

REPUBLIQUE TUNISIENNE

**MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE
L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

**Communication Initiale de la Tunisie
à la Convention Cadre des Nations
Unies sur les changements
climatiques**

Octobre 2001

TABLE DES MATIERES

	Page
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	VI
<u>LISTE DES FIGURES</u>	X
<u>LISTE DES ABREVIATIONS</u>	XII
<u>RESUME ET CONCLUSIONS</u>	XIV
<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>CHAPITRE 1</u> <u>CONTEXTE NATIONAL</u>	5
1.1 <u>LOCALISATION, SITUATION GEOGRAPHIQUE ET RELIEF</u>	6
1.2 <u>CARACTÉRISTIQUES DU CLIMAT TUNISIEN</u>	6
<i>CARACTÉRISTIQUES DE LA TEMPÉRATURE EN TUNISIE</i>	8
<i>CARACTÉRISTIQUES PLUVIOMÉTRIQUES DE LA TUNISIE</i>	9
<i>L'INSOLATION ET LE RAYONNEMENT SOLAIRE GLOBAL</i>	13
1.3 <u>LA POPULATION</u>	13
1.4 <u>CONTEXTE ÉCONOMIQUE</u>	13
1.5 <u>L'ÉNERGIE</u>	14
<i>CONTEXTE ÉNERGETIQUE TUNISIEN</i>	14
<i>LA DEMANDE D'ÉNERGIE</i>	17
<i>LE SECTEUR ÉLECTRIQUE</i>	19
<i>LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE</i>	20
1.6 <u>OCCUPATION DE L'ESPACE ET MISE EN VALEUR AGRICOLE</u>	21
<i>ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE</i>	21
<i>OCCUPATION DE L'ESPACE PAR RÉGION AGROÉCOLOGIQUE</i>	22
<i>CARACTÉRISTIQUES ET STRUCTURE DE L'ACTIVITÉ AGRICOLE</i>	22
<i>LA PRODUCTION AGRICOLE</i>	23
1.7 <u>LA FORÊT</u>	25
<i>HISTORIQUE DE LA FORÊT TUNISIENNE</i>	25
<i>SITUATION ACTUELLE DES RESSOURCES SYLVO-PASTORALES</i>	25
1.8 <u>SYNTHÈSE DES CIRCONSTANCES NATIONALES</u>	28
<u>CHAPITRE 2</u> <u>INVENTAIRE DES GAZ À EFFET DE SERRE EN TUNISIE POUR</u> <u>L'ANNÉE 1994</u>	30
2.1. <u>INTRODUCTION</u>	31
2.2. <u>SYNTHÈSE DE L'INVENTAIRE DES GES</u>	32
2.3. <u>RESULTATS AGREGES EN TERME D'EQUIVALENT CO₂</u>	33
<i>ANALYSES GLOBALES</i>	33
<i>RÉSULTATS AGRÉGÉS PAR GAZ</i>	34
<i>RÉSULTATS AGREGES PAR SOURCE</i>	34

<u>2.4. ANALYSES DES EMISSIONS PAR GAZ</u>	39
<i>EMISSIONS DES TROIS PRINCIPAUX GAZ A EFFET DE SERRE (CO₂, CH₄, N₂O)</i>	40
<i>EMISSIONS DE SO₂ ET DES GAZ PRÉCURSEURS DE L'OZONE</i>	43
<u>2.5. ANALYSES SUCCINCTES DES EMISSIONS PAR SOURCE</u>	46
<i>L'ÉNERGIE</i>	46
<i>LES PROCÉDÉS INDUSTRIELS</i>	48
<i>LES SOLVANTS</i>	49
<i>L'AGRICULTURE</i>	49
<i>LES CHANGEMENTS D'AFFECTATION DES SOLS ET LA FORÊT</i>	49
<i>LES DÉCHETS</i>	50
<u>2.6. RECOMMANDATIONS POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DE L'INVENTAIRE TUNISIEN DE GES</u>	53
<i>COLLECTE DES DONNÉES ET CALCULS</i>	53
<i>FORME DE L'INVENTAIRE NATIONAL DES GES</i>	54
<i>PROCÉDURES DE RÉACTUALISATION</i>	54
<u>2.7. RECOMMANDATIONS DE CLARIFICATION DE LA MÉTHODOLOGIE DE L'IPCC/OCDE</u>	55
<i>EMISSIONS DE GES DUES AU TRANSPORT DU GAZ PAR GAZODUC</i>	55
<i>ABSORPTION DE CARBONE DUE À L'ARBORICULTURE</i>	55
<i>EMISSIONS DE GES DUES AU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES SOLS</i>	56
<i>EMISSIONS DE GES DUES À L'UTILISATION DES SOLVANTS</i>	56
<i>DÉVELOPPEMENT DE FACTEURS D'ÉMISSION SPÉCIFIQUES</i>	56
<u>CHAPITRE 3 VULNERABILITÉ DE LA TUNISIE À L'ÉLEVATION DU NIVEAU DE LA MER DUE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES</u>	57
<u>3.1 INTRODUCTION</u>	58
<u>3.2 CADRE ET GRILLE D'ANALYSE</u>	59
<i>LES SCÉNARIIS</i>	59
<i>L'APPROCHE</i>	59
<i>LES ASPECTS TRAITÉS</i>	60
<u>3.3 CADRE TEMPOREL DE L'ÉTUDE</u>	60
<u>3.4 HISTORIQUE DE L'ÉLEVATION DES NIVEAUX DE LA MER EN TUNISIE ET SES PRINCIPALES CONSÉQUENCES</u>	61
<u>3.5 PERSPECTIVES DE L'ÉLEVATION DES NIVEAUX DE LA MER SUR LES CÔTES TUNISIENNES DUE AU RECHAUFFEMENT GLOBAL</u>	61
<u>3.6 ANALYSE DE LA VULNERABILITÉ DES PRINCIPAUX SECTEURS SENSIBLES À L'ÉANM</u>	62
<i>LES RESSOURCES EN EAUX</i>	62
<i>LES ÉCOSYSTÈMES NATURELS</i>	64
<i>LES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES</i>	66
<u>3.7 ANALYSE DE LA VULNERABILITÉ DES PRINCIPALES ZONES SENSIBLES À L'ÉANM</u>	69
<i>ANALYSE DE LA VULNERABILITÉ DES ZONES TERRESTRES ET MARITIMES LITTORALES</i>	70
<i>LES ÎLES ET ÎLOTS</i>	77
<u>3.8 ANALYSE DE LA VULNERABILITÉ DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES LITTORALES À L'ÉANM</u>	81
<i>LES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES</i>	82
<i>LES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT</i>	82

<u>CHAPITRE 4</u>	<u>INITIATIVES TUNISIENNES ENTREPRISES OU ENVISAGEES EN LIAISON AVEC L'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES</u>	85
4.1	<u>INTRODUCTION</u>	86
4.2	<u>LES INITIATIVES TUNISIENNES ENTREPRISES DANS LE PASSE AYANT EU UNE CONTRIBUTION A L'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE</u>	86
	<i>LE CADRE STRATEGIQUE ET INSTITUTIONNEL TUNISIEN DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT</i>	86
	<i>LES INITIATIVES TUNISIENNES CONTRIBUANT INDIRECTEMENT A L'ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE</i>	91
	<i>INITIATIVES TUNISIENNES CIBLANT SPECIFIQUEMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE</i>	94
4.3	<u>LES INITIATIVES TUNISIENNES ENVISAGEABLES COMME CONTRIBUTION A L'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS LE FUTUR</u>	96
	<i>LA PROJECTION DES EMISSIONS DE GES AUX HORIZONS 2010 ET 2020 SELON LE SCENARIO TENDANCIEL (REFERENCE)</i>	96
	<i>RETOMBÉES DES OPTIONS D'ATTÉNUATION DE LA CROISSANCE DES ÉMISSIONS DE GES EN TUNISIE</i>	104
	<i>LA PROJECTION DES EMISSIONS DE GES AUX HORIZONS 2010 ET 2020 SELON LE SCENARIO D'ATTÉNUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES</i>	122
<u>CHAPITRE 5</u>	<u>AUTRES INITIATIVES TUNISIENNES EN LIAISON AVEC LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC</u>	129
5.1	<u>INTRODUCTION</u>	130
5.2	<u>LES MESURES ENTRANT DANS LE CADRE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE</u>	130
5.3	<u>RECHERCHES ET OBSERVATION SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE</u>	132
	<i>RÉSEAU DE STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES</i>	132
	<i>BANQUE DE DONNÉES</i>	132
	<i>ATLAS CLIMATIQUE</i>	132
	<i>RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN MATIÈRE DE CLIMAT</i>	132
5.4	<u>LUTTE CONTRE L'ELEVATION DES NIVEAUX DE LA MER</u>	134
5.5	<u>EDUCATION, SENSIBILISATION ET FORMATION</u>	135
5.6	<u>PRESERVATION DE LA BIODIVERSITE</u>	136
	<i>MEILLEURE CONNAISSANCE DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE EN TUNISIE</i>	136
	<i>MISE EN PLACE DE CONDITIONS FAVORABLES POUR LA PRÉSERVATION DE LA DIVERSITÉ BIOLOGIQUE</i>	136
	<i>MEILLEURE SENSIBILISATION SUR LA QUESTION DE LA BIODIVERSITÉ</i>	137
	<i>ÉLABORATION ET MISE EN ŒUVRE DE PROGRAMMES D'INTERVENTION DANS LES DOMAINES PRIORITAIRES</i>	137
	<i>INTERACTIONS ENTRE BIODIVERSITÉ ET CHANGEMENT CLIMATIQUE</i>	137
5.7	<u>LUTTE CONTE LA DESERTIFICATION</u>	138
	<i>SENSIBILITÉ DE LA TUNISIE PAR RAPPORT AU PHÉNOMÈNE DE LA DÉSSERTIFICATION</i>	138
	<i>MESURES MISES EN PLACE PAR LA TUNISIE POUR LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION</i>	138
	<i>INTERACTIONS DÉSSERTIFICATION ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES</i>	139

5.8	<u>DISPOSITIONS EN MATIERE DE SUBSTITUTION AUX SUBSTANCES DESTRUCTRICES DE LA COUCHE D'OZONE</u>	140
5.9	<u>DISPOSITIONS JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES</u>	141
5.10	<u>CREATION DE RESEAUX DANS LES DOMAINES LIES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES</u>	141
<u>CHAPITRE 6 RENFORCEMENT DES CAPACITES TUNISIENNES EN VUE D'UNE CONTRIBUTION SOUTENUE DANS LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC</u>		142
6.1	<u>INTRODUCTION</u>	143
6.2	<u>LES BESOINS DE FORMATION ET DE RENFORCEMENT DES CAPACITES EN LIAISON AVEC LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC</u>	143
6.3	<u>LES BESOINS DE RENFORCEMENT INSTITUTIONNEL</u>	144
6.4	<u>LES BESOINS TECHNOLOGIQUES</u>	146
	<i>LES MODALITÉS DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE LES PLUS ADÉQUATES POUR LA TUNISIE</i> ..	146
	<i>MISE EN ŒUVRE DES OPTIONS D'ATTÉNUATION</i>	147
	<i>VULNÉRABILITÉ ET ADAPTATION</i>	148
6.5	<u>LES BESOINS DE FINANCEMENT</u>	149
<u>ANNEXES</u>		158
<u>ANNEXE 1 APPROCHES SECTORIELLES DE CONSTRUCTION DU SCENARIO DE REFERENCE ET PRESENTATION DES RESULTATS</u>		159
<u>ANNEXE 2 BIBLIOGRAPHIE</u>		171
<u>ANNEXE 3 NOTE SUCCINCTE SUR LE POTENTIEL DE BIOMASSE DE L'OLIVERAIE EN TUNISIE</u>		177

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau C.1 : Synthèse des émissions nettes et brutes de GES en Tunisie en 1994 (1000 TE-CO₂)	xvii
Tableau C.2 : Emissions de SO₂ et de gaz précurseurs de l’ozone en Tunisie en 1994 (1000 tonnes)	xviii
Tableau C.3 : Evolution des émissions de GES - Scénario de Référence (1000 TE-CO₂)	xxiii
Tableau C.4 : Impact de la mise en œuvre des options d’atténuation par source d’émission (1000 TE-CO₂) ...	xxiv
Tableau C.5 : Cumul des émissions de GES évitées grâce aux options d’atténuations se rapportant au secteur de l’énergie sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)	xxiv
Tableau C.6 : Potentiels d’atténuation des émissions de méthane et d’oxyde d’azote dans le secteur agricole en Tunisie	xxv
Tableau C.7 : Cumul des absorptions de GES découlant des options d’atténuation dans le secteur forêt et changement d’affectation des sols sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)	xxvii
Tableau C.8 : Impact de la mise en œuvre d’options d’atténuation dans le secteur des déchets (1000 TE-CO₂ évitées)	xxviii
Tableau 1.1 : Evolution des principaux indicateurs énergétiques globaux en Tunisie	15
Tableau 1.2 : Place du secteur de l’énergie en Tunisie et évolution de l’intensité énergétique	16
Tableau 1.3 : Consommation d’énergie par habitant et intensités énergétiques dans plusieurs pays	17
Tableau 1.4 : Consommation d’énergie primaire en Tunisie par forme d’énergie (année : 1994)	17
Tableau 1.5 : Bilan en énergie finale conventionnelle de la Tunisie en 1994 (1000 tep)	19
Tableau 1.6 : Evolution de l’utilisation des sols en Tunisie (1000 ha)	21
Tableau 1.7 : Structure moyenne de la production agricole en valeur, période 1980/1994	23
Tableau 1.8 : Résultats de l’Inventaire Forestier et pastoral national (1995)	26
Tableau 1.9 : Répartition des superficies des principales essences forestières en 1995	27
Tableau 1.10 : Tableau synthétique des circonstances nationales	29
Tableau 2.1 : Comparaison des émissions de GES dans un certain nombre de pays	32
Tableau 2.2 : Synthèse des émissions nettes de GES en Tunisie en 1994 (1000 TE-CO₂)	33
Tableau 2.3 : Synthèse des émissions brutes de GES en Tunisie en 1994 (1000 TE- CO₂)	34
Tableau 2.4 : Emissions tunisiennes des trois principaux GES	34
Tableau 2.5 : Emissions brutes agrégées de GES par source d’émission en Tunisie en 1994	35
Tableau 2.6 : Emissions agrégées de GES dues aux utilisations énergétiques en Tunisie en 1994	35
Tableau 2.7 : Emissions agrégées de GES dues à l’agriculture en Tunisie en 1994	36
Tableau 2.8 : Emissions agrégées de GES dues à la forêt et aux changements d’affectation des sols en Tunisie en 1994	37
Tableau 2.9 : Emissions agrégées de GES dues aux procédés industriels en Tunisie en 1994	38
Tableau 2.10 : Emissions agrégées de GES dues aux déchets en Tunisie en 1994	39
Tableau 2.11 : Emissions tunisiennes nettes de GES en 1994 (unités d’origine)	40
Tableau 2.12 : Emissions de CO₂ par source en Tunisie (1994)	40
Tableau 2.13 : Emissions de CH₄ par source en Tunisie (1994)	42
Tableau 2.14 : Emissions de N₂O par source en Tunisie (1994)	42

LISTE DES TABLEAUX (suite)

	Page
<u>Tableau 2.15 : Emissions du SO₂ et des gaz précurseurs de l’ozone en Tunisie en 1994 (1000 tonnes)</u>	43
<u>Tableau 2.16 : Emissions de CO par source en Tunisie (1994)</u>	44
<u>Tableau 2.17 : Emissions de NO_x par source en Tunisie en 1994 (%)</u>	44
<u>Tableau 2.18 : Emissions de COVNM par source en Tunisie (1994)</u>	45
<u>Tableau 2.19 : Emissions de SO₂ par source en Tunisie (1994)</u>	46
<u>Tableau 2.20 : Emissions de CO₂ dues à la combustion par secteur après affectation des émissions dues au secteur électrique (tonnes)</u>	47
<u>Tableau 2.21 : Absorption du CO₂ par les différents systèmes végétaux en Tunisie en 1994</u>	50
<u>Tableau 2.22 : Résultats synthétiques des émissions de GES par gaz et par source (Gg)</u>	52
<u>Tableau 3.1 : Elévation moyenne des niveaux de la mer sur les côtes tunisiennes à l’horizon 2100, par rapport à l’état actuel NGT (mètres)</u>	62
<u>Tableau 4.1 : Evolution de la population et des ménages tunisiens à l’horizon 2020</u>	96
<u>Tableau 4.2 : PIB au coût des facteurs aux prix constants de 1990 en Tunisie selon le scénario économique adopté (Millions de dinars)</u>	96
<u>Tableau 4.3 : Caractéristiques économiques et énergétiques de la Tunisie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)</u>	97
<u>Tableau 4.4 : Synthèse des émissions de GES dues à l’énergie en Tunisie en 1997</u>	98
<u>Tableau 4.5: Synthèse des émissions de GES dues à l’énergie aux horizons 2010 et 2020 – Scénario de référence</u> =.....	99
<u>Tableau 4.6: Evolution des émissions de CO₂ dues aux procédés industriels en Tunisie aux horizons 2010 et 2020 (1000 tonnes) – Scénario de référence –</u>	99
<u>Tableau 4.7: Emission de GES du secteur agricole par source et par gaz Scénario de référence (1.000 T)</u>	100
<u>Tableau 4.8: Evolution des émissions/absorptions des GES de la forêt et du changement d’affectation des sols pour le scénario de référence (1000 tonnes de CO₂) -- Scénario de référence --</u>	101
<u>Tableau 4.9: Projection des émissions des GES par le secteur déchets -- Scénario de référence --</u>	102
<u>Tableau 4.10 : Evolution des émissions de GES - Scénario de Référence (1000 TE-CO₂)</u>	103
<u>Tableau 4.11: Synthèse des économies d’énergie finale réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d’énergie aux horizons 2010 et 2020 (ktep)</u>	105
<u>Tableau 4.12 : Synthèse des économies d’énergie réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d’énergie dans les secteurs résidentiel et tertiaire aux horizons 2010 et 2020</u>	105
<u>Tableau 4.13: Synthèse des économies d’énergie finale réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d’énergie dans le secteur des transports aux horizons 2010 et 2020</u>	106
<u>Tableau 4.14 : Synthèse des économies d’énergie réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d’énergie dans le secteur industriel aux horizons 2010 et 2020</u>	107
<u>Tableau 4.15 : Synthèse des économies d’énergie réalisables grâce aux options portant sur la gestion de l’offre d’énergie aux horizons 2010 et 2020</u>	107
<u>Tableau 4.16 : Synthèse des économies d’énergie réalisables grâce aux options portant sur la production centralisée d’électricité aux horizons 2010 et 2020 (ktep primaires)</u>	108
<u>Tableau 4.17 : Synthèse des économies d’énergie réalisables grâce aux options visant à promouvoir des systèmes alternatifs d’offre d’énergies renouvelables aux horizons 2010 et 2020 (ktep primaires)</u>	108

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Page

<u>Tableau 4.18 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options transversales aux horizons 2010 et 2020</u>	109
<u>Tableau 4.19 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce à l'ensemble des options d'atténuation aux horizons 2010 et 2020</u>	109
<u>Tableau 4.20 : Comparaison des niveaux de consommation d'énergie finale et d'énergie primaire entre scénario de référence et scénario d'atténuation aux horizons 2010 et 2020 (1000 tep)</u>	110
<u>Tableau 4.21 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce à l'ensemble des options d'atténuation (cumul 2001-2020)</u>	110
<u>Tableau 4.22 : Emissions de GES évitées cumulées sur la période 2001-2020 par catégorie d'option (1000 TE-CO₂)</u>	111
<u>Tableau 4.23 : Cumul des émissions évitées des options d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)</u>	112
<u>Tableau 4.24 : Potentiels d'atténuation des émissions de méthane et d'oxyde d'azote dans le secteur agricole en Tunisie</u>	115
<u>Tableau 4.25 : Changements d'affectation des terres tels qu'envisagés par le scénario d'atténuation (1000 ha)</u>	118
<u>Tableau 4.26 : Les efforts de reboisement et d'aménagement forestiers envisagés dans le scénario d'atténuation (1000 ha)</u>	118
<u>Tableau 4.27 : Cumul des absorptions de GES découlant des options d'atténuation dans le secteur forêt et changement d'affectation des sols sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)</u>	118
<u>Tableau 4.28 : Impact de la mise en œuvre d'options d'atténuation dans le secteur des déchets (1000 TE-CO₂ évitées)</u>	121
<u>Tableau 4.29 : Impact de la mise en œuvre d'options d'atténuation par source d'émission (1000 TE-CO₂)</u>	122
<u>Tableau 4.30 : Evolutions comparées des émissions de GES dues à l'énergie du scénario de référence et du scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)</u>	123
<u>Tableau 4.31 : Emissions de GES du secteur agricole par source et par gaz Scénario d'atténuation (1.000 T d'origine et TE-CO₂)</u>	123
<u>Tableau 4.32 : Evolution des émissions/absorptions des GES de la forêt et du changement d'affectation des sols pour le scénario d'atténuation (1000 tonnes de CO₂)</u>	124
<u>Tableau 4.33 : Emissions de GES du secteur déchets -- Scénario d'atténuation --</u>	125
<u>Tableau 4.34 : Emissions totales comparées des scénarios de référence et d'atténuation - Déchets - (Millions de Tonnes Equivalent CO₂)</u>	125
<u>Tableau 4.35 : Evolution des émissions de GES - Scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)</u>	128
<u>Tableau 6.1 : Besoins de formation</u>	151
<u>Tableau 6.2 : Besoins de renforcement institutionnel</u>	153
<u>Tableau 6.3 : Besoins technologiques</u>	154
<u>Tableau 6.4 : Besoins de financement</u>	156

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Page

Tableau A.1.1 : Evolution des valeurs ajoutées sectorielles au coût des facteurs aux prix constants de 1990 en Tunisie selon le scénario économique adopté (Millions de dinars)	161
Tableau A.1.2 : Consommation d'énergie primaire en Tunisie par forme d'énergie (année : 1997)	162
Tableau A.1.3 : Consommation d'énergie finale en Tunisie par forme d'énergie (année : 1997)	162
Tableau A.1.4 : Evolution de la consommation d'énergie primaire en Tunisie par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)	163
Tableau A.1.5 : Evolution de la consommation d'énergie finale en Tunisie par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)	163
Tableau A.1.6 : Perspectives d'évolution de la consommation des principaux produits agricoles dont la production contribue aux émissions de GES du secteur	164
Tableau A.1.7 : Fraction des déchets solides donnant lieu à des émissions en Tunisie	167
Tableau A.1.8 : Secteur des déchets - Hypothèses du scénario de référence (2010 et 2020)	170
Tableau A.3.1 : Données sur la croissance annuelle en biomasse des oliviers en Tunisie	178
Tableau A.3.2 : Potentiel de bois de taille des oliviers par type de plantation en Tunisie (kg/pied/an)	178
Tableau A.3.3 : Potentiel total de biomasse (y compris feuilles) des oliviers en Tunisie en 1997 (Tonnes)	179
Tableau A.3.4 : Potentiel total de bois des oliviers en Tunisie en 1997 (Tonnes)	179

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure C.1 : Répartition des émissions tunisiennes brutes de GES par source pour l'année 1994 (%)	xvii
Figure C.2 : Evolutions comparées des émissions nettes de GES tous secteurs confondus entre le scénario de référence et le scénario d'atténuation (millions TE-CO₂)	xxix
Figure 1.1. : Localisation de la Tunisie en Afrique	7
Figure 1.2 : Relief de la Tunisie et réseau des stations climatologiques	10
Figure 1.3 : Températures moyennes quotidiennes – moyennes annuelles	11
Figure 1.4 : Pluviométries moyennes annuelles	12
Figure 1.5 : Evolution des ressources énergétiques et de la demande nationale en Tunisie (ktep)	16
Figure 1.6 : Evolution de la consommation de gaz naturel en Tunisie (ktep)	18
Figure 2.1 : Répartition des émissions tunisiennes nettes de GES par type de gaz (%)	32
Figure 2.2 : Répartition des émissions tunisiennes brutes de GES par source (%)	33
Figure 2.3 : Répartition des émissions de GES dues aux utilisations énergétiques (%)	36
Figure 2.4 : Répartition des émissions de GES dues à l'agriculture (%)	37
Figure 2.5 : Répartition des émissions de GES dues à la forêt et aux changements d'affectation des sols (%)	38
Figure 2.6 : Répartition des émissions de GES dues aux procédés industriels (%)	38
Figure 2.7 : Répartition des émissions de GES dues aux déchets (%)	39
Figure 2.8 : Répartition des émissions de CO₂ par source en Tunisie en 1994 (%)	40
Figure 2.9 : Contribution des différentes sources au bilan du CO₂ en Tunisie (1994)	41
Figure 2.10 : Répartition des émissions de CH₄ par source en Tunisie en 1994 (%)	42
Figure 2.11 : Répartition des émissions de N₂O par source en Tunisie en 1994 (%)	43
Figure 2.12 : Répartition des émissions de CO par source en Tunisie en 1994 (%)	44
Figure 2.13 : Répartition des émissions de NO_x par source en Tunisie en 1994 (%)	45
Figure 2.14 : Répartition des émissions de COVNM par source en Tunisie en 1994 (%)	45
Figure 2.15 : Répartition des émissions de SO₂ par source en Tunisie en 1994 (%)	46
Figure 3.1 : Lac Ichkeul - Impact potentiel de l'EANM	64
Figure 3.2 : Comportement des plages de la ville de Bizerte après les modifications apportées par les aménagements portuaires	70

LISTE DES FIGURES (suite)

	Page
Figure 3.3 : Partie ouest du lac de Bizerte	72
Figure 3.4. : Impacts de l'EANM sur les côtes du golfe de Tunis	74
Figure 3.5 : Impacts de l'EANM sur les côtes du golfe de Hammamet.....	76
Figure 3.6 : Impacts de l'EANM sur la sebkha El Melah située dans le golfe de Gabès.....	77
Figure 3.7 : Impacts de l'EANM sur les côtes des îles de Kerkenna	79
Figure 3.8 : L'île de Jerba et les courants maximaux de marée dans le golfe de Gabès	81
Figure 4.1 : Projection des émissions de GES du secteur déchets - Scénario de référence (millions de TE-CO₂)	102
Figure 4.2 : Structures comparées des émissions de GES par source en 1997 et 2020 (%).....	103
Figure 4.3 :Emissions de GES évitées cumulées sur la période 2001-2020 par catégorie d'option (%) ..	111
Figure 4.4 : Emissions de GES comparées dues à l'énergie entre scénario de référence et scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)	126
Figure 4.5 : Absorptions nettes de GES comparées dues à la forêt et au changement d'affectation des sols entre scénario de référence et scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)	126
Figure 4.6 : Evolutions comparées des émissions de GES du secteur agricole dans le scénario de référence et le scénario d'atténuation (1.000 TE-CO₂)	127
Figure 4.7 : Evolutions comparées des émissions de GES du secteur déchets dans le scénario de référence et le scénario d'atténuation (millions TE-CO₂)	127
Figure 4.8 : Evolutions comparées des émissions nettes de GES, tous secteurs confondus, entre le scénario de référence et le scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂).....	128
Figure A.1.1 : Evolution de la consommation d'énergie primaire par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020- Scénario de référence (ktep).....	163

LISTE DES ABREVIATIONS

- AIJ** : Activities Implemented Jointly
- AMTVD** : Agence Municipale de Traitement et de Valorisation des Déchets
- ANER** : Agence Nationale des Energies Renouvelables
- ANPE** : Agence Nationale de Protection de l'Environnement
- CC** : Centrale électrique à Cycle Combiné
- CAS** : Changement d'Affectation des Sols
- CDM** : Clean Development Mechanism
- CIEDE** : Centre d'Information sur l'Energie Durable et l'Environnement
- CCNUCC** : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
- CITET** : Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis
- CNCC** : Comité National Changement Climatique
- CNDD** : Commission Nationale pour le Développement Durable
- CNUED** : Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement
- CH₄** : Méthane
- CO** : Monoxyde de carbone
- CO₂** : Dioxyde de carbone
- COP** : Conference Of Parties (Conférence des Parties de la CCNUCC)
- CORINAIR** : CORE INventories AIR (Banque européenne d'émissions et d'inventaires des émissions)
- COVNM** : Composés Volatils Non Méthaniques
- DBO₅** : Demande Biologique en Oxygène
- DGF** : Direction Générale des Forêts
- DT** : Dinars Tunisiens (taux change en octobre 2000 : 1 US \$ = 1,4 DT)
- EANM** : Elévation Accélérée des Niveaux de la Mer
- ESCO** : Energy Services Company
- ETAP** : Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières
- GEF** : Global Environment Facility (Fonds pour l'Environnement Mondial)
- GES** : Gaz à effet de Serre
- Gg** : Gigagrammes (1000 tonnes)
- GNC** : Gaz Naturel Comprimé
- GNL** : Gaz Naturel Liquéfié
- GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié
- GWh** : Gigawatt heure
- GWP** : Global Warming Potential (Potentiel de Réchauffement Global)

Ha : hectare
HFC : Hydrofluorocarbones
IGCE : Industries Grosses Consommatrices d'Energie
INM : Institut National de la Météorologie
INRST : Institut National de la Recherche Scientifique et Technique
INSTM : Institut National des Sciences et Technologies de la Mer
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change
kWh : kilowatt heure
MEAT : Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire
Mtep : Million de tonne équivalent pétrole
MW : Mégawatt
NCSP : National Communication Support Programme
N₂O : Oxyde Nitreux
NO_x : Oxyde d'azote
OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economique
ODP : Ozone Depleting Potential
ONAS : Office National de l'Assainissement
OTED : Observatoire tunisien de l'Environnement et du Développement
PFC : Perfluorocarbones
PIB : Produit Intérieur Brut
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
SBI : Subsidiary Body for Implementation
SBSTA : Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice
SIG : Système d'Information Géographique
STEG : Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz
STEP : Station d'épuration des eaux usées
Tep : Tonne équivalent pétrole
TE-CO₂ : Tonne équivalent CO₂
VA : Valeur Ajoutée

RESUME ET CONCLUSIONS

AVANT PROPOS

La Tunisie a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), à Rio en 1992, puis l'a ratifiée en juillet 1993. En tant que Partie Non-annexe 1 de la Convention, et conformément à l'article 12 de la convention, la Tunisie doit transmettre à la Conférence une communication décrivant les efforts déployés, en vue de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Ce chapitre représente un résumé de la Communication Initiale tunisienne à la CCNUCC, et inclut, comme stipulé par la Convention, et selon le cadre préconisé par la décision 10/CP.2, les principales informations devant être communiquées à la COP. Ces informations comprennent un inventaire des gaz à effet de serre pour l'année 1994, une évaluation de la vulnérabilité de la Tunisie à l'élévation des niveaux de la mer due au réchauffement global, une évaluation du potentiel tunisien d'atténuation de la croissance des émissions de gaz à effet de serre. La dernière section de ce résumé comprendra une présentation des besoins de renforcement des capacités de la Tunisie, en vue d'une contribution significative du pays à l'effort mondial d'atténuation des changements climatiques et de lutte contre leurs effets adverses, et en vertu de ses engagements vis-à-vis de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques (CCNUCC).

