	43	329	317	365
Tunis+Ariana+B Arous	34	30	30	0	180	45	0	0	0	0
P.blanc	37'202	33'856	33'975	31'961	33'889	35'132	38'242	34'670	37'013	37'735
Bizerte	3'020	2'507	2'830	2'301	2'521	1'790	1'600	2'130	2'344	2'556
Gabes	1'310	1'026	1'198	615	800	1'102	960	601	733	835
Jendouba+Béja	912	830	896	740	784	659	652	502	326	370
Mahdia	7'100	6'368	6'050	5'911	6'220	6'760	7'470	6'228	8'765	8'422
Medenine	6'232	6'425	6'017	6'867	6'230	6'740	7'913	7'856	6'968	6'254
Monastir	2'769	2'426	2'588	2'851	2'810	3'858	4'533	3'998	3'817	3'900
Nabeul	3'008	2'728	2'602	2'641	2'817	3'050	2'810	3'500	3'860	5'105
Sfax	8'330	7'548	7'806	7'112	6'795	6'790	8'655	6'842	6'740	6'916
Sousse	2'920	2'552	2'547	2'924	3'412	3'313	2'745	2'033	2'076	2'119
Tunis+Ariana+B Arous	1'600	1'445	1'441	1'591	1'500	1'070	906	980	1'382	1'257

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
P.Pélagique	46'965	48'854	53'406	50'766	47'987	46'667	43'208	50'864	51'439	51'833
Bizerte	1'892	1'759	2'670	2'475	2'468	2'109	2'095	1'862	1'960	1'805
Gabes	7'317	6'422	6'378	7'192	6'339	4'367	4'019	4'821	4'789	5'118
Jendouba+Béja	202	377	131	139	72	77	76	106	59	39
Mahdia	7'596	7'283	5'846	4'457	4'798	5'429	5'207	5'372	6'363	7'947
Medenine	6'328	8'249	8'746	7'504	7'677	6'914	6'853	5'547	7'624	7'911
Monastir	8'778	10'203	12'742	13'131	13'541	14'378	13'172	19'194	19'083	19'428
Nabeul	13'603	13'493	15'303	14'938	11'738	11'814	10'323	13'017	9'978	8'243
Sfax	656	595	808	406	488	447	747	417	381	358
Sousse	458	242	470	236	251	361	542	441	1'062	840
Tunis+Ariana+B Arous	135	231	312	288	615	771	174	87	140	144
aquaculture+ lagunes	3'001	3'399	3'696	4'201	4'323	5'140	5'840	7'562	9'453	12'356
Bizerte	234	312	572	629	489	375	386	649	633	813
Gabes	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0
Jendouba+Béja	656	768	780	778	741	853	780	743	744	721
Mahdia	131	244	331	365	465	495	1'095	2'114	1'960	1'683
Medenine	150	409	357	429	490	697	502	420	498	494
Monastir	12	9	14	10	26	779	1'537	1'973	2'817	4'456
Nabeul	87	67	55	64	79	73	56	218	890	1'910
Sfax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Sousse	1'113	1'297	1'163	1'471	1'753	1'578	1'199	1'314	1'688	2'010
Tunis+Ariana+B Arous	37	69	211	244	30	40	10	12	14	24
Autres	580	224	210	208	250	250	275	119	209	242
corail	3	3	6	11	8	5	10	5	4	4
Bizerte	3	2	2	8	7	4	7	2	3	3
Jendouba	0	1	4	3	1	1	3	3	1	1
Total	110'272	108'699	110'903	105'128	100'578	100'451	102'066	109'160	117'637	122'181

Tableau A3 : Les valeurs des poissons capturés en Tunisie, exprimées en dinar tunisien par tonne durant la période 2004-2013

Année Type de pêche	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
la pêche au chalut	4002	4082	4529	4510	4693	4638	4791	4976	4750	5170
Pêche poisson bleu	1342	1303	1158	1140	1466	1498	1609	1664	1959	2046
La pêche côtière	4570	4854	5397	5705	6062	6158	5854	5385	5424	6055
la pêche au thon	3760	7147	4349	3683	4133	6743	6763	6458	5481	11708
Crustacés	38340	36355	43735	53141	50647	46052	46937	46740	38969	46550
Lacs de pêche et de la pisciculture	5659	6798	6483	8290	7322	5987	7067	7874	7712	7654
Lacs de pêche et de la pisciculture	114461	158155	39673	101319	139063	103684	80722	138000	132222	145455
la pêche au corail	484007	555152	676167	382046	363909	374067	254000	291400	666500	793033
pêche Oyster	3387	3595	3406	3380	3642	2564	2678	3232	3133	3388