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES

La Tunisie est située en Afrique du Nord, entre les longitudes 7° et 12° Est et les latitudes 32° et 38° Nord. Elle se trouve à la jonction de la Méditerranée occidentale et orientale, et couvre une superficie de 164.000 km².

De par sa position géographique et l'orientation générale des principaux reliefs, la Tunisie est influencée au Nord par la mer Méditerranée, le Sud étant sous l'influence du Sahara. Quant au Centre, il est sous l'effet conjugué de ces deux éléments.

Ainsi, le nord de la Dorsale tunisienne bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par :

- Un été chaud et sec ;
- Un hiver doux et relativement pluvieux.

Le Centre ainsi que le golfe de Gabès connaissent un climat semi-aride, caractérisé par :

- des températures relativement élevées ;
- des précipitations modestes, entre 200 et 400 mm/an.

Le reste du pays connaît un climat désertique aride caractérisé par :

- des températures élevées ainsi que des amplitudes importantes ;
- des précipitations disparates dépassant rarement les 100 mm.

Il y a lieu de noter que la position charnière de la Tunisie entre les régions tempérées de l'hémisphère Nord et les régions intertropicales, confère à son climat une variabilité particulière. Une telle caractéristique fait de la Tunisie un pays particulièrement vulnérable aux changements climatiques.

CONTEXTE ECONOMIQUE

Après une période marquée par une croissance économique de 2,9% à prix constants (81-86), la Tunisie s'est engagée, depuis, dans un vaste programme d'ajustement structurel, impliquant de profondes mutations économiques, sociales et technologiques. Ainsi, la croissance économique annuelle est passée à 4,8% entre 1987 et 1993, et a dépassé 6% en 1999.

A côté des réformes économiques, la Tunisie s'est également engagée dans la voie de la libéralisation économique, de l'ouverture et de l'intégration à l'économie globale. Ainsi, dès 1991, la Tunisie a adhéré au GATT, et a signé un accord de libre échange avec l'Union Européenne, qui stipule une levée progressive des barrières douanières à l'entrée des marchandises provenant des pays de l'Union, jusqu'à leur totale abolition à la fin de l'année 2007.

Dans la même foulée, en préparation à son intégration à la mondialisation, la Tunisie a lancé un **programme de mise à niveau**, depuis 1996, devant permettre aux industries tunisiennes d'acquérir les capacités de s'adapter aux règles du libre-échange, et de traiter d'égal à égal avec la concurrence des produits provenant de l'extérieur.

INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE EN TUNISIE

L'inventaire des GES pour l'année 1994 montre une **contribution relativement limitée de la Tunisie** à l'amplification de l'effet de serre, en comparaison à d'autres nations. En effet, les émissions anthropiques **nettes** de GES de la Tunisie se sont élevées à **23,4 millions** de tonnes équivalent CO₂ (TE-CO₂), ce qui représente 2,66 TE-CO₂ par habitant ou 1,8 TE-CO₂ par millier de US\$ de PIB.¹

Les analyses par type de gaz montrent la domination du CO₂ qui représente 66% des émissions nationales **nettes**, suivi du N₂O avec 18% et du CH₄ avec 16%.

Par ailleurs, en termes **bruts** (compte non tenu de l'absorption du carbone), les émissions tunisiennes se sont élevées à **28,9 millions** de TE-CO₂ en 1994, soit 3,3 TE-CO₂ par habitant. L'absorption de GES, s'est, quant à elle élevée à 5,5 millions de tonnes de CO₂ en 1994, soit 0,6 tonnes de CO₂ par habitant. Il faut rappeler, qu'avec 85% de l'absorption annuelle de carbone, l'arboriculture tunisienne, et en particulier l'oléiculture, dont le développement a toujours constitué une des priorités nationales en matière agricole et d'utilisation des sols,² joue un rôle déterminant, en tant que source nationale de séquestration de carbone.

Les analyses des émissions tunisiennes **brutes** par source montrent, quant à elles, la prépondérance de l'énergie dans le bilan des émissions (Cf. figure C.1 et tableau C.1). En effet, avec 15,3 millions de TE-CO₂, les utilisations énergétiques représentent plus de la moitié des émissions nationales brutes, suivies de l'agriculture, qui représente, avec 6 millions de TE-CO₂, 21% des émissions brutes. Puis viennent la forêt et les procédés industriels avec respectivement 3,7 millions de TE-CO₂ (13%) et 2,8 millions de TE-CO₂ (10%) des émissions nationales brutes. Les déchets, restent, quant à eux une source relativement faible d'émissions, avec seulement 1 million de TE, représentant à peine 4% des émissions tunisiennes brutes.

¹ Exprimé aux prix constants de 1990.

² Indépendamment des encouragements permanents de l'Etat tunisien, il importe de rappeler que l'oléiculture est une pratique endogène très ancienne en Tunisie.

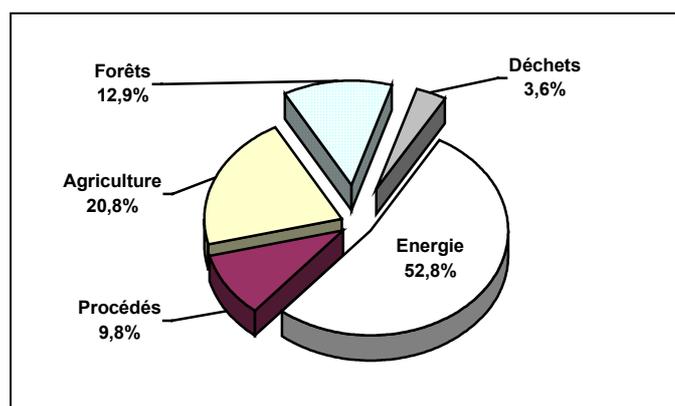


Figure C.1 : Répartition des émissions tunisiennes brutes de GES par source pour l'année 1994 (%)

Tableau C.1 : Synthèse des émissions³ nettes et brutes de GES en Tunisie en 1994 (1000 TE-CO₂)

	Emissions de CO ₂	Absorptions de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total émissions brutes	Total émissions nettes
Total National des émissions/absorptions	20 827,2	-5 503,5	3 783,5	4 260,4	28 870	23 367
1 - Energie	14 257,4		925,2	68,6	15 251	15 251
2 - Procédés Industriels	2 839,0			0,5	2 840	2 840
3 - Solvants						
4 - Agriculture			1 996,6	4 021,6	6 018	6 018
5 - Changements d'affectation des sols et forêts	3 730,8	-5 503,5			3 731	- 1 773
6 - Déchets			861,6	169,7	1 031	1 031
Répartition par gaz (%)						
• Emissions brutes	72%		13%	15%	100%	
• Emissions nettes	66%		16%	18%	100%	
Soutes Internationales(*)			0,151	6,620	776,4	

(*) Conformément à la méthodologies de l'IPCC, les émissions dues aux soutes internationales (approvisionnement en combustibles des avions ou des bateaux opérant sur des lignes internationales) ne sont pas comptabilisées dans les émissions tunisiennes

En outre, l'inventaire des émissions de GES a également estimé les émissions de gaz précurseurs de l'ozone (CO, NO_x et COVNM), qui sont des gaz à effet radiatif indirect, ainsi que celles de du SO₂.⁴ Le tableau C.2 présente les résultats des estimations des émissions de ces gaz pour l'année 1994.

³ Emissions calculées sur la base d'un Potentiel de Réchauffement Global (en anglais Global Warming Potential : GWP), sur une durée d'intégration de 100 ans, égal à : (i) 1 pour le CO₂ ; (ii) 21 pour le CH₄ ; et (iii) 310 pour le N₂O. En unités d'origine (tonnes), les émissions de CH₄ et de N₂O s'élèvent respectivement à 180.000 tonnes et 13.700 tonnes.

⁴ Le SO₂ a été incorporé dans l'inventaire des GES bien qu'il ne soit pas réellement un gaz à effet de serre, mais plutôt un gaz à effet « refroidissant », suivant ainsi les recommandations de l'IPCC.

**Tableau C.2 : Emissions de SO₂ et de gaz précurseurs de l’ozone en Tunisie en 1994
(1000 tonnes)**

	CO	NO _x	COVNM	SO ₂
Total National des émissions	68,445	370,059	110,645	77,855
1 - Energie	67,861	355,641	64,387	76,357
2 - Procédés Industriels	0,039	0,084	34,903	1,498
3 - Solvants			11,355	
4 - Agriculture	0,545	14,334		
5 - Changements d'affectation des sols et forêts				
6 - Déchets				
Soutes Internationales(*)	3,745	1,440	0,605	0,720

(*) Emissions non comptabilisées dans le total des émissions tunisiennes

VULNERABILITE DE LA TUNISIE A L'ELEVATION DU NIVEAU DE LA MER DUE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Avec une ouverture sur la mer Méditerranée sur ses façades Nord et Est, et un linéaire littoral long de 1300 km, la Tunisie dispose indéniablement d’atouts économiques et écologiques importants. Toutes les civilisations qui se sont succédées, ont, d’ailleurs, largement exploité cet avantage géographique, et ont favorisé la concentration des activités économiques sur le littoral, suscitant le développement des établissements humains dans ces zones.

Aujourd’hui, plus que jamais, avec l’ouverture sur le monde extérieur et la mondialisation, cet atout sera déterminant pour un positionnement économique favorable de la Tunisie, face à la concurrence. De ce fait, la mer restera indéniablement parmi les principaux fondements du développement économique futur de la Tunisie. Par conséquent, toute atteinte aux équilibres côtiers du pays, qu’elle soit d’origine anthropique ou naturelle, représentera une menace directe pour une proportion très importante de l’économie et des établissements humains tunisiens.

Il va sans dire que, du fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques, la Tunisie sera certainement très sensible aux effets adverses directs du changement climatique.⁵ Néanmoins, c’est face aux menaces découlant de la montée accélérée du niveau de la mer (EANM), que la Tunisie risque d’être la plus exposée et, donc, la plus vulnérable. En effet, l’EANM pourrait avoir des retombées néfastes importantes sur plusieurs secteurs économiques liés à la mer ou au littoral, ainsi que sur l’environnement côtier physique et biologique, et sur les établissements humains.

Les simulations faites par les climatologues sur la base des 6 scénarios de l’IPCC, laissent prévoir, à l’horizon 2100, une augmentation potentielle de la température de 1,3 à 2,5°C et une élévation du niveau de la mer de 38 cm à 55 cm. Transposées à l’identique à l’échelle de la Méditerranée, ces mêmes hypothèses de réchauffement climatique et d’élévation des niveaux de la mer pourraient profondément affecter les systèmes naturels et aménagés, et en particulier ceux de la Tunisie qui dispose de 1300 km de côtes.

⁵ Perturbation des cycles hydrologiques, élévation de la température, etc.

Selon les indications données par les vestiges archéologiques, l'élévation des niveaux de la mer, enregistrée au cours des temps historiques atteindrait 20 à 40 cm. En outre, les premiers traitements effectués sur les enregistrements marégraphiques du port de Sfax, montrent, notamment, une remontée marine, à un rythme valant trois à quatre fois la moyenne mondiale, et ceci depuis le début du siècle.

L'élévation des niveaux marins en Tunisie, a été à l'origine de modifications, parfois importantes, dans la position du rivage et dans la morphologie de la côte. Des espaces ont été perdus, par érosion ou par submersion, par le continent au profit de la mer, et des terres ont connu une dégradation par salinisation. Avec l'Elévation Accélérée des Niveaux de la Mer (EANM), une telle évolution devrait vraisemblablement se poursuivre, voire s'accélérer.

□ Les ressources en eaux

Les ressources en eau constituent le “bien” économique et environnemental le plus précieux pour les pays affectés par l'aridité, en particulier ceux du Maghreb, qui connaissent déjà une situation de stress hydrique.⁶ Quant aux projections futures, elles sont encore plus pessimistes, puisque, selon les prévisions, au delà de 2025, ces pays seraient en situation de pénurie d'eau (moins de 500 m³/habitant/an). Cette situation est d'autant plus alarmante pour la Tunisie, qu'elle dispose des ressources en eau les plus faibles dans la région, et qu'elle est déjà très proche de la moyenne fatidique.⁷

La position géographique de la Tunisie, dans une région charnière entre les régions tempérées de l'hémisphère nord et les régions intertropicales, confère à son climat une grande variabilité. Ainsi, les précipitations ont toujours été marquées par des épisodes secs, associés à des séquences pluvieuses, parfois désastreuses et, en tout cas, peu propices à une mobilisation efficace de l'eau.

Les ressources en eau d'une façon générale, et les eaux de surface d'une façon particulière, sont largement dépendantes de la variabilité du climat et des précipitations. Ainsi, le volume moyen d'eau de surface annuellement disponible en Tunisie est de l'ordre de 2700 Millions de mètres cubes par an (Mm³/an). Néanmoins, cette disponibilité est fortement modulée au gré de la pluviométrie, laissant une large place aux cas extrêmes. Ainsi :

- **Une année sur deux**, la disponibilité est inférieure à 2230 Mm³ /an ;
- **Une année sur cinq**, la disponibilité est inférieure à 1500 Mm³ /an ;
- **Une année sur dix**, la disponibilité est inférieure à 1250 Mm³ /an ;

Selon les normes internationales connues, la Tunisie se trouve dans une situation de stress hydrique proche de la pénurie, accentuée par une très forte pression anthropique. Aussi mineurs soient-ils, les changements climatiques peuvent donc avoir de graves conséquences sur les ressources en eau, sur les écosystèmes qui dépendent de l'eau, et sur les différentes activités économiques grosses consommatrices d'eau comme l'agriculture et le tourisme.

En modifiant les taux d'évaporation et de précipitation, le réchauffement de la planète affecterait probablement le bilan hydrique climatique et par conséquent les ressources tunisiennes en eau. Ainsi, si l'intensification marquée de l'évaporation peut induire une éventuelle augmentation importante des chutes de pluie, elle pourrait ne pas suffire à éviter la diminution des ressources en eau douce. De plus, à cause du réchauffement global, le bilan

⁶ Moins de 1000 m³/habitant/an.

⁷ 528 m³/habitant pour l'année 1995.

pluvial pourrait être caractérisé par une fréquence plus grande des pluies issues d'orages ou d'averses diluviennes disparaissant généralement en eaux de ruissellement, ne pouvant être absorbées par les sols.

Les ressources côtières en eau subiront des effets directs par suite du réchauffement du climat et des effets indirects par suite de l'élévation du niveau de la mer. Les ressources en eau des régions côtières encourront ainsi le maximum de risques. En particulier, l'élévation du niveau de la mer mettrait en péril les formations aquifères côtières, et autres réserves d'eau douce souterraines par intrusion des eaux marines, d'autant plus que la pression anthropique sur ces nappes est très grande.

□ Les écosystèmes naturels

A l'inverse des zones continentales humides, qui ne seraient que peu affectées par l'EANM, les milieux humides littoraux seront d'autant plus vulnérables à l'EANM qu'ils sont proches du littoral. En général, pour le cas de la Tunisie, les milieux humides les plus vulnérables seront les lagunes, sebkhas,⁸ marécages côtiers de faible profondeur qui seront, dans leur grande majorité, annexés au domaine marin.

En ce qui concerne les **forêts littorales**, elles paraissent relativement peu vulnérables à l'EANM, à l'exception des oasis maritimes, où l'EANM pourrait engendrer un retrait de la ligne de côte et une salinisation accrue de la nappe phréatique littorale, préjudiciable à la bonne croissance des palmiers.

Le **secteur agricole** serait parmi les secteurs les plus touchés par l'EANM. En effet, les spéculations agricoles littorales (agrumes, cultures irriguées, etc.) sont nombreuses, avec d'importantes surfaces couvertes, et l'EANM pourrait entraîner d'importantes pertes sur ces terres par érosion ou salinisation. De même, l'EANM affecterait les infrastructures agricoles (canaux d'irrigation et de drainage).

□ Le Tourisme

Le secteur touristique, qui figure parmi les principaux axes stratégiques de développement de la Tunisie, pourrait souffrir des conséquences de l'EANM. En effet, l'esthétique et l'étendue des plages, qui sont parmi les principaux attraits des trois pôles touristiques majeurs du pays⁹ risquent d'être fortement affectés par l'EANM. D'autre part, les infrastructures, notamment celles très proches de la côte, seront particulièrement menacées.

□ Aménagement du territoire et Infrastructures

Le littoral tunisien concentre les 2/3 de la population totale, plus de 70% des activités économiques, 90% de la capacité totale d'hébergement touristique, et une grande part de l'agriculture irriguée. Cette forte pression anthropique a déjà fragilisé ce milieu.

Par conséquent, toute vulnérabilité des zones côtières, du fait de l'EANM, modifierait les principes habituels de l'aménagement du territoire, entraînant, ainsi, des coûts économiques et sociaux importants.

□ Principales zones sensibles à l'EANM

Les impacts de la montée du niveau marin seront perceptibles sur l'ensemble du territoire; toutefois, ces impacts seront plus ou moins déterminants en fonction de la géologie de l'arrière-pays.

⁸ Marécage salé, parfois temporairement asséché, qui occupe le fond d'une dépression.

⁹ Hammamet, Le Sahel et Jerba.

Leur répartition géographique laisse déjà imaginer que les segments côtiers les plus à risque appartiennent à la ville de Bizerte et à son système lacustre, aux parties septentrionale et centrale du Golfe de Tunis, à la côte orientale de la péninsule du Cap Bon, à différents segments du Golfe de Gabès et aux îles basses de la côte orientale du pays.

Sur le **littoral nord**, les plages sont le plus souvent peu sensibles aux problèmes d'érosion et connaissent parfois même un budget sédimentaire plutôt excédentaire dans le cas des plages occupant l'embouchure d'oueds.¹⁰ Néanmoins, des signes de faiblesse, des menaces de rupture d'équilibre et parfois même des problèmes d'érosion préoccupante, existent dans les segments aménagés, notamment ceux appartenant à l'aire des agglomérations importantes.

La côte du **golfe de Tunis** montre, quant à elle, plusieurs formes de faiblesse. Celles-ci tiennent à des facteurs naturels, mais sont aussi le résultat d'un cumul d'interventions anthropiques, à travers une histoire relativement longue.

Par ailleurs, la configuration des côtes et l'importance des terrains bas rendent différents secteurs de cette zone très vulnérables à l'EANM et ce d'autant plus qu'elle abrite la plus importante concentration urbaine et industrielle du pays.

Les plages représentent la forme la plus fréquente des côtes du **golfe de Hammamet et du Sahel**. D'une façon générale, les faiblesses sont d'autant plus évidentes que le segment côtier est anthropisé. Ainsi, des problèmes d'érosion marine se posent dans le secteur touristique d'Hammamet, où certains hôtels ont même fini par perdre une partie importante de leurs estrans sableux.

En outre, à partir du port de plaisance d'El Kantaoui, en allant vers Sousse, l'érosion de la plage pose des problèmes dans un secteur où des aménagements touristiques ont été implantés.

La plage de la ville de Monastir, démaigrît depuis qu'elle n'est plus alimentée par une dérive littorale actuellement arrêtée par les digues du nouveau port. En outre, le boulevard de front de mer a dû être protégé par un enrochement. Le reste des littoraux sableux qui s'étendent à partir de Mahdia, sont également en recul. Ainsi, des brise-lames ont dû être mis en place des deux côtés de la racine du cap Afrique.

Sur la section côtière du golfe de Gabès et de ses abords méridionaux, sous l'effet de l'EANM, les falaises seront soumises à une érosion de plus en plus rapide. Quant aux plages sableuses, elles seront appelées à migrer vers l'intérieur des terres ou à disparaître. S'agissant des plages bordées par des constructions, toujours peu épaisses et dépourvues de dunes bordières importantes, leur disparition pourrait se produire même avec le scénario le moins pessimiste d'EANM.

□ ***Les îles et îlots***

En Tunisie, les îles plates seraient fortement affectées par l'EANM, avec cependant des conséquences plus ou moins importantes.

Ainsi, les **îles Kerkenna**, qui se distinguent surtout par leur topographie très faible, apparaissent comme l'un des milieux les plus menacés par l'EANM.

¹⁰ Rivière ou cours d'eau, le plus souvent intermittent.

Selon le scénario d'élévation marine accélérée, l'érosion des îles Kerkenna risque de devenir de plus en plus importante et de s'accélérer, et la salinisation continuera de gagner du terrain.

Mais l'impact le plus important pour cet archipel sera enregistré dans les marais maritimes et les sebkhas. Ainsi, l'élévation du niveau marin, même de quelques décimètres, pourrait se traduire par leur annexion, de façon permanente, à la mer. Avec les scénarios d'EANM de 0,50 et 0,55 m, à l'horizon 2100, l'archipel risque même de se transformer en un grand nombre d'îlots.

Les plages de Kerkenna sont encore plus vulnérables; plusieurs d'entre elles sont en train de perdre leur substance. Leur fragilité a été parfois accentuée par des aménagements de front de mer, surtout dans la zone touristique. La remontée du niveau marin, l'affaissement du sol de l'archipel par subsidence et l'absence de cours d'eau importants susceptibles d'alimenter la côte en sédiments sont les principaux facteurs naturels.

Les falaises de l'île de **Jerba** sont parfois soumises à une érosion sévère et reculent à une vitesse importante. C'est ce que suggère par exemple l'état dans lequel se trouvent des ruines antiques ou même des constructions plus récentes, qui ont été rattrapées par le recul de la falaise et dont certaines ont même commencé à perdre une partie de leurs murs externes.

Les plages de Jerba ont une importance de premier ordre pour l'économie et constituent un élément essentiel pour l'environnement de l'île, mais elles sont en même temps très fragiles et plusieurs d'entre elles sont sérieusement menacées dans leur existence. Par exemple, plusieurs hôtels ont déjà perdu une grande partie de leur plage et certains ont vu leurs murs externes endommagés par l'incursion des eaux marines.

En considérant les surcotes, le niveau de la mer dépasse avec les différents scénarios la valeur de 2 m; dans ce cas, l'eau pourra s'avancer à l'intérieur même des hôtels. Un linéaire de côte long de 25 km et équipé d'hôtels, risque également de devenir dépourvu de plages naturelles.

En outre, l'avancée de la mer a entraîné l'érosion d'une grande partie de l'ancienne route côtière, et la destruction de certaines des constructions les plus proches du trait de côte.

LE POTENTIEL TUNISIEN FUTUR D'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES

S'étant résolument engagée dans la voie du développement durable, la Tunisie a déjà mis en place un cadre lui permettant d'avoir une contribution effective à la protection de l'environnement local et global, tout en poursuivant ses objectifs de développement économique et social.

La stratégie tunisienne de développement, peut être déjà considérée comme correspondant à une politique d'atténuation des GES. En effet, les mutations économiques, engagées depuis plus d'une décennie, ayant conduit à une structure industrielle moins énergivore, et une domination croissante du tertiaire, se sont traduites par une atténuation significative de la croissance des émissions de GES.

Par ailleurs, la politique tunisienne passée, en matière de maîtrise de l'énergie et de diversification énergétique, de protection et de régénération des milieux naturels,¹¹ de lutte contre les pollutions de toutes sortes, a déjà significativement contribué à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

¹¹ Aménagements forestiers, politique de reboisement, lutte contre la désertification, etc.

Il est certain qu'avec les risques de plus en plus pressants de réchauffement global de la planète, les efforts qui devront être consentis par les pays, devraient être encore plus importants. Pays en développement, faisant partie des pays Non-annexe 1, la Tunisie met, tout d'abord, les préoccupations liées au développement en première ligne de priorité. Néanmoins, elle dispose d'un potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre non négligeable, qu'elle pourrait mobiliser tout en respectant ses priorités de développement.

□ **Perspectives d'évolution des émissions selon le scénario de prolongement des tendances (référence)**

Les résultats des simulations des émissions de GES, aux horizons 2010 et 2020, pour le scénario de référence, sont présentés dans le tableau C.3. Ce tableau indique des émissions brutes de GES atteignant 79 millions de TE-CO₂, ce qui représente plus qu'un doublement des émissions entre 1997 et 2020. Les émissions nettes¹², quant à elles, passent de 25 millions de TE-CO₂ en 1997 à 62 millions de TE-CO₂, ce qui représente une croissance annuelle supérieure à 4% sur la période 1997-2020.

Tableau C.3 : Evolution des émissions de GES - Scénario de Référence (1000 TE-CO₂)

	1997	2010	2020
Energie	17 010	31 636	48 993
Procédés	3 265	7 409	12 068
Agriculture	6 440	7 522	8 746
Forêt et changement d'affectation des sols	-2 744	- 7209	- 12 785
Forêt émissions	3 952	3 917	3 596
Forêt absorptions	-6 696	- 11 126	- 16 381
Déchets	1 182	4 678	5 338
TOTAL émissions brutes	31 849	55 162	78 741
TOTAL émissions nettes	25 153	44 036	62 360

□ **Retombées des options d'atténuation de la croissance des émissions de GES en Tunisie**

Le potentiel d'atténuation total

Le plan d'action d'atténuation de la croissance des émissions des GES comporte 47 options d'atténuation distinctes, dont la majorité (33 options, soit 70%) dans le secteur de l'énergie. Par ailleurs, la forêt et le changement d'affectation de sols comptent 6 options d'atténuation, alors que l'agriculture et les déchets se partagent, à parts égales, les 8 options restantes.

L'analyse des résultats réalisables montre que la mise en œuvre de ces 47 options permettrait d'éviter d'émettre une quantité cumulée de 190 millions de TE-CO₂ tout au long de la période 2001-2020, d'une part, et d'absorber environ 50 millions de TE-CO₂, d'autre part (Cf. tableau C.4). Ainsi, le résultat net du programme atteindrait environ 240 millions de TE-CO₂, qui seraient soustraites à l'atmosphère grâce à la mise en œuvre du programme.

Il est à noter que l'énergie joue un rôle déterminant dans le programme d'atténuation, contribuant pour 60% du potentiel cumulé identifié. La forêt est deuxième par ordre d'importance avec 21% des retombées du programme d'atténuation, puis viennent les déchets avec 11%, et l'agriculture qui contribue pour 8% du potentiel d'atténuation identifié.

¹² Les émissions nettes comptabilisent, en plus des émissions, les absorptions du carbone par les végétaux.

**Tableau C.4 : Impact de la mise en œuvre des options d'atténuation par source d'émission
(1000 TE-CO₂)**

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumuls 2001-2020	Répartition (%)
Energie*	7,8	13,4	145,2	60%
Agriculture	0	1,8	18,0	8%
Forêt et changement d'affectation des sols**	0,7	3,6	50,3	21%
Déchets	1,6	2,2	26,7	11%
TOTAL	10,1	21,0	240,2	100%

(*) Inclut les options portant sur la biomasse-énergie ainsi que l'option de valorisation du méthane émis par les décharges de déchets solides.

(**) Il s'agit d'absorptions.

L'énergie

Bien que des résultats appréciables aient déjà été réalisés en Tunisie, il existe encore des marges importantes d'amélioration de l'efficacité énergétique et de développement des énergies renouvelables. Néanmoins, tout effort supplémentaire nécessiterait la mobilisation de ressources humaines, techniques et financières importantes, qui dépassent, en l'état actuel des priorités de développement, les possibilités de la Tunisie.

Dans le cadre d'un plan d'atténuation de la croissance des émissions de GES dues à l'énergie, susceptible d'être soutenu par les mécanismes d'appui liés à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), il a été possible d'identifier un groupe important d'options d'atténuation, susceptibles d'être mises en œuvre en Tunisie. Ce groupe comprend 33 options, se répartissant en trois catégories: (i) 18 options visant une meilleure gestion de la demande ; (ii) 10 options visant une meilleure gestion de l'offre ; (iii) 5 options transversales.

La mise en œuvre d'un tel programme entraînerait des économies agrégées annuelles d'énergie primaire s'élevant à 2,4 millions de tep à l'horizon 2010 et 4,2 millions de tep à l'horizon 2020, comme le montre le tableau C.5. Par ailleurs, en termes cumulés, les économies d'énergie primaire s'élèveraient à 45 millions de tep sur toute la période 2001-2020, ce qui représente plus de 11 années de production de pétrole en Tunisie.

Le plan d'atténuation se rapportant au secteur de l'énergie, permettrait d'éviter d'émettre 145 millions de TE-CO₂ sur toute la période 2001-2020 (tableau C.5). Il est à noter qu'il y a une certaine concentration du potentiel d'atténuation sur un nombre limité d'options dans le secteur de l'énergie. Ainsi, les dix options les plus importantes permettent de réaliser, à elles seules, 63% du potentiel cumulé d'atténuation.

Tableau C.5 : Cumul des émissions de GES évitées grâce aux options d'atténuations se rapportant au secteur de l'énergie sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)

	1000 TE-CO₂ évitées
Gestion de la demande d'énergie	79 423
Gestion de l'offre d'énergie	33 993
Les options transversales	31 738
TOTAL GENERAL	145 154

NB : il est à noter que les options ciblant la biomasse-énergie ont été intégrées dans ce tableau. Bien entendu, et afin de préserver la cohérence des inventaires de GES, le résultat de telles options devra être ré-affecté dans le tableau des émissions de la forêt.

L'agriculture

Dans le domaine de l'**élevage**, en l'état actuel des connaissances, les perspectives de réduction des émissions de CH₄ demeurent limitées et relèvent d'avantage du domaine de la recherche. Néanmoins, les travaux effectués dans ce domaine au cours des dernières années, dans plusieurs pays industrialisés, ont permis d'analyser les processus de méthanogenèse et d'identifier un certain nombre de techniques, susceptibles d'être mises à profit en vue de réduire les émissions nationales, moyennant des recherches appliquées en Tunisie.

Dans le domaine des **sols**, la réduction des émissions de N₂O pourrait notamment prendre la forme de solutions agronomiques qui auraient pour objet de réduire les réactions de nitrification et de dénitrification dans le sol : réduction des excès d'azote par le fractionnement des apports, étalement de la mise à disposition de l'azote nitrique pour les végétaux, maintien de la porosité du sol à un niveau élevé afin de limiter l'état d'anoxie, etc. Tout comme pour le méthane, ces solutions relèvent du domaine de la recherche appliquée.

Finalement, il serait possible d'envisager un certain nombre d'options susceptibles d'avoir des retombées positives à long-terme, en matière d'atténuation des GES, dans le secteur agricole. Ces options s'articuleraient autour des 4 mesures suivantes :

- a) La méthanogénèse et les moyens de réduire la production de méthane par les ruminants alimentés en étable, donc essentiellement les bovins ;
- b) La sélection rigoureuse des espèces animales les plus productives ;
- c) Une meilleure gestion du fumier de ferme ;
- d) L'utilisation rationnelle des engrais azotés synthétiques.

Le tableau C.6 présente une approximation des taux d'atténuation les plus probables des GES concernés, ainsi qu'une estimation des potentiels d'atténuation.¹³

Tableau C.6 : Potentiels d'atténuation des émissions de méthane et d'oxyde d'azote dans le secteur agricole en Tunisie

	Source d'émissions	Taux de réduction des émissions de Méthane (CH ₄)	Taux de réduction des émissions Oxyde d'azote (N ₂ O)	Cumul des émissions évitées sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO ₂)
Mesures a, b et c	• Elevage bovin laitier	50%	-	8 247
	• Elevage bovin non laitier	20%	-	
Mesure d	• Sols agricoles	-	10 à 15%	9 793
	TOTAL	-		18 040

La forêt et les changements d'affectation des sols

En Tunisie, le **changement d'affectation des terres** constitue une option susceptible d'offrir un potentiel intéressant de séquestration de carbone dans les sols et dans la biomasse. En effet, l'affectation actuelle des terres, en particulier dans les régions arides et semi-arides, contribue à fragiliser les sols et, par conséquent, à accélérer la perte de carbone par les sols et par la biomasse.

¹³ Il est à noter que les potentiels d'atténuation ne sont intégrés dans le scénario d'atténuation qu'au delà de 2010, dans la mesure où la concrétisation des actions identifiées restera conditionnée par l'issue des recherches qui devraient être développées.

Dans cet esprit, la conversion des terres marginales emblavées en céréales, en d'autres spéculations mieux à même d'assurer une couverture permanente des sols, offrirait des solutions intéressantes aux problèmes de dégradation des terres et de lutte contre différentes formes d'érosion, tout en présentant d'importants avantages économiques et environnementaux. Dans l'ensemble, on peut citer principalement deux options offrant un potentiel intéressant :

1. Les plantations à buts multiples (plantation d'oliviers, plantations fruitières composées notamment d'espèces rustiques et d'arbres semi-forestiers :

La **plantation de l'olivier** constitue un exemple quasi parfait de reconversion des terres marginales, et constitue une alternative très avantageuse sur tous les plans, en particulier sur les pentes fortes, les terrains encroûtés et ce, sur une large gamme de sols.

Tout comme l'olivier, les espèces **fruitières rustiques** tunisiennes¹⁴ offrent également un potentiel considérable à tous les points de vue, et peuvent être développées, chacune selon ses exigences climatiques, sur les terres marginales, en particulier sur les terrains en pente et dans les zones montagneuses de la Dorsale.

En ce qui concerne les **arbres semi-forestiers**,¹⁵ ils offrent des potentiels intéressants de développement et de protection des terres, en particulier dans les zones montagneuses et forestières du Nord Ouest.

2. L'aménagement des prairies permanentes et/ou temporaires : , les **prairies sont à aménager d'une manière permanente** (10-15 ans) et/ou **temporaire** (2 ans) sur les terres marginales et les sols marneux dans les régions humides et sub-humides qui sont actuellement cultivées en céréales.

Dans les domaines forestiers, on peut envisager quatre principales options susceptibles d'engendrer une augmentation des capacités des écosystèmes tunisiens à stocker du carbone :

1. Les **reboisements forestiers** : il s'agit de reboisement des zones forestières dégradées au moyen de la plantation d'essences appropriées selon le milieu. A terme ces reboisement auront à répondre à quatre principaux objectifs à savoir : (i) la reconstitution des peuplements naturels dégradés, (ii) la protection des bassins versants des barrages, (iii) la production du bois d'œuvre et (iv) le stockage du carbone.
2. Les **plantations pastorales et l'amélioration des parcours** constituent également des options d'atténuation assez intéressantes. Cette action consisterait en l'aménagement des terrains de culture dégradés qui sont cultivés épisodiquement en céréales au Centre-Sud ou d'une manière continue au Nord. Cet aménagement toucherait également les terrains de parcours, en vue de restaurer leur potentiel productif et d'accroître la production de biomasse fourragère pour le cheptel d'élevage. Par ailleurs, il pourrait être envisagé de planter des arbustes et des arbres fourragers dans les zones steppiques et les zones semi-arides en général.
3. Les **aménagements forestiers** : Il s'agira de combiner un certain nombre d'actions, de manière à restaurer le potentiel productif, dans un premier temps, et à assurer une valorisation optimale et durable des ressources, dans un deuxième temps. Ces actions doivent être mises en place, selon des modalités participatives et intégrées, de façon à renforcer la contribution des ressources forestières, ainsi aménagées, au développement socio-économique des populations forestières.
4. L'amélioration et l'**aménagement des parcours** devront suivre une voie similaire. En effet, la plupart des parcours collectifs étant sous la responsabilité de l'administration forestière, ils seront aménagés dans le cadre des mêmes protocoles et actions mentionnés ci-dessus pour le domaine forestier.

¹⁴ Le figuier, le caroubier, le cactus, la vigne, le cognassier, le cerisier, etc.

¹⁵ Le noyer, le pacanier, le châtaignier, etc.

Le tableau C.7 fait un bilan cumulé des absorptions de GES, sur la période 2001-2020, réalisables grâce à la mise en place des options mentionnées ci-dessus. Il se distingue par l'importance de l'apport de l'arboriculture en tant que source d'absorption de carbone, qui représente les $\frac{3}{4}$ du potentiel d'atténuation de la forêt et changement d'affectation des sols.

Tableau C.7 : Cumul des absorptions de GES découlant des options d'atténuation dans le secteur forêt et changement d'affectation des sols sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)

	1000 TE-CO ₂ absorbées
a - Plantations arboricoles	38 576
b - Aménagement des prairies	123
c - Reboisements forestiers	718
d - Plantations pastorales	10 373
e - Aménagements forestiers	354
f -Amélioration et aménagement des parcours.	194
Total	50 338

Les déchets

Dans le secteur des **déchets solides**, trois actions majeures peuvent être proposées. La première se situe à l'amont de la chaîne: le compostage, et les deux autres à son aval: la valorisation électrique du CH₄ et la mise en torchère.

Le **compostage** permet de réduire considérablement la quantité des déchets fermentescibles en décharge, et par conséquent, les émissions de CH₄. Le développement de stations de compostage de déchets organiques, nécessite, au préalable, la mise en place de dispositifs adéquats de collecte sélective à la source. Il nécessite par ailleurs, le développement d'un marché captif du compost, à proximité des stations de compostage, permettant de rentabiliser les installations de compostage.

La **récupération du méthane** des décharges pourra être envisagée dans les zones fortement urbanisées. Deux options s'offrent à ce mode d'exploitation :

- La valorisation électrique du CH₄, à envisager dans les décharges de grande taille. Cette électricité pourrait être utilisée pour les usages internes de la décharge, mais l'essentiel serait injecté dans le réseau électrique.
- La mise en torchère, à retenir dans les décharges de petite taille, est techniquement plus simple et coûte moins cher à l'investissement que la valorisation électrique. La technique consiste à récupérer les gaz et à les faire brûler en torchère, ce qui réduit les risques d'incendie et d'explosion accidentels dans les décharges.

Dans le secteur de **l'assainissement des eaux usées**, deux options peuvent être proposées en fonction du procédé de traitement :

- Dans le cas de la **digestion anaérobie**, l'option la plus avantageuse est celle de la valorisation énergétique du biogaz, pour des usages thermiques et électriques ;
- Dans le cas des stations à procédé aérobie (en général de petite et moyenne taille), l'option proposée est celle d'un second traitement aérobie. En dépit des contraintes de coût et d'espace, cette option permet de réduire de moitié les émissions de CH₄.

Le tableau C.8 récapitule le détail des émissions évitées sur la période 2001-2020, de toutes les options d'atténuation des GES dus aux déchets.

Tableau C.8 : Impact de la mise en œuvre d'options d'atténuation dans le secteur des déchets (1000 TE-CO₂ évitées)

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumul 2001-2020
Compostage des déchets solides	222	274	3 491
Récupération et mise en torchère du méthane des décharges de déchets solides	1 162	1 535	19 409
Récupération et valorisation électrique du méthane des décharges de déchets solides	443	585	7 286
Récupération et valorisation électrique du méthane des stations de traitement des eaux usées	106	129	1 821
Traitement aérobie dans les stations de traitement des eaux usées.	81	222	1 985
TOTAL	2 014	2 745	33 992

NB : Il faut rappeler que l'option 3 est présentée ici juste afin de regrouper toutes les options basées sur la valorisation des déchets. Néanmoins, elle avait été déjà comprise dans la section énergie.

□ **Les émissions agrégées – scénario d'atténuation**

Les résultats agrégés des émissions selon le scénario d'atténuation sont présentés dans le tableau C.9. Celui-ci montre des émissions brutes de GES atteignant 61 millions de TE-CO₂ en 2020, ce qui représente un doublement des émissions entre 1997 et 2020, alors que durant la même période le PIB aura été multiplié quasiment par un facteur 4. Les émissions nettes, quant à elles, passent de 25 millions de TE-CO₂ en 1997 à 41 millions de TE-CO₂, ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 2,2 % sur la période 1997-2020, alors qu'elle était supérieure à 4% dans le scénario de référence.

Tableau C.9 : Evolution des émissions de GES - Scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

	1997	2010	2020
Energie	17 010	24 245	36 151
Procédés	3 265	7 409	12 068
Agriculture	6 440	7 522	6 913
Forêt	-2 744	-8 321	-16 864
Forêt-émissions	3 952	3 523	3 043
Forêt-absorptions	-6 696	-11 844	-19 907
Déchets	1 182	3 107	3 178
TOTAL émissions brutes	31 849	45 806	61 353
TOTAL émissions nettes	25 153	33 962	41 446

La figure C.2 illustre les résultats obtenus grâce à la mise en œuvre du programme d'atténuation des GES :

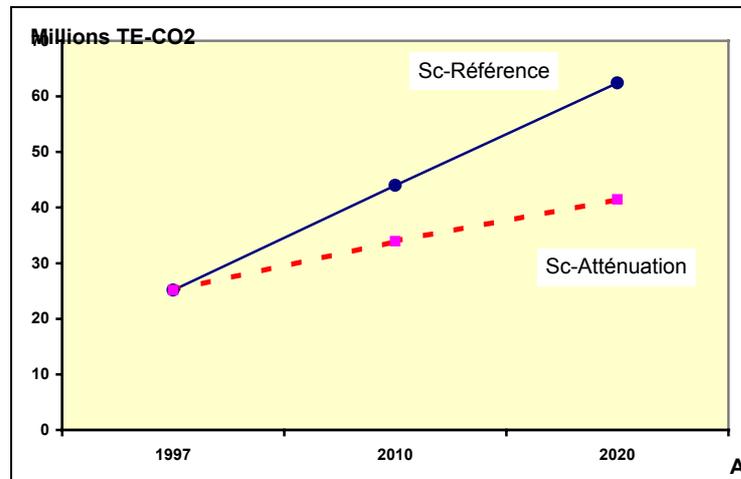


Figure C.2 : Evolutions comparées des émissions nettes de GES tous secteurs confondus entre le scénario de référence et le scénario d'atténuation (millions TE-CO₂)

RENFORCEMENT DES CAPACITES EN VUE D'UNE CONTRIBUTION SOUTENUE DE LA TUNISIE DANS LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC

En tant que pays Non-Annexe 1, la Tunisie est en droit d'assurer les conditions propices à son développement, qui passent inévitablement par une croissance des émissions de GES.

Néanmoins, la Tunisie est également consciente que l'environnement global doit être préservé, et que tous les efforts doivent être consentis pour éviter de mettre en péril la survie des générations futures, d'autant plus que les modèles de développement à adopter, peuvent parfaitement aller de pair avec les préoccupations d'ordre environnemental. En cela, elle serait disposée à contribuer à l'effort planétaire de lutte contre le changement climatique¹⁶, selon le principe des responsabilités communes mais différenciées, comme le stipule, à juste titre, la convention.

Afin de maintenir cette contribution à un niveau suffisant, tout en garantissant la concrétisation de ses priorités de développement, il serait nécessaire que la Tunisie ait la possibilité de renforcer significativement son expertise dans le domaine du changement climatique ainsi que ses capacités institutionnelles et technologiques. Par ailleurs, il va sans dire que la mise en place d'un tel programme de renforcement des capacités et de concrétisation du plan d'action changement climatique, nécessitera la mobilisation de ressources financières importantes, à requérir auprès des mécanismes financiers de la convention, selon les modalités définies par la Conférence des Parties.

Des tableaux représentant une synthèse des besoins de renforcement des capacités seront présentés à la fin du chapitre 6 de cette Communication (tableaux 6.1 à 6.4).

□ Les besoins de formation et de renforcement des capacités en liaison avec la mise en œuvre de la CCNUCC

L'acquisition de connaissances, grâce à une formation permanente et soutenue, et à une meilleure implication des divers intervenants du développement, dans le domaine du changement

¹⁶ Notamment par une actualisation régulière de la Communication Nationale, et sa transmission à la Conférence des Parties, selon la fréquence qui aura été décidée.

climatique, aurait des retombées concrètes sur les capacités d'expertise du pays, et sur la maîtrise qu'il aurait des thèmes cruciaux, en rapport avec le changement climatique. Afin d'atteindre un niveau d'expertise adéquat dans le domaine, les besoins de formation, pour le cas de la Tunisie, devraient s'articuler autour des principaux thèmes suivants :

- Etude de la variabilité du climat, de sa prévisibilité et de ses éventuels changements ;
- Conséquences de l'intégration des préoccupations liées au changement climatique sur le développement national, et implications d'une application stricte des termes de la CCNUCC, au niveau international, sur la Tunisie;
- Aspects directs ayant trait au changement climatique, au plan d'action et à la communication nationale : vulnérabilité et adaptation ; modélisation climatique et manifestations régionales du changement climatique global; analyses économiques, technologiques et institutionnelles des options d'atténuation; scénarios prospectifs des émissions de GES ; formation permanente sur l'inventaire ;
- Impacts écologiques, économiques et sociaux du changement climatique ;
- Maîtrise des mécanismes de financement ciblant la problématique du changement climatique (GEF, CDM, etc.) et initiation au montage de projets;
- Renforcement des capacités de négociation des pays, aussi bien via la formation, qu'à travers la participation de représentants tunisiens aux diverses manifestations régionales et internationales, aussi bien techniques que politiques.

Par ailleurs, à côté des besoins de formation, il conviendra également de mettre en place un processus efficace d'information, de sensibilisation et de formation de base sur le changement climatique s'adressant aux décideurs politiques, d'une part, et au grand public, d'autre part.

□ **Les besoins de renforcement institutionnel**

Afin de parvenir à intégrer les préoccupations liées au changement climatique, lors de l'élaboration des stratégies sectorielles de développement et de la mise en œuvre de projets de développement, un certain nombre de mesures de soutien institutionnel sont nécessaires.

Parmi ces mesures, la plus déterminante consisterait en la Consolidation du Comité National sur les Changements Climatiques (CNCC). Afin de réaliser un tel objectif, ce comité devrait voir son existence officialisée, et sa composition devrait être élargie à d'autres structures intéressées aux questions du changement climatique.

En appui au CNCC, il serait également nécessaire d'établir une cellule nationale permanente travaillant sur le changement climatique. Une telle structure pourrait, notamment, assurer :

- La fonction de secrétariat du CNCC ;
- Le suivi permanent du processus changement climatique au niveau national et international, y compris la mise en place et le suivi des engagements liés à la CCNUCC ;
- Une fonction d'information, notamment par la publication de revues mensuelles ou trimestrielles ;
- Le suivi de la mise en œuvre du plan d'action national changement climatique, et notamment les projets d'adaptation et d'atténuation ;
- Eventuellement le suivi et la comptabilité des projets CDM, selon les règles qui seront définies par la Conférence des Parties.

□ Les besoins technologiques

Compte tenu du niveau de développement atteint par la Tunisie, ses besoins technologiques immédiats consistent d'abord en des besoins immatériels. Quant aux besoins matériels, ils sont liés aux ressources financières qui peuvent être mobilisées par les mécanismes de financement de la convention.

Le premier besoin concerne le renforcement des connaissances en matière d'évaluation même des besoins technologiques, des critères de choix de ces technologies, et d'analyse de l'adéquation de ces technologies aux besoins du pays ainsi que du rythme le plus adéquat de leur introduction.

L'impératif essentiel en matière de transferts de technologies est **l'accès rapide** à l'information, à la formation et aux modalités d'acquisition de ces technologies. En effet, l'efficacité d'une technologie se mesure également à sa capacité à fournir un « plus » technique, mais également économique, à l'établissement ou au pays qui l'acquiert. Cet accès rapide à la technologie la plus efficace permet de stimuler la concurrence, et donc de susciter une dynamique soutenue d'amélioration des performances, et par conséquent une baisse des atteintes à l'environnement.

L'autre impératif essentiel pour la Tunisie est d'avoir un **accès aux connaissances les plus récentes**, voire de participer aux recherches, en matière de développement de technologies ou de modes d'exploitation plus respectueux de l'équilibre de l'atmosphère. Un tel impératif peut être satisfait à travers un programme permanent d'acquisition de connaissances, grâce à la participation à des sessions de formation et à des manifestations internationales, ainsi qu'à l'échange d'informations, d'expériences, et de données via les moyens les plus modernes comme l'Internet.

De même, il serait impératif que la Tunisie ait la possibilité **d'acquérir une maîtrise parfaite** des technologies devant être adoptées, à un coût de transaction supportable. Cette maîtrise touche à tous les aspects du transfert de technologie, et passe par un renforcement des capacités: de consulting et de conseil, de mise en place des mécanismes institutionnels et financiers adéquats, de gestion de ces technologies, d'adaptation des technologies aux conditions locales, et d'entretien et de maintenance de ces technologies, voire de leur reproduction et de leur développement.

Enfin, le dernier impératif pour la Tunisie serait d'avoir accès à des **modalités avantageuses de financement** de technologies, des procédés, de transfert du savoir-faire, d'accès permanent aux réseaux internationaux, et de renforcement du cadre de maintien de l'information technologique en Tunisie.

□ Les besoins de financement

A ce jour, l'évaluation des coûts de mise en œuvre de l'ensemble des options d'atténuation et l'établissement de courbes de coûts, ainsi que l'évaluation des coûts d'adaptation face à l'élévation des niveaux de la mer ne sont pas encore achevées. Les résultats de ces travaux seront publiés avant la fin de l'année 2001.

Néanmoins, d'ores et déjà, quelques enseignements importants se profilent à partir des premiers résultats obtenus des études d'atténuation des GES. Il est apparu, en effet, que la majorité des

options se placent dans des fourchettes de coût net¹⁷ ne dépassant pas les 30 dinars/TE-CO₂ évitée.¹⁸ En outre, 25 options du secteur de l'énergie sur les 33 identifiées, ont un coût « négatif » ce qui en fait des actions « sans regret ».

Concernant la vulnérabilité, hormis l'impact de l'EANM, aucune étude n'a été menée, à ce jour, sur la vulnérabilité des forêts et de l'agriculture continentales face aux changements climatiques, et sur l'identification des mesures d'adaptation. Des ressources devront être mobilisées sur ces aspects, dans le futur, afin de compléter l'étude de la vulnérabilité.

En ce qui concerne les besoins liés à la communication des informations à la Conférence des Parties, une bonne partie des besoins ont été exprimés dans le paragraphe ci-dessus (Renforcement institutionnel), relatif à la création d'une cellule changement climatique.

Néanmoins, des ressources financières supplémentaires seraient requises en vue d'assurer la continuité des travaux visant la préparation de la communication nationale à la Conférence des Parties, et la concrétisation des plans d'action. On peut, en particulier citer les besoins de financement pour :

- Améliorer la fiabilité de l'inventaire des GES en réalisant des recherches sur les facteurs d'émission et sur les données d'activité ;
- Faciliter l'accès aux modèles prospectifs utilisés, notamment dans le domaine de l'énergie et de la climatologie ;
- Conduire des études consistantes dans le domaine de la vulnérabilité et de l'adaptation ;
- Permettre aux experts tunisiens, chargés de la gestion du processus changement climatique, en Tunisie, d'être toujours à jour, en matière de méthodologies d'analyse et d'évaluation relatives aux trois aspects ci-dessus ;
- Préparer des propositions de projets pour l'atténuation des GES et l'adaptation aux effets du changement climatique, et mobiliser des financements pour la concrétisation de ces projets ;
- Créer un processus de suivi permanent des développements technologiques au niveau international, sur les questions liées aux changements climatiques, d'évaluation des besoins technologiques de la Tunisie, et de définition des modalités les plus adéquates pour leur acquisition.

¹⁷ Le coût considéré ici, est défini comme étant la valeur annualisée (annuité constante couvrant la période 2001-2020), du coût unitaire net d'une option donnée. Le coût net inclut toutes les dépenses (investissement, administration et suivi, personnel, maintenance, fonctionnement, etc.) et recettes (économies d'énergie, autres retombées économiques, etc.), découlant de la mise en œuvre d'une action donnée. Le coût est exprimé en dinars par tonne équivalent CO₂ évitée.

¹⁸Toutes les options des secteurs forêt et déchets et 27 options du secteur de l'énergie ont un coût inférieur à ce montant.

INTRODUCTION

La Tunisie a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), à Rio en 1992, puis l'a ratifiée en juillet 1993. En tant que Partie Non-annexe 1 de la Convention, la Tunisie est tenue par un certain nombre d'engagements, dont, en vertu de l'article 12 de la Convention, la communication d'informations à la Conférence des Parties (COP),¹⁹ décrivant les efforts déployés par la Tunisie en vue de contribuer à la lutte contre le changement climatique.

Cette Communication Initiale doit comporter, notamment, une description du contexte national, un inventaire des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) pour l'année 1994, ainsi qu'une présentation des initiatives menées par la Tunisie en vue de satisfaire à ses obligations vis-à-vis de la CCNUCC.

Le présent rapport représente la Communication Initiale tunisienne à la CCNUCC, et inclut, comme stipulé par la Convention, les principales informations devant être communiquées à la COP. Cette Communication a été formulée en s'inspirant du modèle de communication suggéré par la décision 10/CP.2, prise par la Conférence des Parties à sa seconde session.

La Communication Initiale Tunisienne comporte 6 Chapitres :²⁰

Le chapitre 1 présente le Contexte National tunisien. Il permet au lecteur de mieux situer le pays par rapport à son environnement géographique et climatique, et de s'informer sur les caractéristiques des secteurs et sur les pratiques ayant les plus fortes interactions avec le changement climatique ; en l'occurrence : l'énergie, l'agriculture, l'occupation de l'espace et la forêt. Ce chapitre est conclu avec un tableau synthétique regroupant les principales données quantitatives représentatives des circonstances nationales.

¹⁹ La Conférence des Parties est l'instance suprême décisionnelle en matière de changement climatique. Se tenant une fois par an, elle est chargée de prendre des décisions sur tout ce qui se rapporte à la mise en œuvre de la convention. Depuis la CNUED de Rio de Janeiro de 1992, et à ce jour, 6 Conférences des Parties ont déjà eu lieu : Berlin, Genève, Kyoto, Buenos Aires, Bonn et La Hague. La Conférence des Parties s'appuie sur plusieurs organes, dont le Secrétariat de la Convention, situé à Bonn, l'Organe subsidiaire de mise en œuvre (SBI), et l'Organe Subsidiaire d'Avis Scientifique et Technologique (SBSTA).

²⁰ Ce document a été réalisé sur la base de nombreux travaux publiés dans le cadre de la préparation de la Communication Nationale. Ces travaux comportent notamment l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de 1994, les différents rapports sectoriels d'atténuation publiés en plusieurs phases (Energie, Agriculture et forêt, Déchets), ainsi que les rapports relatifs à la vulnérabilité vis-à-vis de l'élévation des niveaux de la mer, également publiés en plusieurs phases.

Le chapitre 2 présente un extrait synthétique de l'Inventaire national des émissions de gaz à effet de serre pour l'année 1994.²¹ Cet inventaire a été réalisé en appliquant la méthodologie de l'IPCC/OCDE comme recommandé par la Conférence des Parties de la Convention. Après les sections introductive et de synthèse, le chapitre inventaire comportera cinq sections principales :

- Une section présentant les résultats agrégés en terme d'équivalent CO₂ ;
- Une section présentant les analyses des émissions par gaz ;
- Une section présentant les analyses des émissions/absorptions par source ;
- Une section présentant les recommandations pour l'amélioration de la qualité de l'inventaire tunisien des GES
- Une section présentant les recommandations de clarification de la méthodologie d'inventaire de l'IPCC/OCDE.