Tableau A4 : Les superficies forestières (en hectares) dans les gouvernorats côtiers, pendant la période 2001-2013

Gouvernorat	Superficie du Gouvernorat	Superficie forestiere											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Tunis	28636	3448	3585	3766	3883	4028	4113	4173	4198	4217	4245		
Ariana	46105	4097	4271	4513	4849	5093	5507	5759	5889	5889	5904		
Ben Arous	68569	19974	20008	20225	20435	20781	21220	21468	21844	22229	22563		
Bizerte	357429	101404	102519	103565	104762	105785	106308	106695	107322	107783	108022		
Beja	367799	91390	92609	94120	95189	96418	97031	97585	98035	98553	98650		
Jendouba	307694	123786	124759	125930	127039	127873	128577	129346	129575	129818	129945		
Gabes	745811	8550	9090	9464	9806	10062	10422	10832	11098	11322	11477		
Mednine	958199	3482	3607	3680	3901	4104	4246	4433	4617	4820	4988		
Sfax	698938	13803	14475	15088	15883	17048	17549	18200	18431	18696	18791		
Mahdia	323535	8647	9141	9759	10479	10860	11176	11401	11670	11855	11910		
Sousse	230760	14702	15778	16050	16391	16704	16816	16945	16945	17040	17121		
Monastir	103374	4352	4539	4740	4880	5002	5071	5136	5172	5201	5304		
Nabeul	282825	77606	78697	79717	80927	82177	82487	82900	83212	83385	83502		

Tableau A5 : Les nombres des incendies forestiers et des pertes de couverture (en hectares) pendant la période 2001-2014

GOUVERNORAT	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha
Ariana	7	1.03	7	0.55	15	2.52	9	8.89	52	26.73	13	5.08	12	54.71
Beja	3	18.00	6	3.52	7	19.75	9	8.82	12	35.32	3	5.50	9	117.00
Ben arous	4	0.15	2	0.10	30	11.47	15	1.96	59	32.35	1	1.00	7	4.77
Bizerte			3	1.75	5	55.11	4	9.50	2	1.26	7	20.31	2	7.00
Tunis	5	1.68	6	0.28	11	8.89	1	0.02	11	4.44	8	1.09		
Nabeul	21	25.62	12	33.82	52	78.41	35	10.28	63	70.36	2	3.50	36	135.13
Jendouba	15	121.96	24	12.99	17	130.51	15	36.87	54	102.02	11	3.70	25	8.09
Total	55	168	60	53.01	137	306.67	88	76.34	253	272.46	45	40.17	91	326.70
GOUVERNORAT	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha	Nbre	Ha
Ariana	3.00	0.11	10.00	2.69	10.00	3.42	10.00	4.43	17.00	22.51	21.00	67.66	28.00	96.20
Beja	9.00	112.03	8.00	11.04	19.00	320.76	7.00	116.75	20.00	161.70	34.00	245.06	68.00	418.70
Ben arous	10.00	3.78			6.00	1.63	3.00	2.10	12.00	19.40			7.00	122.01
Bizerte	3.00	29.50	10.00	5.75	5.00	2.14	13.00	494.30	11.00	10.00	34.00	734.53	46.00	1196.67
Tunis	1.00	0.35	1.00	1.50	1.00	3.70	1.00	0.02			1.00	0.15	3.00	0.25
Nabeul	19.00	19.45	17.00	2.80	7.00	3.91	28.00	489.99	28.00	72.68	16.00	111.33	38.00	145.16
Jendouba	11.00	26.56	8.00	1.51	22.00	15.42	43.00	100.78	76.00	316.98	28.00	47.29	110.00	95.20
Total	56.00	191.77	54.00	25.29	70.00	350.97	105.00	1208.38	164.00	603.27	134.00	1206.01	300.00	2074.19

Strategic Partnership for the Mediterranean Sea Large Marine Ecosystem

MedPartnership

Ensemble pour la mer Méditerranée





Le CAR/PAP est établi à Split, Croatie, depuis 1977, en tant que partie du Programme des Nations-Unies pour l'environnement/Plan d'action pour la Méditerranée (PNUE/PAM). La mission du CAR/PAP est d'aider les pays méditerranéens à mettre en œuvre la Convention de Barcelone et ses Protocoles, et tout particulièrement le Protocole de gestion intégrée des zones côtières. Le CAR/PAP cherche donc à mener à bien des activités contribuant à un développement durable des zones côtières, tout en renforçant les capacités pour leur mise en œuvre. C'est pourquoi il coopère avec les autorités nationales, régionales et locales, ainsi qu'avec un grand nombre d'organisations et d'institutions internationales.