Ce chapitre comporte également un tableau détaillé présentant les résultats de l'inventaire des gaz à effet de serre par gaz et par source. Le format de ce tableau est conforme à celui préconisé par l'IPCC, tel que recommandé par la Conférence des Parties de la Convention.

Comme dans le cas de l'inventaire des GES, **Le chapitre 3** de cette Communication présente un extrait synthétique des différentes études réalisées sur la vulnérabilité de la Tunisie face à l'Élévation Accélérée des Niveaux de la Mer (EANM) due aux changements climatiques. Après une section introductive, puis une présentation du cadre d'analyse et du cadre temporel des études sur la vulnérabilité, ce chapitre s'articulera autour de cinq sections principales, se focalisant respectivement sur :

- L'historique de l'élévation des niveaux de la mer en Tunisie et ses principales conséquences ;
- Les perspectives de l'élévation des niveaux de la mer sur les côtes tunisiennes ;
- L'analyse de la vulnérabilité des principaux secteurs sensibles à l'EANM ;
- L'analyse de la vulnérabilité des principales zones sensibles à l'EANM ;
- L'analyse de la vulnérabilité des principales infrastructures sensibles à l'EANM .

Le Chapitre 4 présente les initiatives tunisiennes entreprises ou envisagées en liaison avec l'atténuation de la croissance des émissions de GES. Après une section introductive, ce chapitre important comportera deux autres sections ; la première présentera les initiatives tunisiennes, lancées dans le passé, et ayant indirectement contribué à l'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre. La seconde section

²¹ Inventaire des gaz à effet de serre en Tunisie - Année 1994. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire - République tunisienne. Septembre 1999.

présentera les mesures envisageables par la Tunisie, en vue de contribuer volontairement à l'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre. Cette section inclura une projection des émissions de Gaz à Effet de Serre aux horizons 2010 et 2020, selon un scénario de référence et un scénario d'atténuation des Gaz à Effet de Serre, ainsi qu'une analyse quantitative détaillée de l'impact de toutes les mesures préconisées dans le cadre du scénario d'atténuation.

Le chapitre 5 présente les différentes initiatives tunisiennes répondant à diverses préoccupations, en particulier environnementales, y compris celles ayant trait au changement climatique, et pouvant avoir de fortes interactions avec la mise en œuvre de la CCNUCC. Après une introduction succincte, ce chapitre sera développé sur 9 sections :

- Les mesures entrant dans le cadre de la mise en œuvre de la politique de développement durable ;
- Les recherches et observations sur les changements climatiques ;
- La lutte contre l'élévation des niveaux de la mer ;
- L'éducation, la sensibilisation et la formation dans le domaine du changement climatique ;
- La préservation de la biodiversité ;
- La lutte contre la désertification ;
- Les dispositions en matière de substitution aux substances destructrices de la couche d'ozone ;
- Les dispositions juridiques et réglementaires en liaison avec la maîtrise de l'énergie et la protection de l'environnement ;
- La création de réseaux dans les domaines liés au changement climatique.

La présente communication s'achève par le **chapitre 6**. Ce chapitre fait une analyse des besoins de renforcement des capacités permettant à la Tunisie d'avoir une contribution soutenue dans la mise en œuvre de la CCNUCC. Ces besoins se répartissent en quatre composantes liées, faisant chacune l'objet d'une section distincte :

- Les besoins de formation ;
- Les besoins de renforcement institutionnel ;
- Les besoins technologiques ;
- Les besoins de financement.

Ce chapitre est conclu avec une présentation de tableaux synthétiques des besoins exprimés dans les 4 sections précédentes, incluant une description des actions envisageables ainsi que des résultats attendus.

CHAPITRE 1

CONTEXTE NATIONAL

1.1 LOCALISATION, SITUATION GEOGRAPHIQUE ET RELIEF

La Tunisie est située en Afrique du Nord, à la jonction de la Méditerranée occidentale et de la Méditerranée orientale. Elle dispose de deux façades (Nord et Est) sur la Méditerranée, et est bordée par l'Algérie à l'Ouest, et la Libye au Sud (figure 1.1).

Situé entre les longitudes 7° et 12° Est et les latitudes 32° et 38° Nord, le territoire tunisien couvre une superficie de 164.000 km².

Le relief de la Tunisie (figure 1.2) se caractérise par quatre grands ensembles :

- Le Tell situé au Nord de la Tunisie (Khroumirie-Mogods, Le Haut Tell, Tell du Nord-Est), et caractérisé par un mélange de reliefs montagneux et de plaines ;
- La dorsale qui est représentée par une chaîne de montagnes, correspondant à l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien, culminant à 1.544 mètres, et s'étirant dans la direction Sud-Ouest/Nord-Est jusqu'au Cap Bon ;
- Les Steppes (basses steppes et hautes steppes) représentant la Tunisie centrale, et regroupant un ensemble de plaines et de montagnes s'étendant des pieds de la dorsale jusqu'au nord de Gafsa ;
- Le Sud (région de Gafsa, le Sahara, Le Dahar, La Jeffara), formant une vaste zone formée d'un mélange de reliefs très variés : montagnes, plateaux, plaines, et enfin relief Saharien s'étendant jusqu'aux frontières libyenne et algérienne.

1.2 CARACTERISTIQUES DU CLIMAT TUNISIEN

La Tunisie peut être classée dans la zone subtropicale méditerranéenne, avec un climat caractérisé par une alternance régulière de deux saisons fortement contrastées :

- Un été, chaud et sec et de durée très variable, correspondant approximativement aux mois de juin, juillet et août ;
- Un hiver qui se distingue par sa relative douceur et son humidité et qui constitue, dans le contexte méditerranéen, la véritable saison des pluies. Celles-ci frappent par leur extrême irrégularité.

Quant aux inter-saisons, automne et printemps, ce sont des périodes transitoires où peuvent se produire, simultanément, quelques situations typiques d'hiver ou d'été.

Par sa position géographique et l'orientation générale des principaux reliefs d'Est à Ouest, avec un certain nombre de couloirs permettant la pénétration des courants des secteurs Nord-Ouest et Ouest, humides, la Tunisie présente le double aspect d'un climat méditerranéo-saharien, avec des contrastes régionaux assez marqués. Elle est influencée au Nord par la mer Méditerranée, et au Sud par le Sahara. Quant au Centre, il est sous l'effet conjugué de ces deux éléments.



Figure 1.1. : Localisation de la Tunisie en Afrique

Dans l'ensemble, la Tunisie est caractérisée par un climat largement affecté par l'aridité. Ainsi, sur les 16,4 millions d'hectares d'étendue du territoire, une proportion de 94% est directement menacée par la désertification,²² alors que le reste, représentant à peine 1 million d'hectares, en sont épargnés.

La Tunisie s'étirant entre la Méditerranée, au Nord, et le Sahara, au Sud, offre en effet, à une échelle relativement réduite, toutes les nuances climatiques séparant les régions typiquement méditerranéennes des régions désertiques. Trois régions climatiques peuvent être distinguées :

²² Dont plus de 16% se situent dans les zones semi-arides et 77% dans les zones arides et désertiques.

- Le Nord de la Dorsale (régions telliennes et celles du Nord-Est) : Cette région apparaît comme un ensemble où dominent les processus climatiques méditerranéens, assurant, chaque année, l'avènement d'une saison humide, longue d'au moins deux mois, et pouvant, parfois, mais dans de rares cas, atteindre 8 mois. Il s'agit là d'un aspect essentiel, faisant l'originalité et l'individualité climatique du Tell. Pendant cette saison, non seulement les besoins de la demande climatique en eau sont satisfaits, mais on enregistre aussi un surplus d'eau disponible pour l'écoulement. Ce surplus, généralement modeste dans le Sud-Est du Tell, atteint des quantités importantes dans le Nord et le Nord-Ouest. Ces régions présentent donc en hiver un potentiel hydrique important, qu'il faut être en mesure de préserver et stocker pour l'été ;
- Le Centre de la Tunisie et la région du Sud-Est (littoral du golfe de Gabès), apparaît comme une zone de transition entre le domaine méditerranéen et le domaine saharien. Cette position se traduit par l'alternance d'années à dominance climatique méditerranéenne avec des années où dominent les processus sahariens. Aussi, c'est dans cette région de la Tunisie que la variabilité du climat prend toute son ampleur, et que les différentes composantes du milieu "naturel" se trouvent fragilisées. Ici, l'homme est également un facteur fondamental de l'évolution du milieu. Toute mauvaise gestion, de sa part, des ressources naturelles peut avoir des conséquences désastreuses sur l'équilibre précaire de cette région particulièrement aride ;
- Le Sud-Ouest : C'est un espace marqué par une aridité constante, où dominent les processus climatiques sahariens. Ceci se traduit par un bilan hydrique très déficitaire et peu variable d'une année à l'autre. La demande climatique en eau y est de 1600 à 1800 mm/an, à côté d'une pluviosité égale ou inférieure à 100 mm. Devant une telle importance de la demande climatique en eau, même l'apport dû à l'irrigation ne peut avoir qu'une efficacité limitée. Cette situation a été à la base du développement empirique, à travers les siècles, des systèmes de culture traditionnels dans les oasis (cultures étagées et brise-vents) où la demande en eau est inférieure de 50% à la demande climatique, grâce à ce que les chercheurs ont appelé «l'effet oasis».

CARACTERISTIQUES DE LA TEMPERATURE EN TUNISIE

La température moyenne en Tunisie est influencée par deux facteurs importants : le relief et la proximité de la mer. Au nord de la dorsale, la température annuelle moyenne varie autour de 17°C. Au sud de la dorsale, les températures moyennes varient de 18,5 à 19,5°C, atteignant 21,5 C° dans le Sud-Ouest (figure 1.3).

L'étude de l'évolution de la température en Tunisie, relative à la période (1961-1990), a porté sur une quarantaine de stations du réseau d'observation de l'INM. Toutes les séries ont présenté, à partir de 1975, une tendance à la hausse de la température moyenne annuelle. Cette tendance est également observée pour les températures minimales et maximales moyennes annuelles. La signification de ces résultats demeurent toutefois limitée par la longueur des données, qui n'est que de 30 ans.

Pour cela, l'étude a été reprise sur quatre séries de données plus longues (entre 60 et 90 ans). Les résultats obtenus ne confirment pas ceux découlant de la période 61-90 et ne révèlent pas de tendance significative à la hausse. Malgré cela, et compte tenu des fortes présomptions de hausse anormale de la température, au niveau de la planète, et des effets importants qu'un changement climatique éventuel, pourrait avoir sur la Tunisie, il importera de redoubler d'effort, en matière d'observation et de suivi de l'évolution future de la température en Tunisie.

D'ailleurs, les scénarios de l'IPCC développés en 1995 laissent prévoir, une augmentation potentielle de la température de 1,3 à 2,5°C, à l'horizon 2100. Les dernières simulations de l'IPCC²³ confirment ces tendances, et débouchent même sur des hausses de température encore plus alarmistes.²⁴

CARACTERISTIQUES PLUVIOMETRIQUES DE LA TUNISIE

Les régimes pluviométriques tunisiens sont caractérisés par des apports relativement modestes, inégalement répartis dans l'espace et très irréguliers dans le temps. Ainsi, 1/3 seulement du territoire bénéficie d'une pluviométrie égale ou supérieure à 400 mm par an, alors que les 2/3 restants reçoivent entre 400 et moins de 100 mm de pluie annuellement (figure 1.4). Par ailleurs, les précipitations se concentrent essentiellement entre les mois de septembre et mai, et en un nombre limité de jours, alors que la pluie reste quasi absente durant les mois d'été. Par exemple, plus des 2/3 du pays reçoivent en moyenne moins de 50 jours de pluie par an.

Au nord de la dorsale, le cumul pluviométrique annuel se situe entre 400 et 1000 mm. Néanmoins, il dépasse parfois cette fourchette, atteignant même les 1500 mm sur les régions montagneuses du Nord-Ouest. En général, l'étude de la variabilité inter-annuelle montre que celle-ci est relativement faible dans cette région.

En Tunisie Centrale, la pluviométrie varie de 200 mm à 400 mm, et connaît de fortes variabilités inter-annuelles. Enfin, le Sud de la Tunisie est caractérisé par un climat aride avec une pluviométrie variant entre 200 et moins de 100 mm, et une variabilité inter-annuelle forte.

Par ailleurs, l'étude des longues séries pluviométriques, aussi bien au niveau national que régional, ne montre pas d'indications claires et statistiquement significatives pouvant suggérer une quelconque tendance -à la hausse ou à la baisse- par rapport aux indices pluviométriques moyens constatés.

²³ IPCC Third Assessment Report, 2001.

²⁴ Même s'il n'existe pas encore un consensus sur la fiabilité et la précision des modèles, et sur le caractère « naturel » ou « anormal » des tendances décelées, il reste que la majorité des travaux de modélisation, effectués à ce jour, concordent sur la réalité du réchauffement de la planète, et sur l'amplification des tendances à la hausse des températures dans le futur.

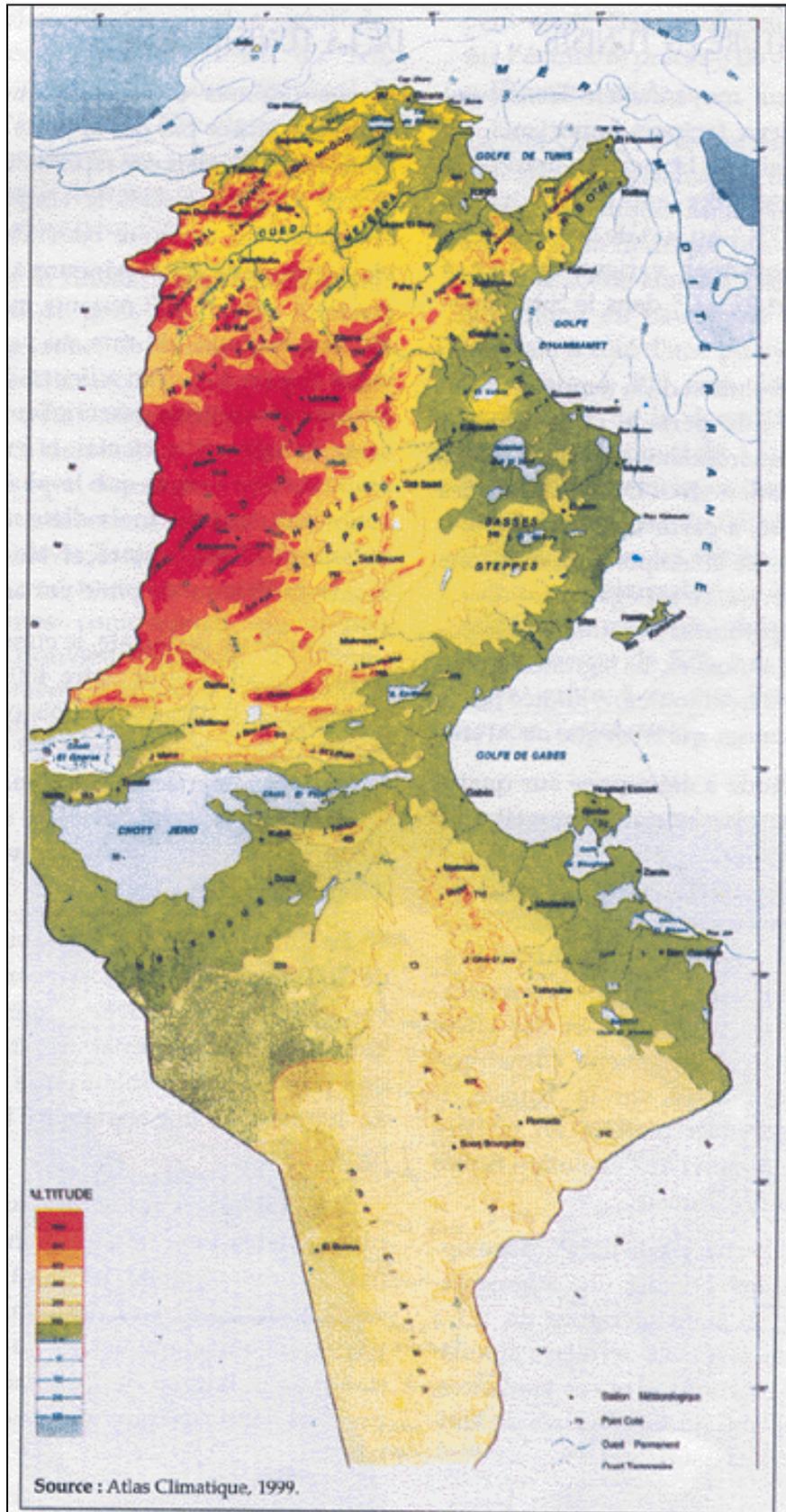


Figure 1.2 : Relief de la Tunisie et réseau des stations climatologiques

Source : Atlas Climatique, 1999

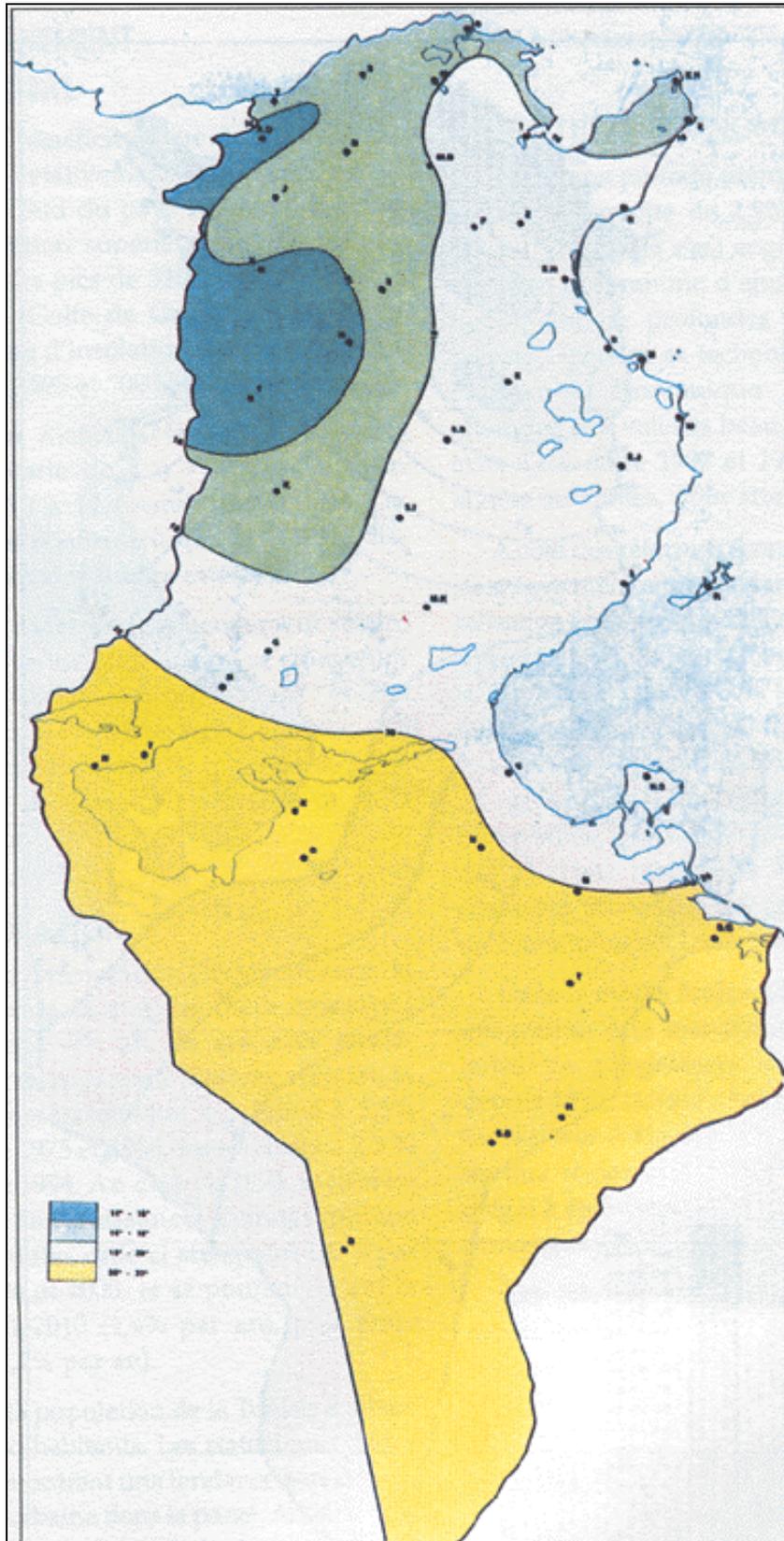


Figure 1.3 : Températures moyennes quotidiennes – moyennes annuelles

Source : Atlas Climatique, 1999

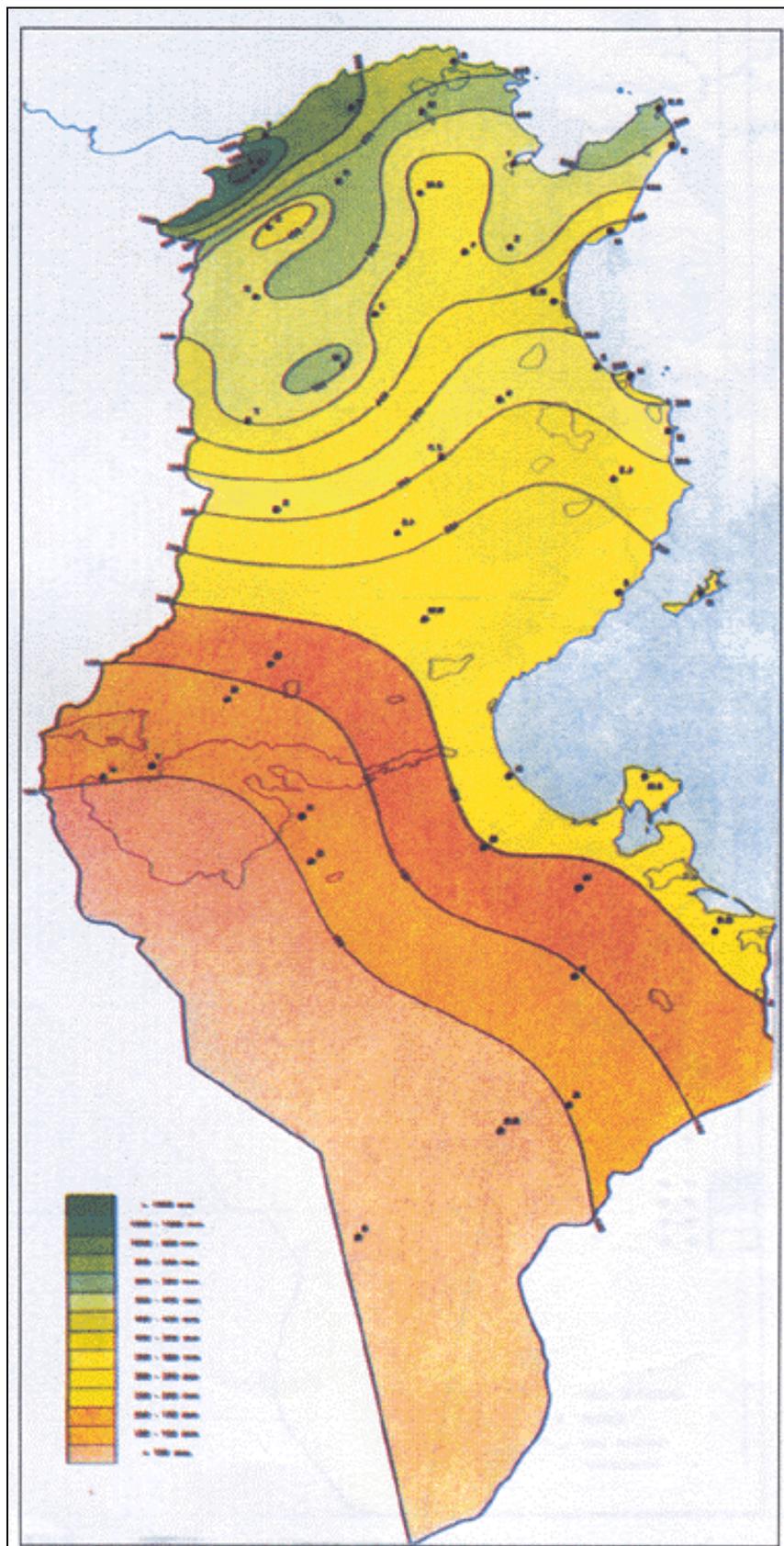


Figure 1.4 : Pluviométries moyennes annuelles

Source : Atlas Climatique, 1999

L'INSOLATION ET LE RAYONNEMENT SOLAIRE GLOBAL

La Tunisie bénéficie d'une durée d'insolation moyenne relativement importante. Ainsi, les deux tiers Sud du pays bénéficient d'une durée d'insolation supérieure à 3000 heures par an, avec des pics de 3200-3400 sur la côte sud du pays (Golfe de Gabès), alors que la durée minimale d'insolation dans le tiers nord se situe entre 2500 et 3000 heures par an.

Au niveau mensuel, la durée moyenne d'insolation varie de 4 à 7 heures/jour en hiver, et de 10 à 12 heures/jour en été. De telles données confirment que la Tunisie dispose d'un gisement solaire intéressant.

En ce qui concerne le rayonnement solaire global, la moyenne quotidienne se situe entre 4,2 kWh/m²/jour au nord-ouest, et 5,4 kWh/m²/jour à l'extrême sud. Cependant, la majeure partie du territoire (plus de 80%) se situe dans la frange supérieure à 4,75 kWh/m²/jour

1.3 LA POPULATION

Depuis l'avènement de l'indépendance, la Tunisie a fait de la maîtrise de la croissance démographique²⁵ un de ses axes stratégiques de développement. Comme résultat, la croissance démographique a culminé à 2,5% par an, entre 1975 et 1984, puis a fléchi à 2,3 % entre 1984 et 1994. Au delà de 1994, le fléchissement de la croissance démographique devait s'amplifier, celle-ci atteignant 1,6 % par an entre 1994 et 2000, et se poursuivre sur la période 2001-2010 (1,4% par an), puis entre 2010-2020 (1,2% par an).

En 1994, la population de la Tunisie a atteint 8,8 millions d'habitants. Les statistiques démographiques montrent une tendance accélérée de l'expansion urbaine dans le passé. Ainsi, le taux d'urbanisation était passé de 48% en 1975, à 61% en 1994. Bien que le mouvement d'urbanisation soit amené à se poursuivre, il enregistrerait un ralentissement relatif, et le taux d'urbanisation n'atteindrait que 65% à l'horizon 2010, et 68% à l'horizon 2020.

1.4 CONTEXTE ECONOMIQUE

Après une période marquée par une croissance économique de 2,9% à prix constants (81-86), la Tunisie s'est engagée, depuis, dans un vaste programme d'ajustement structurel, impliquant de profondes mutations économiques, sociales et technologiques. Ainsi, la croissance économique annuelle a pu atteindre des valeurs beaucoup plus élevées, avec 4,8% entre 1987 et 1993, confirmées les années suivantes, pour atteindre 6% en 1999.

A côté des réformes économiques, la Tunisie s'est également engagée dans la voie de la libéralisation économique, de l'ouverture et de l'intégration à l'économie globale. Ainsi, dès 1991, la Tunisie a adhéré au GATT, s'engageant par là même, dans les négociations commerciales multilatérales. Parallèlement, la Tunisie a signé un accord de libre échange avec l'Union Européenne, qui stipule une levée progressive des barrières douanières à l'entrée des marchandises provenant des pays de l'Union, jusqu'à leur totale abolition à la fin de l'année 2007.

Dans la même foulée, en préparation à son intégration à la mondialisation, la Tunisie a lancé un **programme de mise à niveau**, depuis 1996, devant permettre aux industries tunisiennes d'acquérir les capacités de s'adapter aux règles du libre-échange, et de traiter d'égal à égal avec la concurrence des produits provenant de l'extérieur.

²⁵ Programme national de planification familiale (ou planning familial), mis en place en 1966.

Les résultats du programme de mise à niveau du secteur industriel sont assez encourageants. Ainsi, vers la fin de l'année 2000, plus de 1300 entreprises industrielles, représentant 40% de l'emploi des entreprises de plus de 20 employés, et environ 39% du chiffre d'affaires à l'exportation avaient déjà adhéré à ce programme. Néanmoins, le programme de mise à niveau ne devrait pas s'arrêter à ces réalisations, au contraire ; durant les prochaines années, on devrait assister à sa consolidation, et sa généralisation aux autres secteurs de l'économie nationale.

1.5 L'ENERGIE

CONTEXTE ENERGETIQUE TUNISIEN

Afin de comprendre le contexte énergétique tunisien, il est nécessaire d'analyser les facteurs et événements qui ont émaillé l'histoire de ce secteur durant les trois dernières décennies. D'une manière générale, cinq grands « tournants » ont fondamentalement façonné le secteur de l'énergie en Tunisie :

- La mise en exploitation de gisements pétroliers,²⁶ principalement durant les décennies 70 et 80, permettant à la Tunisie d'avoir des excédents appréciables, dont les revenus ont largement contribué à financer le développement du pays ;
- La croissance économique accélérée du pays, bien servie par la vigueur du secteur de l'énergie et par les revenus tirés du pétrole, a entraîné une forte croissance de la demande d'énergie, ce qui s'est traduit par une baisse des excédents énergétiques, voire l'avènement d'une situation de déficit;
- Le développement accéléré du secteur électrique ;
- Le lancement d'une stratégie de maîtrise de l'énergie et d'utilisation des énergies renouvelables, concrétisée par la création de l'Agence de Maîtrise de l'Energie dès 1985, en réponse à l'avènement d'une situation de dépendance énergétique par rapport à l'extérieur, alliée à un épuisement des gisements pétroliers;
- L'émergence du secteur gazier avec la mise en service du gazoduc Algéro-Italien, en 1983, le doublement de sa capacité dès 1995, et la mise en exploitation du gisement de gaz naturel de MISKAR, en 1996.

Durant les décennies 70 et 80, le secteur de l'énergie a joué un rôle déterminant dans le développement économique de la Tunisie. En effet, avec une production annuelle, hors biomasse, supérieure à 5 millions de tep depuis le début des années 70, les hydrocarbures ont largement contribué à la croissance économique et au renforcement des finances publiques. De même, ils ont pendant longtemps, été parmi les éléments de base de la balance commerciale ainsi que le principal pourvoyeur de devises pour le pays.

Par ailleurs, les industries énergétiques (raffinage et transport des produits pétroliers et gaziers, production et distribution de l'électricité et du gaz, etc.) ont connu une croissance importante jusqu'en 1992, où leur contribution à la formation de la Valeur Ajoutée industrielle avait atteint 25%. Au delà de cette année, cette contribution a entamé une baisse significative, l'amenant sous la barre des 20% dès 1997. Le tableau 1.1 et la figure 1.5 indiquent l'évolution des ressources énergétiques nationales et de la demande en énergie primaire depuis 1980.

Cette situation, très favorable jusqu'aux années 80, pour un pays se trouvant dans une phase cruciale de son développement, devait cependant, inévitablement évoluer, du fait de deux facteurs importants :

²⁶ Dont le plus important est celui d'El Borma.

- La baisse des revenus issus des exportations d'hydrocarbures, du fait de la chute des cours des produits pétroliers, depuis le contre-choc pétrolier de 1986, et du déclin de la production d'hydrocarbures et donc des exportations;
- La croissance importante des besoins énergétiques nationaux, en soutien, justement à la croissance économique et en réponse à l'évolution des pratiques de consommation énergétique.

Pour faire face à cette situation, les pouvoirs publics ont mis en place une stratégie s'articulant autour de deux axes majeurs :

- Intensification des efforts de recherches et d'exploration pétrolière et gazière, notamment par l'octroi d'avantages appropriés aux compagnies internationales spécialisées;
- Concrétisation d'une politique volontariste de maîtrise de l'énergie, consistant en l'encouragement de l'utilisation rationnelle de l'énergie et le développement des énergies nouvelles et renouvelables. Cette politique s'est, notamment, concrétisée en 1985 par la création de l'Agence de Maîtrise de l'Énergie.²⁷

Cette stratégie a re-dynamisé l'exploration pétrolière en Tunisie et a débouché sur l'entrée en exploitation de nouveaux gisements pétroliers et gaziers (dont MISKAR constitue assurément le fleuron). Par ailleurs, cette stratégie a été favorablement relayée par la mise en service du gazoduc algéro-italien dès 1983, dont le passage sur le territoire tunisien donne droit au pays à une redevance annuelle appréciable, qui s'est davantage consolidée grâce au doublement de la capacité du gazoduc en 1995.

En outre, la baisse de l'intensité énergétique des principales branches industrielles visées par les mesures de maîtrise de l'énergie, et l'émergence du marché des énergies renouvelables ont prouvé la pertinence de la politique de maîtrise de l'énergie. Néanmoins, l'excédent net de la balance énergétique a continué à décliner, et le léger découplage entre la croissance de la consommation d'énergie primaire et le PIB, grâce notamment à la politique de maîtrise de l'énergie, n'était pas suffisant pour infléchir significativement la courbe de la consommation énergétique.

Tableau 1.1 : Evolution des principaux indicateurs énergétiques globaux en Tunisie

Année	Ressources Nationales (y compris hydraulique)			Demande d'énergie primaire
	Production locale (ktep)	Redevance gaz (ktep)	Total Ressources Nationales (ktep)	(ktep)
1980	6 179		6 179	3 070
1985	5 998	402	6 400	3 826
1990	4 919	481	5 400	4 491
1993	4 934	618	5 552	5 072
1994	4 640	531	5 171	5 269
1995	4 454	804	5 258	5 391
1997	5 348	828	6 176	5 854

²⁷ Devenue Agence Nationale des Énergies Renouvelables (ANER) depuis 1998.

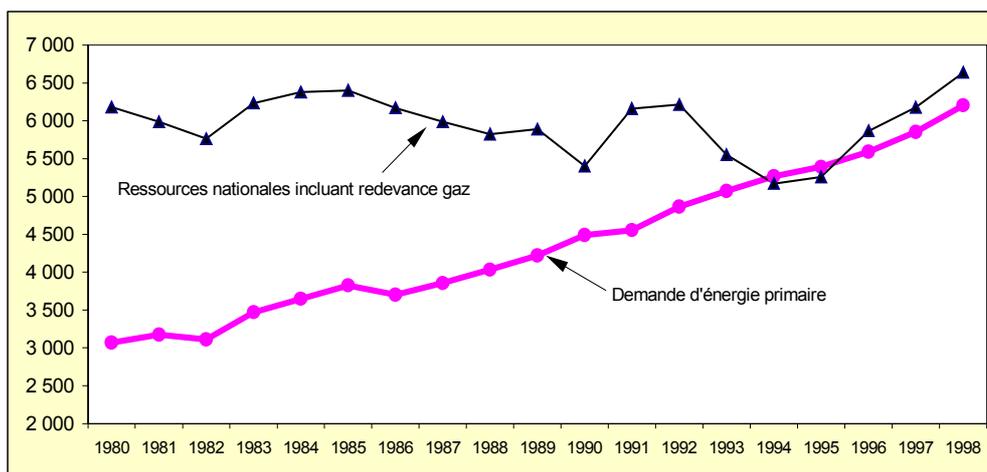


Figure 1.5 : Evolution des ressources énergétiques et de la demande nationale en Tunisie (ktep)

Parallèlement, les options stratégiques tunisiennes en matière de développement ont suscité un développement accéléré du secteur tertiaire et permis l'émergence de branches industrielles peu énergivores. Tous ces facteurs ont contribué à réduire l'intensité énergétique globale de l'économie.

Néanmoins, tous ces efforts, indispensables, ont permis de retarder l'échéance du déficit énergétique, qui était pressenti depuis plusieurs années par les spécialistes, mais pas de l'annihiler totalement. Le tableau 1.2 montre l'évolution du rôle du secteur de l'énergie dans l'économie ainsi que celle de l'intensité énergétique.

Tableau 1.2 : Place du secteur de l'énergie en Tunisie et évolution de l'intensité énergétique

Année	Part du secteur de l'énergie dans la formation du PIB	Part du secteur de l'énergie dans la VA du secteur industriel	Part nette des exportations d'énergie dans les exportations tunisiennes de biens et services	Intensité énergétique globale (tep primaire/1000 dinars de PIB)
1980	12,9%	35,1%	15,6%	0,416
1990	8,0%	24,3%	1,5%	0,416
1995	6,2%	20,2%	0,4%	0,412
1997	5,9%	19,9%	0,1%	0,396

L'augmentation de la redevance gaz, consécutive au doublement de la capacité du gazoduc algéro-italien, a prolongé l'équilibre de la balance énergétique de quelques années. Cependant, dès 2001, la balance énergétique nette devrait redevenir déficitaire, et les perspectives d'évolution de la situation devraient confirmer les tendances déjà pressenties. Par ailleurs, la croissance de la valeur ajoutée de secteurs moins intensifs en énergie devrait se poursuivre dans le futur, et contribuer à une baisse de l'intensité énergétique de l'économie tunisienne. Néanmoins, pour accroître sa compétitivité, la Tunisie devra consentir des efforts supplémentaires en matière de maîtrise de l'énergie. Le tableau 1.3 donne une idée comparative des consommations d'énergie par habitant et des intensités énergétiques dans plusieurs pays .

Tableau 1.3 : Consommation d'énergie par habitant et intensités énergétiques dans plusieurs pays

	Consommation d'énergies conventionnelles par tête en 1998 (tep/tête)	Intensité énergétique globale en 1998 (tep primaire/1000 U\$ de PIB de 1990)
Tunisie*	0,707	0,398
Maroc**	0,365	0,323
Algérie**	1,091	0,469
Etats Unis**	8,838	0,338
France**	4,284	0,186

(*) **Source** : Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER, Tunisie).

(**) **Source** : Energy Information Administration (Department of Energy, USA).

Ainsi, la problématique énergétique en Tunisie se posera en des termes fondamentalement différents par rapport aux décennies 70-80. En effet, c'est la maîtrise de la demande et l'exploitation du potentiel d'énergies renouvelables qui devraient dorénavant représenter les principaux gisements nationaux d'énergie de la Tunisie, à l'aube du troisième millénaire.

LA DEMANDE D'ENERGIE²⁸

La demande d'énergie primaire

La consommation tunisienne d'énergie primaire a atteint 6,2 millions de tep en 1994, en incluant la biomasse, et 5,2 millions de tep, sans comptabiliser la biomasse. La composante biomasse, reste donc importante, avec environ 1 million de tep par an, soit 16% du bilan d'énergie primaire.²⁹

La répartition de la demande **primaire d'énergies conventionnelles, illustrée par le tableau 1.4**, montre l'importance des produits pétroliers qui représentent 65% de la consommation, puis du gaz naturel, qui représente 32% de la consommation.

Tableau 1.4 : Consommation d'énergie primaire en Tunisie par forme d'énergie (année : 1994)

	Consommation d'énergie primaire (1000 tep)	Répartition incluant la biomasse (%)	Répartition hors biomasse (%)
Produits pétroliers	3.365	54,2	65,0
Gaz naturel	1.677	27,0	32,0
Coke	71	1,1	1,4
Hydroélectricité (ou électricité importée)	82	1,4	1,6
TOTAL hors biomasse	5.195		100 %
Biomasse	1.009	16,3	
TOTAL incluant la biomasse	6.204	100 %	

²⁸ La description du profil de la demande d'énergie est faite pour l'année 1994, comme préconisé par la décision 10/CP.2 de la COP. Ceci était nécessaire afin que le contexte décrit, corresponde à l'année de l'inventaire officiel des GES qui est celui de 1994. Par ailleurs, des données relatives à l'année 1997 sont également présentées en annexe 1 du présent document.

²⁹ Essentiellement du bois de feu et du charbon de bois. Néanmoins, dans certaines zones, des résidus animaux et végétaux sont également utilisés en appoint au bois. Il faut noter que la consommation rurale compte pour les 4/5èmes de la consommation totale de biomasse-énergie en Tunisie.

Il est à noter, que grâce à l'augmentation des ressources en gaz naturel, provenant, d'une part de la redevance en nature prélevée par la Tunisie comme droit de passage du gazoduc algéro-italien, et d'autre part de la mise en exploitation de gisements de gaz naturel, la Tunisie a été en mesure d'augmenter significativement le poids du gaz naturel dans son bilan en énergie primaire. Le gaz naturel entre désormais, comme combustible, dans une forte proportion, dans la production d'électricité, mais également dans les autres secteurs utilisateurs comme l'industrie, le tertiaire et le résidentiel, ce qui, bien entendu, est tout à fait cohérent avec les choix de la Tunisie, en matière de protection de l'environnement local et global. La figure 1.6 présente l'évolution de la consommation de gaz naturel depuis 1980 en Tunisie.

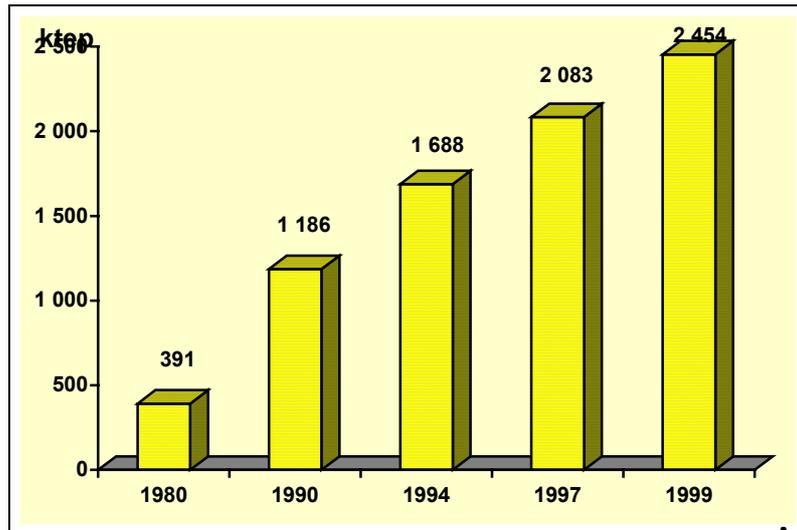


Figure 1.6 : Evolution de la consommation de gaz naturel en Tunisie (ktep)

□ La demande d'énergie finale

La demande en **énergie finale conventionnelle** a atteint 4,1 millions de tep en 1994. Cette demande finale est dominée, à raison de 75% par les produits pétroliers. Avec 12% de la demande finale, l'électricité vient en seconde position des énergies consommées. Quant au gaz naturel, il représente seulement 10% du bilan en énergie finale de l'année 1994, malgré la croissance de sa demande durant les dernières années.

Au niveau sectoriel, la demande en énergie finale conventionnelle est dominée par l'industrie qui représente 35% de la consommation, suivie des transports avec 31% du bilan en énergie finale. Les trois autres secteurs (résidentiel, tertiaire et agriculture), contribuent individuellement pour une part relativement limitée du bilan en énergie finale de la Tunisie.

Le tableau 1.5 donne un aperçu synthétique du bilan final tunisien pour l'année 1994

Tableau 1.5 : Bilan en énergie finale conventionnelle de la Tunisie en 1994 (1000 tep)

	Coke	Gaz naturel	Produits pétroliers	Electricité	Total
Industrie	71	329	801	228	1 429
Transport			1 272	6	1 278
Résidentiel		63	428	123	614
Tertiaire		29	232	107	368
Agriculture			283	26	309
Consommation non énergétique			139		139
Total	71	421	3 155	490	4 137

En ce qui concerne la **biomasse-énergie**, elle est essentiellement utilisée par les ménages. La consommation finale de biomasse-énergie est fortement concentrée en milieu rural (85%). Elle est estimée à 864 ktep en 1994, dont 72% de bois de feu, 11% de charbon de bois, 13% de résidus végétaux et 4 % de déchets animaux³⁰.

LE SECTEUR ELECTRIQUE

En Tunisie, sous le double effet de la croissance économique et de l'électrification rurale, l'électricité a été la forme d'énergie qui a enregistré la croissance annuelle la plus importante depuis plus de deux décennies. En 1994, la consommation finale d'électricité provenant du réseau électrique avait atteint 5.700 GWh, pour une capacité installée de 1.432 MW.³¹ Cette croissance, qui a toujours été supérieure à la croissance du PIB, se poursuit à un rythme soutenu, atteignant 6% sur la période 1992-96, et devrait encore se poursuivre au même rythme dans le futur.

En outre, le taux d'électrification avait déjà atteint 91% en 1997, et devrait atteindre 97% à l'horizon 2007.

En Tunisie, la STEG, principale opératrice du secteur électrique, est confrontée aujourd'hui à quatre défis majeurs :

- Satisfaire une demande en croissance accélérée, avec un niveau de qualité de fourniture adéquat;
- Développer l'infrastructure de production, de transport et de distribution, en tenant compte des préoccupations liées à la compétitivité ;
- Maîtriser l'énergie, et minimiser l'impact sur l'environnement ;
- Ouvrir le marché à des opérateurs indépendants³² susceptibles de prendre en charge une partie de l'effort de renforcement des capacités électriques tunisiennes, et s'ouvrir à des perspectives de production électrique à une échelle régionale ;

Le trois premiers défis nécessitent une planification rigoureuse de l'infrastructure électrique afin qu'elle satisfasse quantitativement et qualitativement les besoins de la demande, tout en optant pour des choix énergétiques et technologiques garantissant la compétitivité du système électrique tunisien, et minimisant l'impact sur l'environnement. Ainsi, la part du gaz naturel,

³⁰ Essentiellement de la bouse de bovins.

³¹ En 1997, cette consommation était passée à 6.580 GWh pour une puissance installée de 1.636 MW

³² La loi n°96-27, du 13 avril 1996, permet dorénavant, aux privés d'obtenir des concessions de production d'électricité de la part de l'Etat.

qui a connu une conjoncture très favorable durant les dernières années, a augmenté significativement dans le bilan combustibles de la STEG. En outre, technologiquement, l'option cycle combiné s'impose de plus en plus dans le paysage électrique tunisien. Ainsi, une centrale à cycle combiné de 364 MW a été déjà installée en 1996, et une seconde de 470 MW sera opérationnelle en 2001, portant la part du cycle combiné dans la capacité installée nationale à plus de 30%, à cette dernière date.

Le dernier défi consiste à permettre à des producteurs indépendants de s'introduire sur le marché afin de le dynamiser et de favoriser la concurrence et l'amélioration du service. Ainsi, la centrale à cycle combiné de 2001 sera la première centrale implantée et gérée par un opérateur indépendant. Par ailleurs, au fur et à mesure de l'ouverture des frontières avec l'Union Européenne, et des interconnexions électriques, il sera nécessaire d'envisager des alliances ou des partenariats avec des compagnies électriques de la région méditerranéenne afin de bénéficier des avantages des regroupements pour la compression des coûts et l'accès aux technologies les plus efficaces, et d'affronter ainsi la concurrence.

LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE

la Tunisie a marqué sa volonté nette de promouvoir la maîtrise de l'énergie, avec la création de l'Agence de Maîtrise l'Energie, en 1985,³³ et la mise en place d'un train de mesures d'incitation aux économies d'énergie et à l'utilisation des énergies renouvelables.

Dans le domaine de **l'utilisation rationnelle de l'énergie** les mesures se sont articulées autour de cinq principales actions :

- Institution de l'audit énergétique obligatoire et périodique, pouvant déboucher sur un contrat-programme concret d'économie d'énergie ;
- La consultation préalable pour les projets nouveaux grands consommateurs d'énergie, permettant d'orienter les promoteurs de nouveaux projets vers des procédés, techniques et énergies plus efficaces;
- L'assistance technique aux petites et moyennes entreprises et la formation des responsables de l'énergie et des chefs d'entreprises ;
- L'agrément de produits économes en énergie et la certification des équipements performants ;
- La réglementation et la normalisation ;
- La communication et la sensibilisation.

Dans le domaine des énergies renouvelables, les mesures ont essentiellement comporté :

- L'encouragement des actions de recherche-développement et de projets de démonstration;
- L'encouragement à la diffusion de technologies matures (chauffage solaire de l'eau, électrification solaire photovoltaïque, etc.).

En accompagnement de ces mesures, l'Etat tunisien a institué, à travers une réglementation spécifique, des aides et avantages particuliers aux opérations et investissements de maîtrise de l'énergie, dont quatre sont à mettre en évidence :

- Aide à la réalisation de l'audit énergétique ;
- Aide à l'investissement d'économie d'énergie ;
- Paiement des droits de douane minimum pour les investissements d'économie d'énergie ;
- Suspension de la TVA pour les équipements et produits importés ou acquis localement, entrant dans le cadre d'opérations d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables.

³³ Devenue Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER) depuis 1998.

Bien que le cadre mis en place, ait significativement influé sur le paysage énergétique tunisien, les économies d'énergie réalisées sont restées en deçà des espérances.

Marquant sa ferme volonté de donner un second souffle à la maîtrise de l'énergie, l'Etat tunisien, vient récemment (mai 2001), de prendre une série de décisions, visant à renforcer significativement les mesures d'encouragement et d'aide aux initiatives tendant à maîtriser l'énergie. Ces décisions doivent se traduire, dès le second semestre 2001, par la mise en place d'actions concrètes, qui seront déterminantes pour le futur de la maîtrise de l'énergie en Tunisie.

1.6 OCCUPATION DE L'ESPACE ET MISE EN VALEUR AGRICOLE

EVOLUTION DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE

L'analyse des statistiques existantes, en matière d'occupation des sols (voir tableau 1.6), montre une extension importante de la superficie des parcours, qui passent de 2,6 millions d'hectares en 1971 à 4 millions d'hectares en 1992. Or, les observations réelles faites par les pastoralistes et les spécialistes opérant sur le terrain, se trouvent en contradiction avec les statistiques chiffrées. Ceux-ci constatent, en effet, que des surfaces importantes, à vocation pastorale, sont régulièrement labourées et annexées par l'arboriculture et la céréaliculture.

En réalité, indépendamment des interprétations divergentes qu'on peut faire du fait de la fiabilité inégale des données,³⁴ il est reconnu que les sols tunisiens font l'objet d'une pression constante depuis plus de trois décennies. Paradoxe de la situation, les terres marginales, qui totalisaient 7,8 millions d'ha en 1971, sont passées à 5,8 millions d'ha en 1992 ; soit une diminution de 2 millions d'ha. Une telle baisse traduit une situation où, pour satisfaire les besoins, de plus en plus croissants en sols, et après avoir annexé et dégradé une partie des parcours, l'agriculture a été acculée à utiliser des sols marginaux, malgré leur faible rendement. Epuisés rapidement, ces sols étaient ensuite abandonnés, puis vraisemblablement comptabilisés, à tort, comme terrains de parcours, sans qu'ils aient réellement le potentiel pour mériter une telle appellation.

Tableau 1.6 : Evolution de l'utilisation des sols en Tunisie (1000 ha)

<i>Année</i>	1971	1980	1985	1990	1991	1992
• Terres arables	3290	2918	3264	3069	3151	3030
• Jachères		1069	754	875	895	960
• Cultures pérennes	1270	1816	1870	1942	1967	1973
Total terres cultivées	4560	4734	5134	5011	5118	5004
• Parcours	2650	3713	3586	3360	4335	4041
• Forêts/ maquis	477		1118	1094	1116	647
• Terres marginales	7849	7087	5698	6071	4967	5844

³⁴ Il est à noter que les comparaisons de données de deux périodes éloignées dans le temps, sont à prendre avec précaution, étant donné que la qualité des statistiques a sensiblement augmenté durant les années les plus récentes, du fait de l'utilisation d'outils d'observation beaucoup plus sophistiqués, ce qui peut engendrer des interprétations parfois divergentes. Par ailleurs, la réalité du terrain cache toujours des surprises, ce qui amène parfois à modifier, au fur et à mesure, le sens des interprétations faites sur les données les plus récentes. Ceci réduit d'autant la comparabilité des données.

OCCUPATION DE L'ESPACE PAR REGION AGROECOLOGIQUE

D'une manière générale, le climat et l'aridité déterminent dans une large mesure l'occupation, l'aménagement et l'utilisation de l'espace agricole en Tunisie. Ainsi, le potentiel agricole, et la « spécialisation » de chaque région découlent directement de ses spécificités climatiques.

Les caractéristiques climatiques de la **Tunisie Tellienne** sont telles qu'elles n'imposent pas de contraintes majeures à la mise en valeur agricole si ce ne sont les caractéristiques édaphiques (fortes pentes, topographie, pédologie, sensibilité à l'érosion hydrique, etc.) ou l'agressivité du climat dans certains endroits. L'abondance des ressources en eau dans cette région géographique est telle que toutes les terres arables se prêtent à la mise en culture, même si les apports pluviométriques sont reçus essentiellement en hiver, alors que l'été est caractérisé par un déficit hydrique. De fait, cette région offre des excédents de ressources hydriques qui sont soit transférés ailleurs dans des régions déficitaires, soit stockés en vue d'une utilisation différée pour irriguer en été.

Sur le plan du milieu naturel, cette région comporte la majeure partie du domaine forestier national avec tout ce qu'il recèle comme ressources biologiques (faune et flore). En outre, étant donné que cette région constitue le château d'eau de la Tunisie, ce domaine forestier joue un rôle essentiel dans la protection des bassins versants.

Néanmoins, l'abondance des ressources en eaux et l'existence des ressources forestières favorisent également la présence d'une forte densité de population, et donc d'une pression anthropique importante, ce qui contribue à la dégradation du couvert végétal et des terres.

La Tunisie centrale est caractérisée par une grande variabilité du climat et des disponibilités en eau, qui confère au milieu naturel une fragilité notable. Ces caractéristiques ont suscité de la part des communautés établies dans cette région, des stratégies de comportement fort adaptées au milieu qui se caractérisent par la pluralité des activités et des techniques d'exploitation des ressources naturelles.

Le Sud-Ouest est caractérisé par la stabilité d'une aridité très marquée. Sur le plan du milieu naturel, les écosystèmes de la région présentent une fragilité extrême, qui se traduit par une faculté de régénération naturelle très faible à quasi nulle. L'occupation humaine de cette région et l'utilisation de son espace à des fins agricoles et pastorales se trouvent totalement dépendantes de la disponibilité et de la mobilisation des eaux souterraines.

CARACTERISTIQUES ET STRUCTURE DE L'ACTIVITE AGRICOLE

L'agriculture tunisienne a connu de profondes mutations durant les dernières décennies. Ainsi, avec le déclin des activités artisanales dans les campagnes, l'agriculture est devenue la principale activité économique dans le milieu rural tunisien. La modernisation de l'agriculture a également contribué à réduire l'emploi de la main d'œuvre en raison de la mécanisation de nombreuses opérations agricoles, ainsi qu'à industrialiser et/ou délocaliser certaines activités rurales.

Par ailleurs, les politiques agricoles pratiquées et les modalités de fonctionnement du marché ont conduit à une intégration poussée des activités agricoles avec l'économie de marché, si bien que l'agriculture est devenue largement marchande.

Le défi majeur du développement de l'agriculture tunisienne est de fournir une production suffisante, à un coût acceptable, tout en maintenant un niveau d'emploi adéquat en milieu rural. Bien entendu, les préoccupations environnementales font également partie des paramètres de décision, dans la mesure où seule leur prise en compte garantit la durabilité du développement du secteur.

Malgré les grands efforts de modernisation et d'amélioration de la productivité du secteur, les performances de l'agriculture tunisienne, restent en deçà des niveaux atteints à l'échelle internationale, et sa compétitivité s'en trouve affectée. Avec la mondialisation, et l'ouverture sur les marchés mondiaux, de gros efforts collectifs et individuels sont, par conséquent, nécessaires pour garantir la pérennité de l'activité agricole en Tunisie.

Le tableau 1.7 présente la structure moyenne de la production agricole selon les principales branches d'activité et ce pour la période 1980-1994. Il révèle l'importance de l'élevage et de l'arboriculture qui représentent en moyenne 60% de la production agricole en valeur.

Tableau 1.7 : Structure moyenne de la production agricole en valeur, période 1980/1994.

Branches	Aux prix de 1990
Elevage	30 %
Arboriculture	30 %
Maraîchage	15 %
Céréaliculture	15 %
Divers ³⁵	3 %
Pêche	7 %
Total production	100 %

Source: Annuaire des Statistiques Agricoles. Ministère de l'Agriculture.

Sur le plan de la distribution spatiale de la production agricole, ce sont les potentialités locales (climat, sols, ressources en eaux, etc.) qui dictent, d'une certaine manière, la vocation de chaque région.

- le Nord-Ouest, qui totalise 20% de la valeur de la production agricole, se distingue par l'importance des grandes cultures avec notamment 50% de la valeur de la production céréalière nationale et 40% de la valeur de la production de légumineuses et cultures industrielles. Cette région détient également 28% des effectifs du cheptel ;
- le Nord-Est se distingue par une importance relative quasi homogène de la plupart des branches de production avec, en particulier, 28% des effectifs du cheptel et 29% de la valeur de la production de l'arboriculture ;
- le Centre-Est, avec 21% de la valeur de la production agricole se distingue par l'importance de la pêche et de l'arboriculture sèche, qui représentent respectivement 52% et 34% de la valeur de la production nationale des branches concernées. L'élevage dans cette région présente un caractère intensif notamment en raison de l'importance relative de l'élevage hors sols ainsi que de l'élevage bovin laitier.
- le Centre-Ouest, représente 16% de la valeur de la production agricole nationale, tout en présentant un caractère polyvalent traduisant une représentativité moyenne des principales branches de production ;
- le Sud, avec 11% de la valeur de la production agricole, demeure la région la moins nantie sur ce plan.

LA PRODUCTION AGRICOLE

□ **Les grandes cultures**

Celles-ci comprennent essentiellement les céréales qui sont suivies par les fourrages et les légumineuses. Ces spéculations sont conduites généralement en sec d'une manière plus ou moins extensive selon les régions climatiques. En dehors des régions du Nord, à dominante de bioclimat sub-humide, ces spéculations souffrent d'une large dépendance vis-à-vis des aléas climatiques.

³⁵ Il s'agit essentiellement des cultures fourragères, des légumineuses et des cultures industrielles.

Les **céréales** occupent en moyenne, avec une certaine constance, 1,55 million d'ha, soit près du 1/3 des terres cultivables. Cependant la production est loin d'être aussi constante en raison de la fluctuation des rendements sous l'effet des variations annuelles et inter-annuelles de la pluviométrie.

Les superficies **fourragères** emblavées sont relativement constantes en raison notamment de la présence d'emblavures pérennes. Cependant, la pratique des cultures fourragères annuelles (foins), plus dépendantes des conditions climatiques, se traduit par des rendements fluctuants, affectant ainsi partiellement, la production. Pour l'année de base 1997, les superficies emblavées se sont élevées à 366.000 ha.

Les **légumineuses alimentaires** sont constituées essentiellement par les fèves/féveroles ainsi que les pois et pois-chiche. Les emblavures sont relativement constantes et la production connaît moins de fluctuations que les autres grandes cultures en raison notamment de leur cycle végétatif plus court.

□ **L'arboriculture**

Avec plus de 2 millions d'ha, **l'arboriculture** constitue la première spéculation agricole de par la superficie qu'elle occupe, et se trouve en évolution constante depuis plus de trois décennies. Avec 1,5 millions d'hectares et 57 millions de pieds, **l'oléiculture** constitue, de loin, la première spéculation arboricole qui donne à la Tunisie une vocation oléicole incontestable. Cette spéculation constitue presque l'unique possibilité de mise en valeur de certaines régions arides, tout en y jouant un rôle primordial dans la lutte contre l'érosion et la désertification, contribuant, ainsi, dans une large mesure, au maintien de leur équilibre écologique.

□ **L'utilisation des engrais**

Globalement, l'utilisation des engrais azotés, en Tunisie, est caractérisée par une relative stabilité des tendances sur longue période, malgré l'existence de facteurs d'instabilité ou de croissance de la consommation. Ainsi, la fertilisation des cultures, conduites en sec, enregistre une variabilité inter-annuelle importante du fait des variabilités pluviométriques, mais celles-ci se compensent, d'année en année, de sorte qu'elles n'affectent que faiblement les moyennes annuelles calculées sur longue période.

En outre, l'utilisation des engrais azotés pour la fertilisation des périmètres irrigués, observe une croissance significative, du fait de l'évolution soutenue des surfaces irriguées. Néanmoins, les terres irriguées ne représentent que 7,5% des terres cultivées, et leur impact sur la consommation globale d'engrais azotés reste encore peu significative.

□ **La production animale**

Les effectifs d'animaux d'élevage connaissent une évolution constante déterminée par l'accroissement de la demande en produits animaux ainsi que par le degré d'intensification des élevages. D'après la dernière enquête sur la structure des exploitations agricoles de 1994-1995, les effectifs évolueraient au rythme annuel de 0,5% pour les bovins, 5% pour les ovins et 10% pour les caprins. Au cours des dernières années, on assiste à une intensification soutenue de l'élevage bovin, notamment par l'introduction des races pures ainsi que par l'amélioration génétique. En 1997, les effectifs ont atteint 700.000 têtes de bovins et 7,5 millions de petits ruminants.

1.7 LA FORET

HISTORIQUE DE LA FORET TUNISIENNE

Le recoupement de données historiques sur la forêt tunisienne montre que la superficie forestière est passée de 3 millions d'hectares (ha) à l'époque Romaine, à 1,2 millions ha au début de l'occupation française, et à 368.000 ha à l'avènement de l'indépendance. Au début de la décennie 70, les surfaces des forêts et maquis ont retrouvé une trajectoire ascendante passant de moins de 500.000 ha en 1971 à 1,1 millions d'ha en 1985. Depuis cette date, hausses et baisses, parfois surprenantes,³⁶ des surfaces forestières, se sont succédées, malgré les efforts importants consentis par les autorités forestières en matière de protection, d'aménagement et de reboisement.

De même, les nappes d'alfa montrent un déclin notable depuis le siècle dernier. En effet, alors qu'elles occupaient une superficie de 1,1 millions d'hectares, en 1885, elles n'en occupent plus que 533.000 ha aujourd'hui.

La majorité des auteurs ont évoqué des raisons d'ordre anthropique (utilisation excessive du bois pour différents besoins domestiques, artisanaux ou industriels, surpâturage, incendie, etc.). Cependant, certains auteurs ont émis l'hypothèse que la seule forme significativement néfaste de l'intervention humaine sur les milieux naturels était la destruction du couvert végétal pour les besoins de la mise en culture.

D'autres expliquent cette dégradation par le fait qu'il y a, d'une part, réduction de l'espace forestier naturel, et d'autre part, augmentation de la population rurale de ces zones.

SITUATION ACTUELLE DES RESSOURCES SYLVO-PASTORALES

Les ressources sylvo-pastorales du pays couvrent environ 5,7 millions ha (25% de la superficie du pays), dont 830.000 ha seulement de formations forestières et pré-forestières. Le reste est composé de formations steppiques.

Géographiquement, les formations naturelles se répartissent, suivant les conditions édapho-climatiques :

- *Le Tell Nord Occidental* : Le bioclimat varie de l'humide au sub-humide. Le substrat est généralement gréseux. Le chêne liège (*Quercus suber*) et le chêne zeen (*Quercus faginea*) constituent les espèces climatiques. Le Pin maritime (*Pinus pinaster*) se trouve entre Tabarka et la frontière algérienne. Dans les Mogods, le maquis et les reboisements d'Eucalyptus, de Pin pignon et de Pin d'Alep ont substitué la forêt de chêne liège dégradée.
- *Le Haut Tell et la Dorsale* : Le bioclimat est semi-aride avec des précipitations annuelles moyennes variant de 300 à 600 mm. Cependant, on peut y trouver des stations à bioclimat sub-humide. Les sols dominants sont calcimagnésimorphes (calcaires). La végétation forestière est composée essentiellement de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).
- *Les Hautes Steppes*: Sur les dômes montagneux des Hautes steppes persiste encore, sur les sommets, une très claire forêt de Pin d'Alep. Plus bas, le Genévrier de Phoenicie (*Juniperus Phoenicea*) apparaît. Le sous bois est formé de romarin (*Rosmarinus officinalis*), et d'alfa (*Stipa tenacissima*) associé à l'armoise (*Artemisia herba alba*).

³⁶ Sans qu'il soit vraiment possible d'établir avec certitude s'il s'agit de problèmes de fiabilité des statistiques.

- *Les Basses Steppes*: L'armoise champêtre couvre les sols sablonneux et le jujubier les dépressions, garaâ et fonds d'oued au sol argileux. Autour des sebkhas, les plantes halophyles (Atriplex et Salsola) forment les associations salicoles.
- Au delà, on rencontre la végétation sub-désertique et désertique, en bordure du Sahara où les précipitations varient de 100 à 200 mm/an.

□ **Les ressources forestières**

L'année 1995 a coïncidé avec l'achèvement du premier inventaire forestier et pastoral en Tunisie. Les superficies indiquées dans le tableau 1.8 sont tirées de cet inventaire. Cette opération a permis de doter la Tunisie d'une couverture cartographique complète sur une superficie de 120 000 km² utilisant les images satellites, les photos aériennes et une cartographie informatique. Une base de données sur SIG a été constituée au Ministère de l'Agriculture, à partir des résultats de cet inventaire.

Tableau 1.8 : Résultats de l'Inventaire Forestier et pastoral national (1995)

Occupation	Superficie (ha)
1. Terrains forestiers	
Forêts	500 826
Boqueteaux	2 164
Maquis et garrigues arborés	132 898
Maquis et garrigues non arborés	194 850
S/TOTAL	830 738
2. Autres terrains Forestiers	
(pépinières, tranchées pare feu, pistes, clairières forestières)	12 074
3. Autres terrains	
(terrains nus, dunes, carrières, terrains rocheux)	128 006
4. Terrains de Parcours	
Prairies et pelouses	3 687
Nappes alfatières	743 306
Autres formations pastorales	3 338 965
Végétation des milieux rupicoles	45 788
Complexe steppe/agriculture	528 055
Autres formations végétales	46 228
S/TOTAL	4 774 029
TOTAL	5 744 846

Toujours d'après l'inventaire forestier et pastoral de 1995, les superficies forestières arborées totalisent 635.000 ha (catégories 1.a, 1.b et 1.c du tableau 1.8). La répartition de ces superficies selon les espèces est présentée dans le tableau 1.9. Le taux de boisement (non compris le Sahara) depuis l'indépendance est passé de 4% en 1956 à 9,4% en 1994. Néanmoins, comparé aux autres pays méditerranéens, ce taux reste toujours très faible.

Tableau 1.9 : Répartition des superficies des principales essences forestières en 1995

Essence	Ha
Pin d'Alep	365 220
Pin maritime	3 930
Résineux divers	43 227
Résineux prépondérants	11 442
Thuya	33 085
Chêne liège	60 379
Chêne Zeen	6 414
Autres chênes	6 084
Eucalyptus	29 294
Acacias	13 396
Feuillus divers	39 591
Feuillus prépondérants	23 828
TOTAL	635 890

□ **La production forestière**

L'exploitation et la mobilisation des ressources forestières se font dans le cadre des plans d'aménagement forestiers. Ceux-ci constituent des guides, dans le temps et dans l'espace, pour la gestion du patrimoine forestier.

Actuellement, environ 400.000 hectares de forêts naturelles et artificielles sont aménagées, mais avec des degrés de mise en œuvre très inégaux, et la presque totalité des nappes alfatières disposent d'un plan d'aménagement. Les principaux produits de ces milieux sont:

- Le bois: La possibilité forestière, évaluée à 340 000 m³ par année, n'est exploitée qu'à 60% en moyenne, et ce en dépit du déficit important du pays en produits ligneux, comblé par des importations qui se facturent, annuellement, à 100 millions de dinars. A cela, il y a lieu d'ajouter qu'à défaut d'une exploitation rationnelle, d'importantes proportions de bois dits de sciage et de bois de mine sont en réalité transformées en bois de trituration ou de chauffage ;
- Le liège: La suberaie tunisienne couvre environ 6% de la suberaie dans le monde, mais elle ne produit que 2,5% de la production mondiale. Elle varie de 80 000 à 100 000 quintaux par an. Bien qu'encore productive, cette forêt demeure constamment menacée par la dégradation née du feu, du surpâturage et des défrichements provoqués par les habitants et les riverains ;
- L'alfa: La production d'alfa a chuté de 120 000 tonnes en 1960 à 37 000 tonnes actuellement. La dégradation de la nappe et la désaffection des arracheurs pour les travaux de cueillette en sont les principales raisons ;
- Les produits forestiers non ligneux (PFNL) : Ils contribuent largement au bien-être des populations localisées à l'intérieur et près des forêts. Ils servent à l'alimentation des personnes et des animaux, sont utilisés pour la construction d'habitation et pour la médecine, et par conséquent contribuent aux revenus des populations locales. Une étude réalisée par la F.A.O. en 1992, montre que la Tunisie n'utilise que 5% de son potentiel en PFNL alors que l'ensemble des huit pays de la Méditerranée sont à une utilisation de 25% de leur potentiel.

□ Les ressources pastorales

Selon les statistiques officielles, issues des enquêtes de base agricoles la superficie théorique des parcours aurait augmenté de façon assez régulière de 1971 à 1992, avec une extension de 1,4 millions ha en deux décennies. Néanmoins, comme il a été signalé précédemment, cette évolution apparente est en contradiction avec les observations de terrain des pastoralistes et des cadres des divers projets de développement de l'élevage, qui constatent, chaque année, la mise en culture (arboriculture et céréaliculture), de terrains à vocation pastorale, dans toutes les régions.

Ils constatent notamment que, durant les bonnes années pluviométriques, les agriculteurs accroissent notablement les surfaces labourées au détriment des parcours. Ces terres marginales, à faible rendement céréalier sont souvent abandonnées après épuisement et se retrouvent comptabilisées en parcours bien qu'elles soient inutilisables ou fortement dégradées. Il en est de même pour des milliers d'hectares de plantations arboricoles, qui ont été implantées sans succès en zones marginales du centre et du sud et ont dégradé les sols de parcours occupés temporairement. En réalité, il est tout à fait probable que les parcours aient diminué à un rythme avoisinant les 30.000 ha par an durant les vingt dernières années.

1.8 SYNTHÈSE DES CIRCONSTANCES NATIONALES

Le tableau 1.10 rassemble les données essentielles relatives au contexte tunisien pour l'année 1994. Conformément à l'esprit de la décision 10/CP.2, il permet de mieux situer la Tunisie, en relation avec la problématique changement climatique.

Tableau 1.10 : Tableau synthétique des circonstances nationales

Paramètre	1994
Population (millions d'habitants).....	8,8
Part de la population urbaine (%).....	61%
Population se trouvant en situation de pauvreté absolue en 1995 (%) ^(*)	6,2%
Espérance de vie à la naissance (nombre d'années).....	71,2
Taux d'alphabétisation en % (relatif à la population âgée de 10 ans et plus).....	68%
Surface (km ²)	164.000
Produit Intérieur Brut aux prix du marché (année 1994) ^(**)	
• En valeurs courantes (milliards \$US).....	15,8
• En valeurs constantes (milliards \$US de 1990).....	12,8
Produit Intérieur Brut par habitant de l'année 1994 :	
• En valeurs courantes (\$US).....	1.795
• En valeurs constantes (\$US de 1990).....	1.455
Part du secteur informel dans l'économie en 1995 (% du PIB).....	20%
Part de l'Industrie dans le PIB (%).....	34%
Part des services dans le PIB (%).....	50%
Part de l'Agriculture dans le PIB (%).....	16%
Terres agricoles utiles (km ²).....	53.000
Surfaces annuellement mises en culture (km ²).....	41.000
Activités de l'élevage (Cheptel en 1000 têtes)	
• Bovins.....	662
• Ovins et Caprins.....	7.500
• Autres grands ruminants (camélidés, chevaux et autres équidés).....	246
• Gallinacés (essentiellement Poulets).....	53.000
Surfaces forestières (km ²).....	8.307

(*) Le calcul du taux de pauvreté absolue se fait en partant d'une population de référence à faible revenu. Il s'agit, selon l'Institut National des Statistiques, de la frange de population située autour du 20^{ème} percentile des dépenses des ménages. Le calcul du seuil de pauvreté comporte deux étapes : calcul de la composante alimentaire et calcul de la composante non alimentaire. La composante alimentaire est calculée sur la base du coût de la calorie de la ration alimentaire et du besoin énergétique minimum de la population de référence. La composante non alimentaire de ce seuil est calculée, en adoptant les mêmes proportions que celles des dépenses non alimentaires de la population de référence.

(**) Taux de change moyen en 1994 : 1 dinar tunisien = 1 US\$

CHAPITRE 2

INVENTAIRE DES GAZ A EFFET DE SERRE EN TUNISIE POUR L'ANNEE 1994

2.1. INTRODUCTION

La réalisation d'un inventaire des Gaz à Effet de Serre figure, parmi les principaux engagements de la Tunisie vis-à-vis de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)³⁷.

Le travail d'élaboration de l'inventaire des Gaz à Effet de Serre, en Tunisie, a été lancé en mai 1997, par l'organisation d'un atelier de formation, à l'initiative du projet TUN/95/G31, sous financement du Fonds Mondial pour l'Environnement (GEF). Le travail d'inventaire, proprement dit, a démarré en juin 1997. **Conformément aux recommandations de la Conférence des Parties, cet inventaire a été réalisé en appliquant la version 1996 de la méthodologie de l'IPCC/OCDE, et a consisté à évaluer les émissions et absorptions anthropiques de GES de la Tunisie pour l'année 1994.**

Les différents travaux d'inventaire ont été entrepris sous la coordination du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (MEAT), et avec la participation active de plusieurs institutions, en particulier le Ministère de l'Agriculture et l'Agence Nationale des Energies Renouvelables. Plusieurs autres institutions ont été également impliquées, notamment dans la préparation des informations nécessaires pour les calculs d'inventaire. On peut citer l'Office National de l'Assainissement, le Ministère de l'Industrie, etc.

Les travaux d'inventaire se sont déroulés en trois étapes : (i) Rédaction d'un premier rapport décrivant la base de données électronique créée et les procédures automatiques de calcul utilisées par cette base de données ; (ii) Rédaction d'un second document à l'occasion de la COP4 (Buenos Aires, novembre 1998), (iii) Rédaction d'un troisième document, à l'occasion de la COP5 (Bonn, octobre 1999).

Le présent chapitre représente une synthèse de la version définitive de l'inventaire des GES. Pour plus de détails, il sera possible de consulter le document d'inventaire³⁸, qui comporte, outre une partie analytique, tous les tableaux chiffrés, présentés selon le format préconisé par le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC).³⁹ Ce document d'inventaire a été transmis au Secrétariat de la CCNUCC au même titre que la présente communication initiale de la Tunisie.

Il est à noter que l'inventaire des GES est appelé à faire l'objet d'une actualisation, vraisemblablement selon une fréquence annuelle. Sa réalisation devrait, par conséquent, se faire selon une approche dynamique et évolutive, intégrant :

- Les nouveaux développements méthodologiques, qui seraient réalisés par les équipes d'experts regroupées par les organismes mandatés par la COP ;
- Les précisions supplémentaires (nationales ou internationales) sur les données d'activité et sur les facteurs d'émission entrant dans les calculs d'inventaire.

³⁷ **Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques - Article 4.1.a** : « ... **Toutes les Parties, tenant compte de leurs responsabilités communes mais différenciées et de la spécificité de leurs priorités nationales et régionales de développement, de leurs objectifs et de leur situation, établissent, mettent à jour périodiquement et mettent à la disposition de la Conférence des Parties, conformément à l'article 12, des inventaires nationaux des émissions anthropiques par leurs sources et de l'absorption par leurs puits de tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal, en recourant à des méthodes comparables qui seront approuvées par la Conférence des Parties...** »

³⁸ « *Inventaire des Gaz à Effet de Serre en Tunisie – année 1994* », République Tunisienne, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, septembre 1999.

³⁹ Plus connu sous son appellation anglaise : *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*

2.2. SYNTHÈSE DE L'INVENTAIRE DES GES

Les émissions anthropiques **nettes** de GES de la Tunisie se sont élevées à **23,4 millions** de tonnes équivalent CO₂ (TE-CO₂), ce qui représente 2,66 TE-CO₂ par habitant ou 1,8 TE-CO₂ par millier de US\$ de PIB (prix constant de 1990). La Tunisie **contribue donc d'une manière relativement limitée** à l'amplification de l'effet de serre, en comparaison à d'autres nations, même si le ratio émissions par unité de PIB est sensiblement plus élevé que celui de nations plus développées. Le tableau comparatif 2.1 présente les niveaux d'émissions atteints dans un certain nombre de pays ainsi que quelques ratios illustratifs :

Tableau 2.1 : Comparaison des émissions de GES dans un certain nombre de pays

	Emissions nettes (Millions TE-CO ₂)	Emissions/tête (TE-CO ₂)	Emissions par 1000 US\$ de PIB (prix constants 1990)
Tunisie	23	2,66	1,83
Maroc	42	1,76	1,64
Etats Unis	4 734	18,9	0,86
France	450	7,9	0,38
Grande Bretagne	676	11,6	0,67

NB : les données pour la Tunisie sont celles de l'année 1994. Pour les autres pays, il s'agit des données de l'année 1990.

Les analyses agrégées des émissions tunisiennes montrent la domination du CO₂ qui représente 66% des émissions nationales **nettes**, suivi du N₂O avec 18% et du CH₄ avec 16% (figure 2.1).

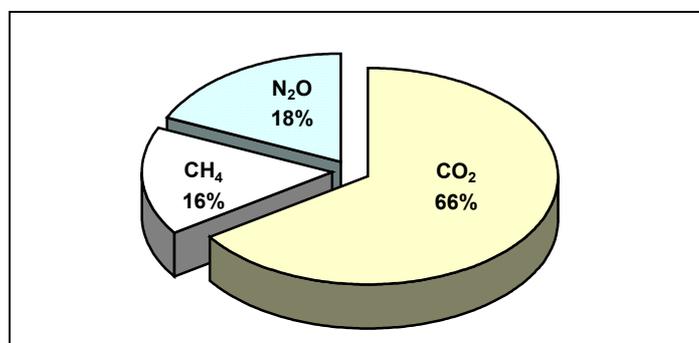


Figure 2.1 : Répartition des émissions tunisiennes nettes de GES par type de gaz (%)

Par ailleurs, en termes **bruts** (compte non tenu de l'absorption du carbone), les émissions tunisiennes se sont élevées à **28,9 millions** de TE-CO₂ en 1994, soit 3,3 TE-CO₂ par habitant. L'absorption de GES, s'est, quant à elle élevée à 5,5 millions de tonnes de CO₂ en 1994, soit 0,6 tonnes de CO₂ par habitant.

Les analyses des émissions tunisiennes **brutes** par source montrent la prépondérance de l'énergie dans le bilan des émissions (figure 2.2). En effet, avec 15,3 millions de TE-CO₂, les utilisations énergétiques représentent plus de la moitié des émissions nationales brutes. Avec 6 millions de TE-CO₂, les activités agricoles se situent en deuxième position (21% des émissions brutes), puis viennent la forêt et les procédés industriels avec respectivement 3,7 millions de TE-CO₂ (13%) et 2,8 millions de TE-CO₂ (10%) des émissions nationales brutes.

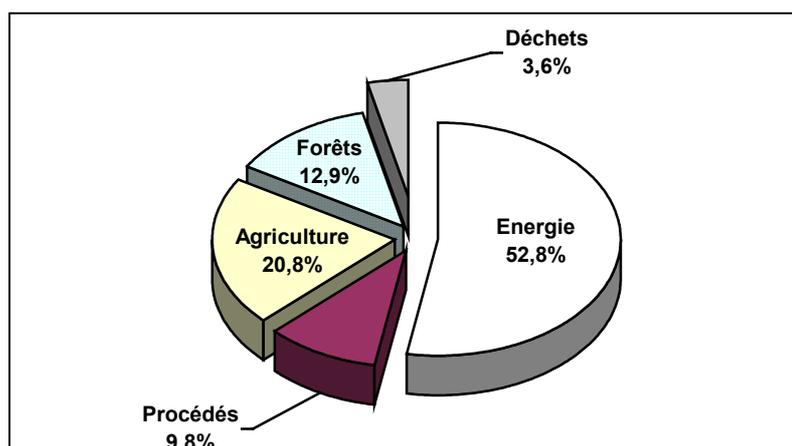


Figure 2.2 : Répartition des émissions tunisiennes brutes de GES par source (%)

2.3. RESULTATS AGREGES EN TERME D'EQUIVALENT CO₂

ANALYSES GLOBALES

En 1994, les émissions anthropiques tunisiennes nettes⁴⁰ de GES se sont élevées à 23,4 millions de tonnes équivalent CO₂ (TE-CO₂). Les analyses agrégeant le CO₂, le CH₄ et le N₂O montrent l'importance du CO₂ qui représente 66% des émissions nationales **nettes**, suivi du N₂O et du CH₄ qui représentent des proportions similaires comme le montre la figure 2.1. Le tableau 2.2 détaille la répartition des émissions nettes de GES par type de gaz et par source d'émission.

Tableau 2.2 : Synthèse des émissions nettes de GES en Tunisie en 1994 (1000 TE-CO₂)⁴¹

	Emissions nettes de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Total National des émissions/absorptions	15 323,7	3 783,5	4 260,4	23 367
1 - Energie	14 257,4	925,2	68,6	15 251
2 - Procédés Industriels	2 839,0		0,5	2 840
3 - Solvants				
4 - Agriculture		1 996,6	4 021,6	6 018
- Changements d'affectation des sols et forêts	- 1 772,7			- 1 773
6 - Déchets		861,6	169,7	1 031
Soutes Internationales(*)	776,4	0,151	6,620	783,2

(*) Conformément à la méthodologie de l'IPCC, les émissions dues aux soutes internationales (approvisionnement en combustibles des avions ou des bateaux opérant sur des lignes internationales) ne sont pas comptabilisées dans les émissions tunisiennes

⁴⁰ Il convient de noter qu'une distinction terminologique doit être faite entre émissions nettes et émissions brutes. En effet, les émissions brutes comptabilisent l'ensemble des émissions de GES dues aux activités humaines, sans inclure les quantités de gaz absorbées par les écosystèmes. Par contre, les émissions nettes sont calculées en faisant le solde des émissions et des absorptions anthropiques de GES.

⁴¹ Emissions calculées sur la base d'un Potentiel de Réchauffement Global (en anglais Global Warming Potential : GWP), sur une durée d'intégration de 100 ans, égal à : (i) 1 pour le CO₂ ; (ii) 21 pour le CH₄ ; et (iii) 310 pour le N₂O. Le GWP permet d'agréger les 3 principaux gaz à effet de serre sur la base d'une unité commune exprimant le pouvoir radiatif de chacun des gaz considérés, par rapport au gaz de référence qui est le CO₂.

Le tableau 2.3 détaille les émissions de GES, d'une part, et les absorptions de GES, d'autre part. La colonne Total EMISSIONS BRUTES reprend uniquement les émissions totales de GES, sans comptabiliser les absorptions. A titre d'illustration, les émissions brutes de GES se sont élevées à 28,9 millions de TE-CO₂ en 1994, soit 3,3 TE-CO₂ par habitant. L'absorption de GES, sous forme de carbone, s'est, quant à elle, élevée à 5,5 millions de tonnes en 1994.

**Tableau 2.3 : Synthèse des émissions brutes de GES en Tunisie en 1994
(1000 TE- CO₂)**

	Emissions de CO ₂	Absorptions de CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total EMISSIONS BRUTES	(%)
Total National des émissions/absorptions	20 827,2	-5 503,5	3 783,5	4 260,4	28 870	100%
1 - Energie	14 257,4		925,2	68,6	15 251	52,8%
2 - Procédés Industriels	2 839,0			0,5	2 840	9,8%
3 - Solvants						
4 - Agriculture			1 996,6	4 021,6	6 018	20,8%
5 - Changements d'affectation des sols et forêts	3 730,8	-5 503,5			3 731	12,9%
6 - Déchets			861,6	169,7	1 031	3,6%

RESULTATS AGREGES PAR GAZ

Le tableau 2.4 présente les émissions tunisiennes des trois principaux gaz à effet de serre en 1994. Il montre la domination du CO₂, qui représente, avec ses 15 millions de tonnes nettes émises, les 2/3 des émissions tunisiennes nettes de GES. Le N₂O vient en deuxième position avec 4,2 millions de TE-CO₂, talonné de près par le CH₄ avec 3,8 millions de TE-CO₂.

Tableau 2.4 : Emissions tunisiennes des trois principaux GES

	Emissions brutes de GES (1000 tonnes)	Absorptions de GES (1000 tonnes)	Emissions nettes de GES (1000 tonnes)	Emissions nettes de GES (1000 TE- CO ₂)
CO₂	20 827,2	-5 503,5	15 323,7	15 324
CH₄	180,2		180,2	3 783
N₂O	13,7		13,7	4 260
TOTAL				23 367

RESULTATS AGREGES PAR SOURCE

Six sources anthropiques principales d'émissions/absorptions de GES ont été définies par la méthodologie de l'IPCC/OCDE :

- L'énergie;
- Les procédés industriels;
- Les solvants;
- L'agriculture;
- Les changements d'affectation des sols et la forêt;
- Les déchets.

Le tableau 2.5 détaille les émissions brutes de GES par source en terme d'équivalent CO₂. La figure 2.2, présentée au début de ce chapitre, fournit une présentation graphique de ces données.

Tableau 2.5 : Emissions brutes agrégées de GES par source d'émission en Tunisie en 1994

	Emissions brutes (1000 TE-CO ₂)	(%)	Emissions nettes (1000 TE- CO ₂)
Energie	15 251	52,8%	15 251
Procédés	2 839	9,8%	2 839
Solvants	0	-	0
Agriculture	6 018	20,8%	6 018
Forêts et CAS^(*)	3 731	12,9%	- 1 772
Déchets	1 031	3,6%	1 031
	28 870	100,0%	23 367

(*) CAS : Changement d'affectation des sols.

Le tableau précédent montre la domination des **UTILISATIONS ENERGETIQUES** en tant que source de GES avec 15 millions de TE-CO₂, soit 53% des émissions brutes tunisiennes. Avec 92% des émissions du secteur de l'énergie, la combustion énergétique est la première source d'émission, devançant largement les émissions fugitives qui totalisent moins de 8% des émissions du secteur de l'énergie (tableau 2.6 et figure 2.3). Cependant, cette dernière source se trouve sur une courbe ascendante, compte tenu du renforcement de l'utilisation du gaz naturel dans toutes les activités économiques.

Tableau 2.6 : Emissions agrégées de GES dues aux utilisations énergétiques en Tunisie en 1994

	1000 x TE-CO ₂	(%)
TOTAL COMBUSTION	14 067,5	92,2 %
Industries énergétiques	4 067,6	26,7%
Industries manufacturières et mines	3 335,9	21,9%
Transport	3 408,3	22,3%
Tertiaire	763,4	5,0%
Résidentiel	1 611,8	10,6%
Agriculture & Forêts	880,5	5,8%
TOTAL EMISSIONS FUGITIVES	1 183,6	7,8 %
TOTAL ENERGIE	15 251,1	100,0%

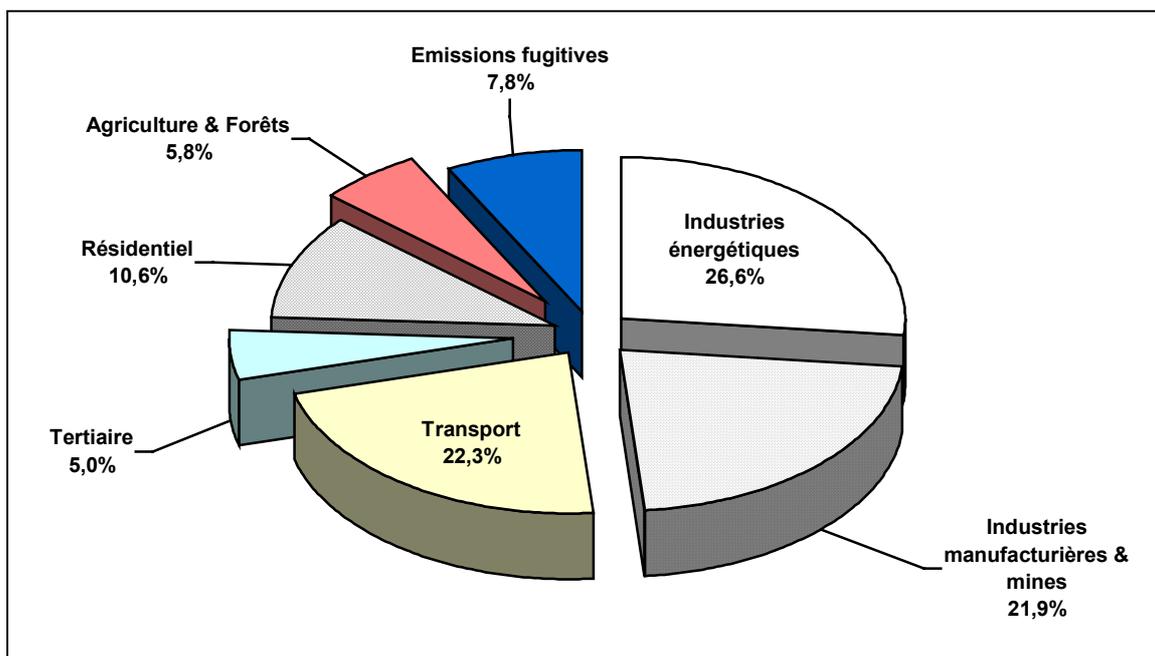


Figure 2.3 : Répartition des émissions de GES dues aux utilisations énergétiques (%)

L'AGRICULTURE est, en outre, la seconde source de GES avec 6 millions de TE-CO₂, soit pratiquement le 1/5^{ème} des émissions tunisiennes (tableau 2.5). L'importance du secteur agricole, en tant que source d'émissions de GES s'explique essentiellement par l'importante contribution du N₂O qui représente les 2/3 des émissions agrégées dues au secteur agricole, et le CH₄ qui représente 1/3 de ces émissions. Il convient de noter qu'au sein du secteur agricole, c'est l'épandage d'engrais chimiques et organiques (sols agricoles) qui contribue le plus aux émissions de N₂O⁴², et ce sont les animaux domestiques (fermentation entérique et gestion des déchets) qui contribuent le plus aux émissions de CH₄. Le tableau 2.7 et la figure 2.4 détaillent les émissions de GES provenant du secteur agricole.

Tableau 2.7 : Emissions agrégées de GES dues à l'agriculture en Tunisie en 1994

	1000 x TE- CO ₂	(%)
TOTAL AGRICULTURE	6 018	100,0%
Fermentation entérique	1 757	29,2 %
Gestion des déchets animaux	409	6,8 %
Sols agricoles	3 833	63,7%
Brûlage des résidus de récoltes	19	0,3%

⁴² L'utilisation des engrais en Tunisie, en termes absolus et ramenée à l'unité de surface, reste dans des proportions relativement limitées en comparaison aux niveaux d'utilisation dans les pays industrialisés. En fait, l'importance des émissions dues à l'utilisation des engrais s'explique essentiellement par le pouvoir radiatif du N₂O, émanant de l'épandage des engrais à forte composante d'azote.

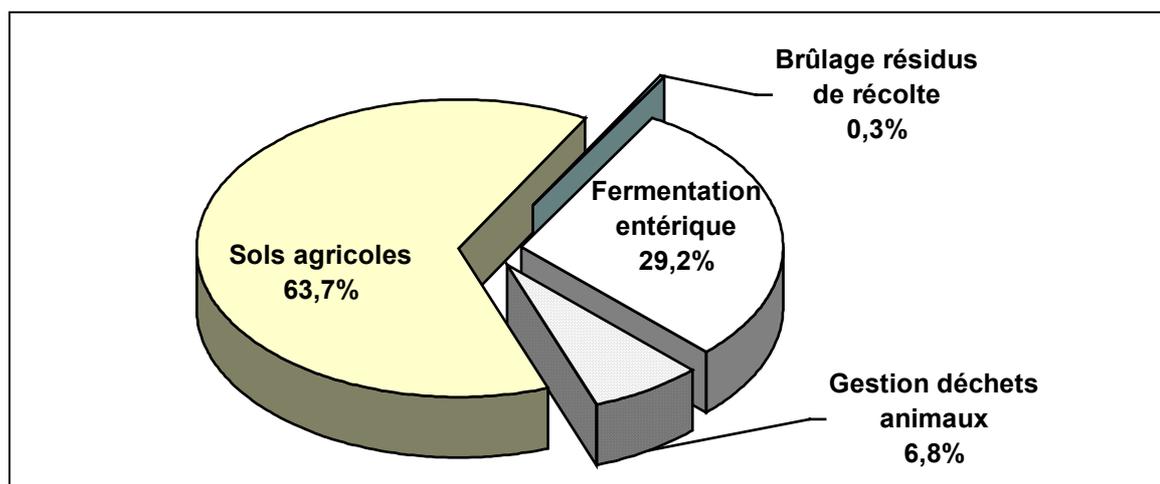


Figure 2.4 : Répartition des émissions de GES dues à l'agriculture (%)

LA FORET ET LE CHANGEMENT D'AFFECTION DES SOLS sont la troisième source d'émission de GES (tableau 2.5), avec environ 13% du bilan des émissions brutes. Les émissions brutes dues à la forêt sont essentiellement dominées par les émissions de CO₂ dues aux utilisations énergétiques de la biomasse, qui contribuent pour 93% des gaz émis par cette source.⁴³ Par ailleurs, il est important de rappeler qu'en agrégeant les émissions dues à la forêt, d'un côté, et l'absorption du carbone par les ressources végétales tunisiennes, d'un autre, on obtient un bilan net d'émission de -1,7 millions de tonnes de CO₂, traduisant une absorption de CO₂ par les ressources végétales, supérieure aux émissions dues à cette source.

Ce bilan écologiquement positif cache, cependant, des déséquilibres régionaux importants. En effet, la plus grande partie des absorptions se situe dans le centre de la Tunisie, où l'on retrouve la majeure partie des ressources oléicoles tunisiennes,⁴⁴ et où le bilan est largement positif. A l'inverse, le nord du pays observe un déficit chronique (émissions supérieures aux absorptions) du fait de l'importance des prélèvements faits par la population, sur le couvert végétal, à des fins énergétiques.⁴⁵ Le tableau 2.8 et la figure 2.5 donnent le détail des émissions de GES dues à la forêt et aux changements d'affectation des sols.

Tableau 2.8 : Emissions agrégées de GES dues à la forêt et aux changements d'affectation des sols en Tunisie en 1994

	1000 x TE-CO ₂ brutes	(%)	1000 x TE-CO ₂ nettes
TOTAL Forêt et CAS	3 730,8	100,0%	- 1 772,7
Biomasse-énergie	3 500,9	93,8%	3 500,9
Autres utilisations du bois	185,9	5,0%	185,9
Emissions des sols	44,0	1,2%	44,0
Ecosystèmes forestiers		-	- 811,6
Autres systèmes végétaux (arboriculture et plantations routières)		-	- 4 691,9

NB : les évaluations ayant débouché sur les résultats ci-dessus ont été préparées en suivant la méthodologie de l'IPCC/OCDE.

⁴³ Il convient de noter que la forêt n'est concernée que par les émissions de CO₂, puisque les émissions de GES autres que le CO₂ imputables aux usages énergétiques de la biomasse sont intégrées dans le module énergie de l'inventaire des GES, comme préconisé par la méthodologie de l'IPCC/OCDE.

⁴⁴ Cf. Annexe 3. Se référer également à la section 2.5.

⁴⁵ Se référer aux documents 73, 74, 75, et 76 mentionnés en annexe 2 du présent document.

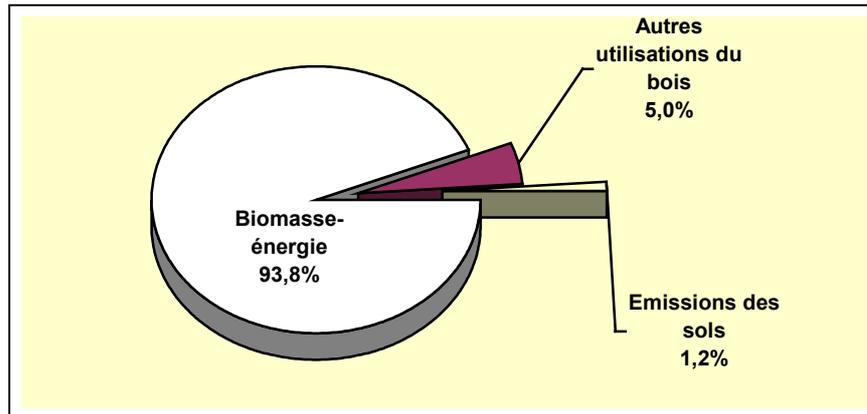


Figure 2.5 : Répartition des émissions de GES dues à la forêt et aux changements d'affectation des sols (%)

LES PROCEDES INDUSTRIELS sont la quatrième source d'émission de GES par ordre d'importance, avec environ 10% du bilan des émissions brutes. Il convient de noter que les émissions de CO₂ des industries cimentières (incluses dans les industries minérales) sont les principales contributrices aux émissions dues aux procédés, avec 87% des émissions de cette source. Par ailleurs, la métallurgie-sidérurgie contribue pour 10% des émissions agrégées dues aux procédés industriels, comme le montrent le tableau 2.9 et la figure 2.6.

Tableau 2.9 : Emissions agrégées de GES dues aux procédés industriels en Tunisie en 1994

	1000 x TE-CO ₂	(%)
TOTAL PROCEDES INDUSTRIELS	2 839,5	100,0%
Industries minérales	2 546,9	89,7%
Industries chimiques	0,5	-
Industries métallurgiques	292,1	10,3%

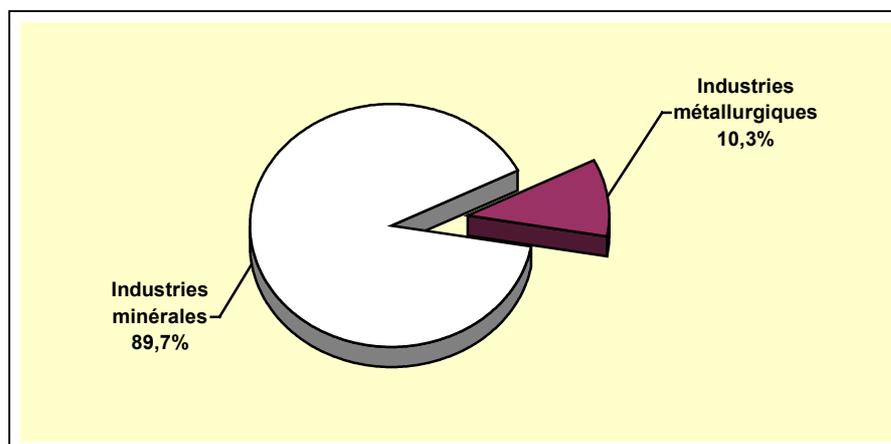


Figure 2.6 : Répartition des émissions de GES dues aux procédés industriels (%)

Enfin, en ce qui concerne **LES DECHETS**, leur contribution reste relativement peu significative, puisque avec 1 million de TE-CO₂, elle n'atteint que 3,6% des émissions nationales brutes (tableau 2.5). Les émissions dues au déchets se répartissent à raison de 84% pour le CH₄ et 16% pour le N₂O. Il est également à noter la prépondérance des déchets solides mis en décharge, qui représentent 65% des émissions dues aux déchets, suivis des déchets liquides qui contribuent pour le 1/5ème des émissions provenant des déchets (tableau 2.10 et figure 2.7).

Tableau 2.10 : Emissions agrégées de GES dues aux déchets en Tunisie en 1994

	1000 x TE-CO₂ brutes	(%)
TOTAL DECHETS	1 031,3	100,0%
Déchets solides	669,2	64,9%
Déchets liquides	192,4	18,7%
Rejets humains	169,7	16,4%

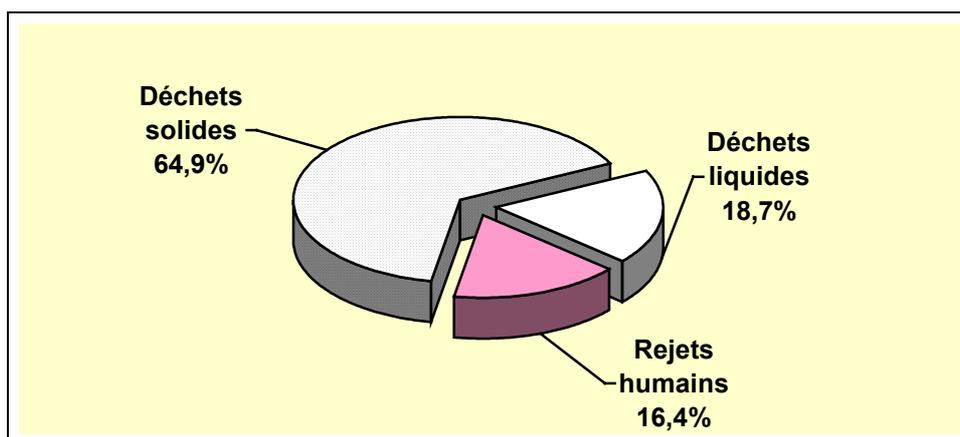


Figure 2.7 : Répartition des émissions de GES dues aux déchets (%)

Enfin, en ce qui concerne les **SOLVANTS**, ils restent une source mineure d'émissions. Par ailleurs, du fait que seuls les COVNM sont concernés par cette source, ils ne font pas l'objet d'analyses agrégées en terme d'équivalent CO₂.

2.4. ANALYSES DES EMISSIONS PAR GAZ

Le tableau 2.11 synthétise les émissions tunisiennes de l'ensemble des gaz objets de la présente étude. Un tableau détaillé est présenté à la fin de cette section. Il met en évidence l'importance des émissions du CO₂, bien entendu, avec 15 millions de tonnes. Par ailleurs, le CO est le second gaz émis en Tunisie, en unités originales, soit 370.000 tonnes, devançant largement le CH₄ dont les émissions s'élèvent à 180.000 tonnes.

Tableau 2.11 : Emissions tunisiennes nettes de GES en 1994 (unités d'origine)

	(1000 tonnes)
CO ₂ *	15 323,7
CH ₄	180,2
N ₂ O	13,7
CO	370,0
NO _x	68,4
COVNM	110,6
SO ₂	77,9

(*) Emissions nettes

EMISSIONS DES TROIS PRINCIPAUX GAZ A EFFET DE SERRE (CO₂, CH₄, N₂O)

□ **Les émissions de CO₂**

Avec 15 millions de tonnes nettes, le CO₂ représente le premier Gaz à Effet de Serre émis en Tunisie. Les émissions/absorptions de CO₂ par source se présentent comme indiqué dans le tableau 2.12 et les figures 2.8 et 2.9.

Tableau 2.12 : Emissions de CO₂ par source en Tunisie (1994)

	Emissions brutes (1000 tonnes)	(%)	Emissions nettes (1000 tonnes)
Energie	14 257,4	68,5 %	14 257,4
Procédés	2 839,0	13,6 %	2 839,0
Solvants	-	-	-
Agriculture	-	-	-
Forêts et CAS	3 730,8	17,9 %	- 1 772,7
Déchets	-	-	-
Total CO₂	20 827,2	100,0%	15 323,7

Ce tableau montre la domination de l'énergie dans le total des émissions de CO₂, avec une contribution dépassant les 2/3 des émissions tunisiennes brutes de CO₂, alors que les forêts se classent en seconde position avec 18% des émissions brutes totales de CO₂.

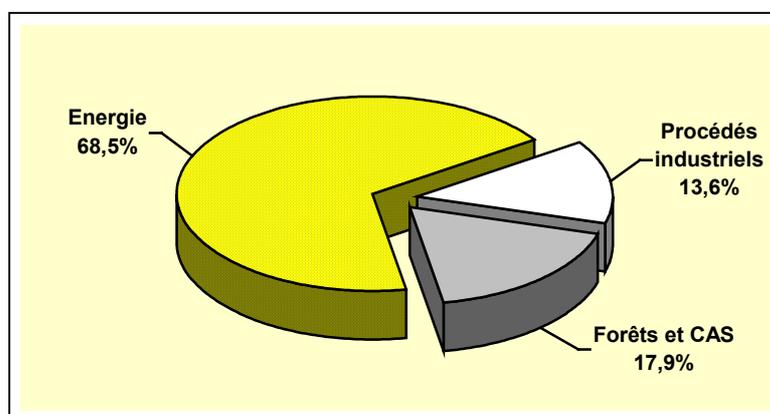


Figure 2.8 : Répartition des émissions de CO₂ par source en Tunisie en 1994 (%)

Il faut également noter l'importance des capacités d'absorption de carbone par les écosystèmes végétaux tunisiens qui atteignent -5,5 millions de tonnes de CO₂, ce qui représente plus du quart des émissions brutes de CO₂ du pays. L'absorption du carbone par ces écosystèmes compense largement les prélèvements du carbone découlant de l'utilisation des produits végétaux, notamment pour satisfaire les besoins énergétiques. Le système végétal tunisien représente, par conséquent, un facteur important d'équilibre écologique aussi bien au niveau local que global.

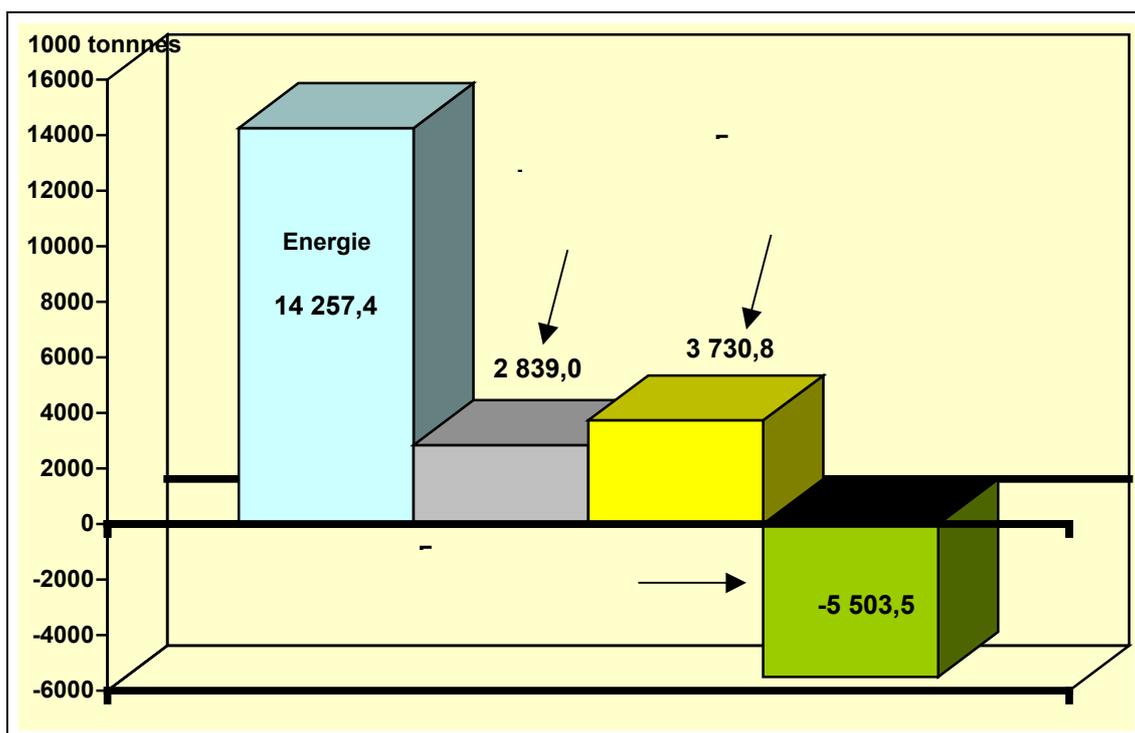


Figure 2.9 : Contribution des différentes sources au bilan du CO₂ en Tunisie (1994)

□ Les émissions de CH₄

Avec 180.000 tonnes émises en 1994, le CH₄ est le troisième gaz émis par ordre d'importance, aussi bien en terme d'unités d'origine qu'en terme d'équivalent CO₂.

Les émissions de CH₄ sont essentiellement dues aux activités agricoles (notamment l'élevage), qui représentent plus de la moitié de ces émissions (tableau 2.13 et figure 2.10). Les utilisations énergétiques, en raison de l'importance des émissions fugitives, et de l'usage de la biomasse-énergie, viennent en seconde position, avec quasiment le quart des émissions. Enfin, la gestion des déchets (décharges d'ordures et traitement des eaux usées), vient en dernière position avec 23% des émissions.

Tableau 2.13 : Emissions de CH₄ par source en Tunisie (1994)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	44,1	24,4 %
Procédés	-	-
Solvants	-	-
Agriculture	95,1	52,8 %
Forêts et CAS		-
Déchets	41,0	22,8 %
Total CH₄	180,2	100,0%
Soutes internationales	0,007	

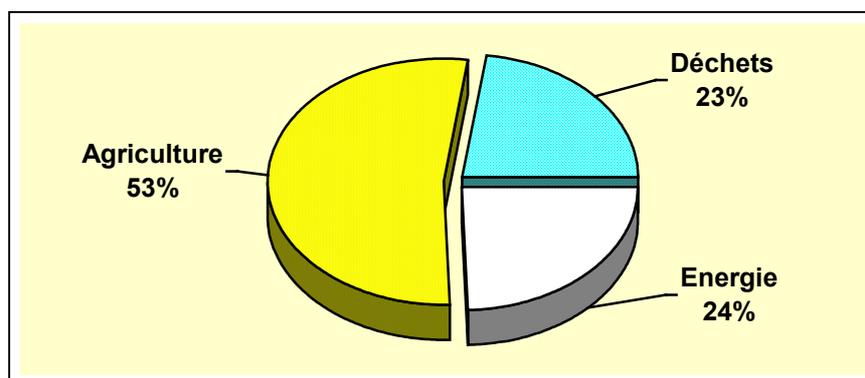


Figure 2.10 : Répartition des émissions de CH₄ par source en Tunisie en 1994 (%)

□ **Les émissions de N₂O**

Avec à peine 14.000 tonnes émises en 1994, le N₂O est le dernier gaz émis par ordre d'importance, en terme d'unités d'origine. Cependant, en raison de son pouvoir radiatif supérieur aux autres gaz, il se situe en seconde position en terme d'équivalent CO₂.

Les émissions de N₂O sont dominées d'une manière écrasante par les activités agricoles qui représentent 94% des émissions (tableau 2.14 et figure 2.11). L'importance de cette source d'émissions s'explique essentiellement par l'utilisation des engrais organiques et chimiques, en dépit des quantités relativement limitées d'engrais épandés, en terme absolu et par unité de surface, en comparaison aux pays industrialisés. Les émissions de N₂O, imputables aux déjections animales dans les pâturages, contribuent également d'une façon significative aux émissions de N₂O.

Tableau 2.14 : Emissions de N₂O par source en Tunisie (1994)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	0,221	1,6%
Procédés	0,002	-
Solvants	-	-
Agriculture	12,973	94,4%
Forêts et CAS		-
Déchets	0,547	4,0%
Total N₂O	13,743	100,0%
Soutes internationales	0,021	

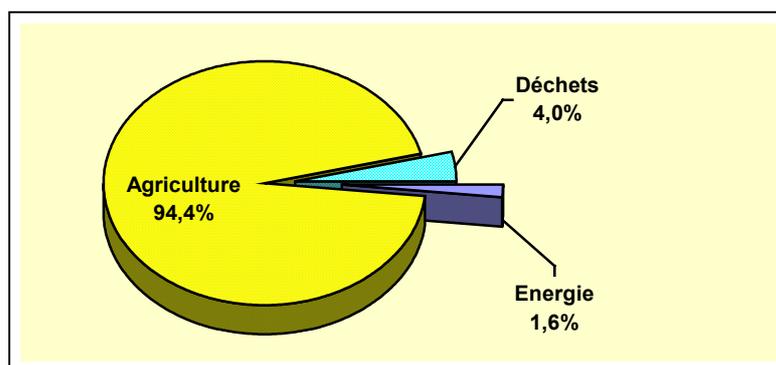


Figure 2.11 : Répartition des émissions de N₂O par source en Tunisie en 1994 (%)

EMISSIONS DE SO₂ ET DES GAZ PRECURSEURS DE L'OZONE

En outre, la méthodologie de l'IPCC préconise l'estimation des émissions de gaz précurseurs de l'ozone (CO, NO_x et COVNM), qui sont des gaz à effet radiatif indirect, ainsi que du SO₂. Le tableau 2.15 présente les résultats des estimations des émissions de ces gaz pour l'année 1994.

Il faut rappeler que, conformément aux préconisations de l'IPCC, le SO₂ a été incorporé dans l'inventaire des GES bien qu'il ne soit pas réellement un gaz à effet de serre; bien au contraire, il a un pouvoir « refroidissant ». Son intégration se justifie donc par la nécessité de tenir compte de tous les gaz émis, quel que soit leur effet (réchauffement ou refroidissement), afin d'en faire le solde ultérieurement.

Tableau 2.15 : Emissions du SO₂ et des gaz précurseurs de l'ozone en Tunisie en 1994 (1000 tonnes)

	CO	NO _x	COVNM	SO ₂
Total National des émissions	68,445	370,059	110,645	77,855
1 - Energie	67,861	355,641	64,387	76,357
2 - Procédés Industriels	0,039	0,084	34,903	1,498
3 - Solvants			11,355	
4 - Agriculture	0,545	14,334		
5 - Changements d'affectation des sols et forêts				
6 - Déchets				
Soutes Internationales(*)	3,745	1,440	0,605	0,720

(*) Emissions non comptabilisées dans le total des émissions tunisiennes

□ Les émissions de CO

Les émissions tunisiennes de CO ont atteint 370.000 tonnes en 1994 (tableau 2.16 et figure 2.12). C'est le secteur de l'énergie qui est le principal contributeur à ces émissions avec 96%, en particulier en raison de l'utilisation de carburants dans le secteur des transports, et de l'utilisation de la biomasse-énergie par les ménages.

Tableau 2.16 : Emissions de CO par source en Tunisie (1994)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	355,641	96,1 %
Procédés	0,084	-
Solvants	-	
Agriculture	14,334	3,9 %
Forêts et CAS		
Déchets		
Total CO	370,059	100,0%
Soutes internationales	1,440	

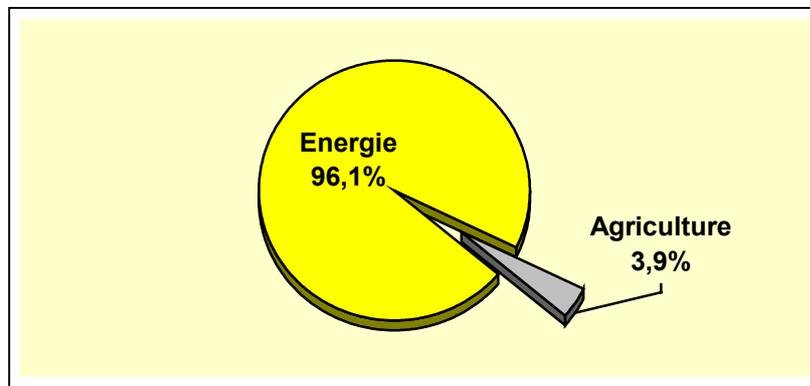


Figure 2.12 : Répartition des émissions de CO par source en Tunisie en 1994 (%)

□ **Les émissions de NO_x**

Les émissions tunisiennes de NO_x ont dépassé 68.000 tonnes en 1994. Au delà de leur impact global, ces émissions sont particulièrement importantes à un niveau local, compte tenu de la concentration de ces émissions dans les zones urbaines. En effet, le tableau 2.17 et la figure 2.13 indiquent que les émissions de NO_x découlent essentiellement de la combustion de l'énergie (plus de 99% des émissions), et particulièrement dans le secteur des transports, qui contribue à lui seul, pour la moitié des émissions nationales de NO_x.

Tableau 2.17 : Emissions de NO_x par source en Tunisie en 1994 (%)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	67,861	99,2 %
Procédés	0,039	-
Solvants^(*)	-	-
Agriculture	0,545	0,8 %
Forêts et CAS^(**)		-
Déchets		
Total NO_x	68,445	100,0%
Soutes internationales	3,745	

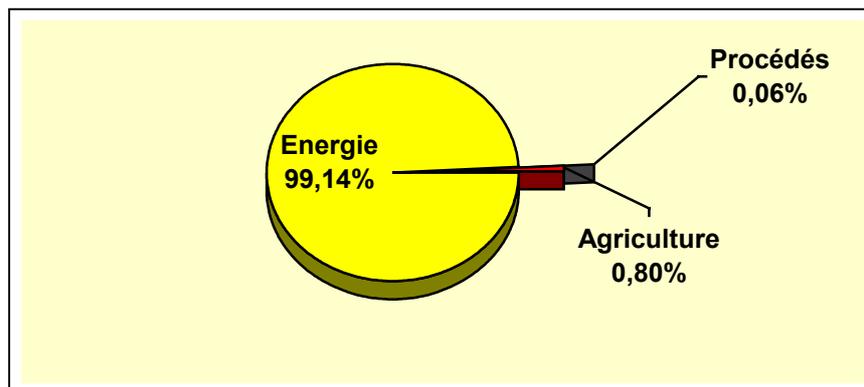


Figure 2.13 : Répartition des émissions de NO_x par source en Tunisie en 1994 (%)

□ Les émissions de COVNM

Les émissions tunisiennes de COVNM ont atteint 110.000 tonnes en 1994. Là aussi, le secteur de l'énergie est le principal contributeur à ces émissions avec 58%, à travers la combustion dans les secteurs transport et résidentiel, ainsi que dans les opérations de raffinage du pétrole (tableau 2.18 et figure 2.14).

Par ailleurs, les procédés industriels sont la seconde source émettrice de COVNM, avec 32% des émissions. Enfin, l'utilisation des solvants est la dernière source d'émission avec 10% des COVNM émis en 1994.

Tableau 2.18 : Emissions de COVNM par source en Tunisie (1994)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	64,387	58,2 %
Procédés	34,903	31,5 %
Solvants	11,355	10,3 %
Agriculture		
Forêts et CAS		
Déchets		
Total COVNM	110,645	100,0%
Soutes internationales	0,605	

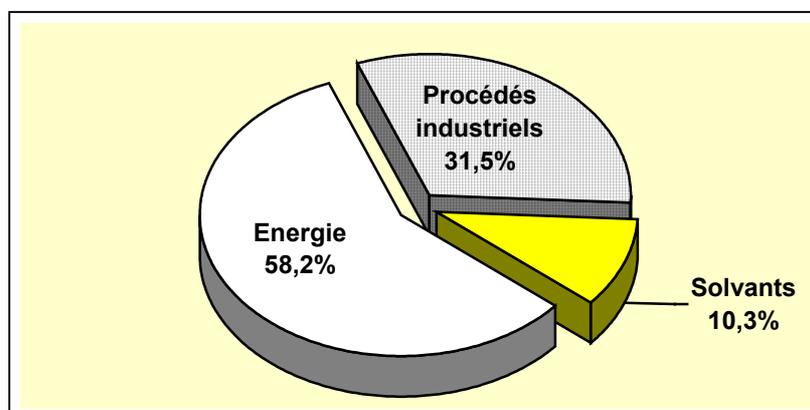


Figure 2.14 : Répartition des émissions de COVNM par source en Tunisie en 1994 (%)

□ Les émissions de SO₂

Les émissions tunisiennes de SO₂ ont atteint 78.000 tonnes en 1994. Avec 98% de ces émissions, le secteur de l'énergie est le principal contributeur à ces émissions (tableau 2.19 et figure 2.15), à travers l'utilisation du fioul lourd par les centrales thermiques de production d'électricité et par l'industrie. Par ailleurs, le reste des émissions de SO₂ est dû aux procédés industriels.

Tableau 2.19 : Emissions de SO₂ par source en Tunisie (1994)

	(1000 tonnes)	(%)
Energie	76,357	98,1 %
Procédés	1,498	1,9 %
Solvants	-	
Agriculture		
Forêts et CAS		
Déchets		
Total SO₂	77,855	100,0%
Soutes internationales	0,720	

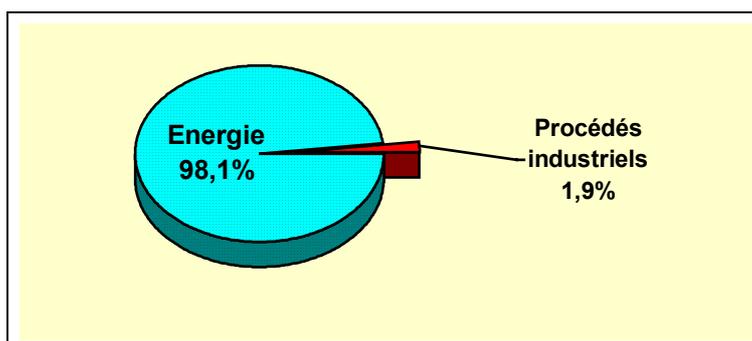


Figure 2.15 : Répartition des émissions de SO₂ par source en Tunisie en 1994 (%)

2.5. ANALYSES SUCCINCTES DES EMISSIONS PAR SOURCE

L'ENERGIE

L'utilisation de l'énergie est la première source d'émissions de GES en Tunisie. A l'exception du CH₄ et du N₂O, où elle représente respectivement 24% et 1,6% des émissions nationales, elle est systématiquement la source majeure d'émission des autres gaz. Elle représente, en effet:

- Plus des deux tiers des émissions nationales brutes de CO₂;
- 99 % des émissions de NO_x;
- 96 % des émissions de CO;
- 58 % des émissions de COVNM;
- 98 % des émissions de SO₂.

La combustion de l'énergie est la principale source d'émission due aux utilisations énergétiques, suivie des émissions fugitives.

La production d'électricité représente généralement la première source d'émission de GES du secteur de l'énergie. Elle est non seulement la première activité contributrice aux émissions de CO₂ du secteur de l'énergie, avec 3,8 millions de tonnes, mais également la première activité contributrice aux émissions de CO₂, toutes sources de GES confondues.

Il faut cependant mettre l'accent sur deux particularités des émissions de CO₂ dues à la combustion de l'énergie :

- L'affectation des émissions du secteur électrique, aux secteurs consommateurs, au prorata de leurs consommations finales respectives d'électricité, induirait un renforcement du poids du secteur industriel en tant que source d'émissions de CO₂. En effet, comme le montre le tableau suivant, les industries manufacturières et mines contribueraient alors pour plus de 5 millions de tonnes d'émissions de CO₂, soit 38% des émissions imputables à la combustion énergétique ;
- Si, en plus de l'itération précédente, on intégrait les émissions dues à l'utilisation de la biomasse (qui ont été prises en compte dans la forêt, comme recommandé par la méthodologie de l'IPCC/OCDE, mais uniquement pour des raisons de commodité de calculs), on obtiendrait alors une image encore plus fidèle de la contribution de chaque secteur aux émissions brutes de CO₂. Dans ce cas, le secteur des ménages deviendrait alors le principal responsable des émissions de CO₂ en Tunisie, avec 7,1 millions de tonnes, soit le 1/3 des émissions tunisiennes brutes de CO₂, toutes sources d'émission confondues.

Tableau 2.20 : Emissions de CO₂ dues à la combustion par secteur après affectation des émissions dues au secteur électrique (tonnes)

	Affectation des émissions du secteur électrique	Emissions sectorielles d'origine	Total après agrégation
Industries manufacturières et mines	1 775	3 324	5 099
Transport	47	3 392	3 439
Tertiaire*	833	758	1 591
Résidentiel*	957	1 346	2 303
Agriculture	202	876	1 078
TOTAL	3 814	9 696	13 510

(*) Si les émissions dues à l'utilisation de la biomasse devaient être comptabilisées dans les secteurs consommateurs correspondants, les émissions de CO₂ du résidentiel s'élèveraient à 7,1 millions de tonnes de CO₂ et celles du tertiaire à 1,7 millions de tonnes.

Avec environ 68.000 tonnes émises en 1994, la combustion énergétique représente une source majeure d'émission de NO_x.⁴⁶ Ces émissions sont essentiellement dues à l'utilisation du gasoil dans le secteur des transports. De la même manière, le secteur des transports est également une des sources majeures d'émissions de CO et de COVNM. En effet, avec 137.000 tonnes, il représente 39 % des émissions de CO du secteur de l'énergie, et avec 26.000 tonnes de COVNM, il contribue pour 40% des émissions de COVNM du secteur de l'énergie.

⁴⁶ Pour avoir des détails chiffrés sur le NO_x, ainsi que sur les gaz mentionnés dans les paragraphes suivants, se référer au document : « Inventaire des gaz à effet de serre en Tunisie - Année 1994. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire - République tunisienne. Septembre 1999. »

Enfin, les émissions de SO₂ dues aux utilisations énergétiques sont essentiellement dominées par les industries manufacturières et mines qui représentent 40% de ces émissions.

En ce qui concerne les émissions fugitives, pour le cas tunisien, l'inventaire des GES a tenu compte des émissions de CO₂ et de CH₄ dues aux activités pétrolières et gazières. Les émissions de CO₂ imputables au brûlage à la torchère des gaz sur les sites des gisements de production du pétrole et lors du raffinage du pétrole ont atteint 563.000 tonnes, soit 4 % des émissions de CO₂ du secteur de l'énergie. En ce qui concerne le méthane, les émissions imputables à ces mêmes sources, ont atteint 29.500 tonnes en 1994, soit les 2/3 des émissions de CH₄ imputables au secteur de l'énergie.

LES PROCÉDES INDUSTRIELS

A l'exception du CO₂ et des COVNM, qui sont émis dans des proportions significatives, les procédés industriels sont généralement une source peu importante d'émission de GES. Ils représentent, en effet :

- 14% des émissions tunisiennes de CO₂;
- Une proportion insignifiante des émissions tunisiennes de N₂O, de NO_x, de CO et de SO₂;
- 31 % des émissions tunisiennes de COVNM;

Les émissions dues aux procédés industriels sont dominées par les industries minérales (cimenteries, production de chaux, etc.), ainsi que par les industries métallurgiques.

S'agissant des émissions de CO₂, celles-ci sont dues essentiellement aux industries cimentières, qui ont émis presque 2,5 millions de tonnes en 1994, soit 87% des émissions de CO₂ dues aux procédés en Tunisie.

Par ailleurs, les industries métallurgiques ont émis 292.000 tonnes de CO₂ en 1994, ce qui a représenté 10% des émissions de CO₂ dues aux procédés.

En outre, la méthodologie de l'IPCC/OCDE de 1996 préconise l'inventaire des émissions dues à l'utilisation des HFC, PFC et SF₆, dans l'industrie du froid (réfrigération, climatisation), l'industrie des aérosols, de la mousse, et dans les systèmes d'extinction des incendies.

La Tunisie qui est principalement concernée par les HFC, était en 1994, un utilisateur encore mineur de ces gaz⁴⁷. En effet, le protocole de Montréal permet aux pays en développement une certaine progressivité dans l'application des règles restrictives d'utilisation des CFC auxquels les HFC devaient se substituer. La Tunisie, a quant à elle, lancé son programme de reconversion de l'infrastructure industrielle aux nouveaux gaz de remplacement, à partir de 1997. Par conséquent, l'utilisation des HFC, PFC et SF₆ a été quasiment nulle en 1994, d'où la non prise en compte des émissions qui leur étaient associées pour cette année.

Par contre, il est probable qu'une telle situation soit amenée à changer significativement dans le futur. En effet, lorsque la structure industrielle tunisienne se sera totalement convertie aux nouveaux gaz, les émissions qui en découleraient pourraient atteindre, dans un proche avenir, des niveaux notables (de l'ordre de la centaine de milliers de tonnes-équivalent CO₂, voire plus).

⁴⁷ Il est peu probable que l'utilisation de gaz HFC ait dépassé quelques tonnes en 1994, soit guère plus que quelques centaines de tonnes-équivalent CO₂, si on considère une fuite annuelle de l'ordre de 1-2% du produit réfrigérant par an.

LES SOLVANTS

L'évaluation des émissions de GES dues aux solvants n'a pas fait l'objet de développements méthodologiques concrets, par l'IPCC, bien que les solvants soient parmi les principales sources d'émissions de Composés Volatiles Non Méthaniques (COVNM).

Cependant, l'analyse de l'approche préconisée par CORINAIR, ainsi que des résultats présentés par un certain nombre d'inventaires réalisés par quelques pays de l'annexe 1, a permis de déduire une approche simplifiée de calcul des émissions dues aux solvants pour le cas tunisien.

Selon les estimations faites dans le cadre du présent inventaire, les émissions de COVNM dues à l'utilisation des solvants en Tunisie s'élèvent à 11.355 tonnes en 1994, soit 10 % des émissions nationales de COVNM, toutes sources d'émissions confondues.

L'AGRICULTURE

L'agriculture est la seconde source d'émissions de GES en Tunisie, après l'énergie. N'émettant ni du CO₂, ni des COVNM, ni du SO₂, elle est, par contre, la première source émettrice :

- de N₂O avec 94% des émissions nationales;
- de CH₄ avec 53% des émissions nationales.

L'élevage des animaux domestiques entraîne des émissions importantes de CH₄ et de N₂O. Ces émissions découlent essentiellement :

- De la fermentation entérique qui est la principale source d'émissions de CH₄ du secteur agricole (88%), voire du pays, avec 83.700 tonnes émises annuellement;
- De la gestion des déchets animaux qui contribue pour 11% des émissions de CH₄ et pour 4,6% des émissions de N₂O dues à l'agriculture.

Les sols agricoles représentent l'une des sources majeures d'émissions de GES en général, et de N₂O en particulier. L'épandage des engrais entraîne l'émission de 5.200 tonnes de N₂O annuellement, ce qui représente 40% des émissions de N₂O du secteur agricole. Cependant, il est important de souligner que les déjections animales sur les pâturages, représentent, en fait la principale source d'émissions de N₂O en Tunisie, avec 6.600 tonnes, soit 53% des émissions du secteur agricole ou 50% des émissions nationales de N₂O.

LES CHANGEMENTS D'AFFECTION DES SOLS ET LA FORET

La forêt et le changement d'affectation des sols sont une source nette d'absorption de CO₂ en Tunisie. Cette absorption nette s'est élevée à 1,8 millions de tonnes en 1994.

Les émissions de CO₂ dues à cette source découlent de l'utilisation de la biomasse à des fins énergétiques, qui a émis 3,5 millions de tonnes en 1994, ce qui représente 17% des émissions nationales de CO₂, et se situe aux mêmes niveaux d'émissions que les utilisations énergétiques du secteur du transport ou des industries manufacturières et mines. A l'inverse, les émissions dues aux autres usages du bois restent peu significatives puisqu'elles n'atteignent que 186.000 tonnes de CO₂.

Par ailleurs, l'absorption de CO₂ par les systèmes végétaux tunisiens a atteint 5,5 millions de tonnes en 1994. Cependant les quantités absorbées ne sont pas le fait des seules formations forestières ; au contraire, les formations arboricoles y contribuent pour 85%. En effet, la Tunisie est connue pour disposer d'un important capital arboricole, notamment composé d'oliviers, dont elle est l'un des premiers producteurs du monde.⁴⁸ La taille des oliviers et des arbres fruitiers fait partie des cycles et pratiques agricoles, et les sous-produits de la taille vont, en grande partie, servir à satisfaire les besoins énergétiques (carbonisation, utilisation directe en tant que bois de feu), voire artisanaux (fabrication d'outils, etc.).

L'absorption du CO₂ par les différents systèmes végétaux est présentée dans le tableau 2.21. Celui-ci montre l'importance des oliveraies en tant que source d'absorption, avec 4,3 millions de tonnes de CO₂. Les formations forestières se classent en seconde position avec 811.000 tonnes de CO₂ annuellement piégées.

Tableau 2.21 : Absorption du CO₂ par les différents systèmes végétaux en Tunisie en 1994

	1000 tonnes
Total de l'absorption	- 5 503,5
Formations forestières	- 811,6
Oliveraies	- 4 319,1
Arboriculture fruitière	- 365,1
Plantations routières et autres	- 7,7

LES DECHETS

Les déchets sont parmi les sources majeures d'atteinte à l'environnement local en Tunisie. Ils contribuent également à la dégradation de l'environnement global à travers les émissions de Gaz à Effet de Serre dans l'atmosphère, et particulièrement le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O).

Avec plus de 40.000 tonnes de méthane émis dans l'atmosphère, la gestion des déchets représente la troisième source d'émission de CH₄ (23% des émissions nationales) et une source mineure d'émission de N₂O (4% des émissions nationales).

La gestion classique des décharges publiques, basée sur des décharges non contrôlées, constitue un problème majeur de gestion de l'espace et contribue significativement à la dégradation de l'environnement local. L'urbanisation croissante et le changement des habitudes de consommation nécessiteront une attention particulière et soutenue pour gérer cet aspect important de la vie urbaine, ce qui a amené la Tunisie à formuler un plan cohérent de gestion à long terme des décharges⁴⁹, basé sur le contrôle et la maîtrise des flux de déchets dans les décharges, et sur la mise en œuvre de traitements adéquats de ces déchets.

⁴⁸ Cf. Annexe 3.

⁴⁹ PRONAGDES : Programme National de Gestion des Déchets solides.

Avec 31.865 tonnes de CH₄ émises en 1994, les mises en décharge contribuent pour 78% des émissions de CH₄ dues aux déchets. Par ailleurs, avec 18% des émissions nationales de CH₄, elles représentent la seconde source d'émissions de CH₄ après l'élevage d'animaux domestiques

Dans le futur, si la mise en service de décharges contrôlées devrait permettre d'optimiser la gestion des déchets solides, et se traduire par une limitation significative des effets sur l'environnement local, elle devrait, par contre se traduire par une amplification des atteintes à l'environnement global. En effet, en l'absence de techniques permettant de récupérer le méthane issu des décharges contrôlées, et éventuellement de le recycler, celles-ci devraient conduire à une augmentation significative⁵⁰ du potentiel d'émission de méthane.

Avec 9.000 tonnes de CH₄ émises en 1994, le traitement des eaux usées contribue pour 22% des émissions de CH₄ dues aux déchets en général, et pour 5% des émissions nationales de CH₄.

Les émissions de GES dues aux matières fécales générées par l'homme est un module relativement nouveau de la méthodologie de l'IPCC/OCDE puisqu'il n'a été incorporé que dans le guide méthodologique de 1996. Il permet de calculer les émissions de N₂O dues à la production de déchets humains (fèces), en se basant sur la consommation annuelle de protéines. Cette source d'émission reste négligeable, puisque avec 547 tonnes de N₂O émises annuellement, elle ne représente que 4% des émissions nationales de N₂O.

DONNEES DETAILLEES

Le tableau 2.22 présente les émissions tunisiennes de GES, par source et par gaz, pour l'année 1994. Conformément au format préconisé par la méthodologie de l'IPCC, les émissions de sept différents gaz, imputables à six sources d'émissions, exprimées en Giga-grammes,⁵¹ y sont présentées.

⁵⁰ Selon la méthodologie de l'IPCC, du fait de la création de conditions anaérobies, les décharges contrôlées se caractérisent par un potentiel de production de CH₄ par tonne de déchet, plus important ; de l'ordre du doublement par rapport aux décharges non contrôlées.

⁵¹ 1000 tonnes.

Tableau 2.22 : Résultats synthétiques des émissions de GES par gaz et par source (Gg)

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO ₂ Emissions	CO ₂ Removals	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	HMVOC	SO ₂
Total National Emissions and Removals (Gg)	20 827,2	-5 503,5	180,151	13,744	72,619	373,565	111,345	77,855
1 - Energy	14 257,4	0,0	44,043	0,221	72,035	359,147	65,087	76,357
A- Fuel Combustion Activities (Sectoral Approach)	13 694,3	0,0	14,497	0,221	72,035	359,147	65,087	76,357
1 - Energy Industries	3 992,0		3,122	0,014	10,508	22,398	17,152	18,463
2 - Manufacturing Industries and Construction	3 324,4		0,166	0,026	8,828	0,751	0,238	30,892
3 - Transport	3 391,7		0,414	0,026	34,093	137,147	25,988	5,142
4 - Other Sectors	2 980,2		10,795	0,156	18,206	198,852	21,709	21,860
5 - Other								
B- Fugitive Emissions from Fuels	563,2	0,0	29,546	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1 - Solid Fuels								
2 - Oil and Natural Gas	563,2		29,546					
2 - Industrial Processes	2 839,0	0,0	0,0000	0,0015	0,0389	0,0836	34,903	1,498
A- Mineral Products	2 545,9						27,589	1,383
B- Chemical Industry				0,0015	0,0016			0,012
C- Metal Production	292,1				0,0193	0,0164	0,009	0,014
D- Other Production					0,0189	0,0672	7,305	0,084
E- Production of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride								
F- Consumption of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride								
G- Other								
3 - Solvent and Other Product Use							11,355	
4 - Agriculture			95,078	12,973	0,545	14,334		
A- Enteric Fermentation			83,670					
B- Manure Management			10,725	0,592				
C- Rice Cultivation								
D- Agricultural Soils				12,365				
E- Prescribed Burning of Savannas								
F- Field Burning of Agricultural Residues			0,683	0,015	0,545	14,334		
G- Other								
5 - Land-Use Change and Forestry	3 730,8	-5 503,5						
A- Changes in Forest and Other Woody Biomass Stock	3 686,8	-5 503,5						
B- Forest and Grassland Conversion	0,0							
C- Abandonment of Managed Lands	0,0							
D- CO ₂ Emissions and Removals from Soils	-44,0							
E- Other	0,0							
6 - Waste	0,0	0,0	41,030	0,55	0,0	0,0	0,0	0,0
A- Solid Waste Disposal on Land			31,865					
B- Wastewater Handling			9,164					
C- Waste Incineration								
D- Other (Human Sewage)				0,55				
7 - Other								
Memo Items :								
International Bunkers	776,4		0,0072	0,021	3,745	1,440	0,605	0,720
Aviation	747,6		0,0053	0,021	3,168	1,056	0,528	0,236
Marine	28,8		0,0019	0,0002	0,576	0,384	0,077	0,484
CO₂ Emissions from Biomass	3 500,9							

2.6. RECOMMANDATIONS POUR L'AMELIORATION DE LA QUALITE DE L'INVENTAIRE TUNISIEN DE GES

COLLECTE DES DONNEES ET CALCULS

Globalement l'inventaire de 1994 a pu bénéficier d'informations de bonne qualité, grâce à une tradition généralement bien établie de collecte d'informations et d'établissement de bases de données en Tunisie. C'est, en particulier, le cas des composantes les plus significatives en terme d'émissions (ex: le secteur de l'énergie). Cependant, pour les inventaires des années à venir, il existe de nombreuses possibilités d'amélioration, moyennant des efforts supplémentaires, notamment dans la collecte de données et dans la définition de facteurs d'émission plus appropriés. Ces améliorations pourraient notamment porter sur :

- Les informations sur le torchage et le lâchage du gaz fatal lors des opérations de raffinage du pétrole;
- La collecte et la saisie des données relatives à l'utilisation des HFCs, PFCs, et SF₆⁵² ;
- Les estimations relatives à l'utilisation des solvants ;
- Les estimations relatives à la gestion des déchets animaux, telle qu'elle est réellement pratiquée en Tunisie et à la teneur en azote de ces déchets;
- Les estimations du potentiel d'absorption du carbone par les principales espèces forestières⁵³.

A plus long terme, il est recommandé de faire un certain nombre d'améliorations de fond sur les inventaires. A ce titre, plusieurs recommandations peuvent être suggérées :

- Essayer d'utiliser des approches plus détaillées (Tier 2 ou Tier 3), là où cela est possible. Il sera notamment pertinent d'améliorer les estimations des émissions dues :
 - au transport terrestre, en adoptant des données d'activité réelles et des facteurs d'émission plus conformes aux caractéristiques du parc tunisien ;
 - au transport aérien moyennant l'obtention de statistiques sur les vols internationaux au départ ou à l'arrivée des aéroports tunisiens ;
 - aux usages industriels, en mettant l'accent sur la spécificité des usages énergétiques dans les principales branches industrielles émettrices.
- Améliorer l'estimation des émissions dues aux changements d'affectation des sols. Cette amélioration passe par une étude approfondie sur les caractéristiques des sols en Tunisie, au regard de leur bilan de carbone et d'azote ;

⁵² Il sera nécessaire, notamment, de prendre des mesures destinées à permettre de suivre les importations de ces nouvelles substances.

⁵³ Les informations de base permettant d'effectuer un tel travail, existent même sur support électronique. Mais l'exploitation de telles informations, et leur présentation selon le format approprié, nécessitent un travail important de dépouillement et d'analyse.

FORME DE L'INVENTAIRE NATIONAL DES GES

Dans le futur, il est possible de présenter le bilan des GES, d'une manière un peu plus détaillée, et enrichie d'analyses plus approfondies sur le contexte de chaque secteur et sur son profil d'émission. Un tel inventaire amélioré pourrait constituer un repère important sur l'état des pollutions atmosphériques en Tunisie et fournir des indications précieuses sur les mesures d'atténuation des GES.

PROCEDURES DE REACTUALISATION

Compte tenu du fait que les inventaires de GES sont amenés à être communiqués à une cadence régulière, il sera nécessaire, pour la Tunisie, en tant que pays Partie, de prendre des dispositions visant à assurer la pérennité du processus d'élaboration de l'inventaire des GES. Dans l'immédiat quatre initiatives principales doivent être menées :

- Créer un cadre institutionnel officiel de collecte systématique des données, et désigner officiellement une institution dont la responsabilité serait de réactualiser cet inventaire;
- Allouer des moyens humains et matériels permanents pour l'exécution des opérations d'inventaire ;
- Automatiser les procédures de réactualisation des inventaires. Il serait notamment recommandé d'améliorer la convivialité du système de saisie et d'édition des données de l'inventaire ;
- Suivre de près et contribuer aux processus de développement des méthodologies d'inventaire dans le monde. Il sera également primordial de participer aux sessions de formation et de recyclage organisées à l'issue de ces développements méthodologiques.

2.7. RECOMMANDATIONS DE CLARIFICATION DE LA METHODOLOGIE DE L'IPCC/OCDE

Globalement, la méthodologie de l'IPCC/OCDE n'a pas posé de problèmes majeurs quant à son application au cas tunisien. Néanmoins, il est important de mentionner un certain nombre de « faiblesses » de la méthodologie, auxquelles il faut pallier puisqu'elles peuvent avoir quelques incidences sur les résultats des émissions totales et sur la répartition des émissions par source.

Les utilisateurs de la méthodologie ont, en effet, besoin d'avoir des indications claires sur certaines questions, afin de prendre rapidement les décisions adéquates pour l'amélioration de la qualité de l'inventaire. Cinq principales recommandations peuvent être tirées à l'issue de l'utilisation de la méthodologie par la Tunisie.

EMISSIONS DE GES DUES AU TRANSPORT DU GAZ PAR GAZODUC

Les données de transport du gaz par gazoduc étant normalement disponibles, le calcul des émissions ne pose pas de problèmes majeurs. Néanmoins, la question est d'avoir une indication sur le statut à donner à ces émissions, lorsque celles-ci correspondent au transport du gaz provenant et allant vers des pays tiers. Par exemple, le gazoduc Algéro-talien transporte du gaz naturel en passant par la Tunisie. Les émissions fugitives et celles dues à la combustion dans les stations de compression concernent, donc, une activité pour laquelle ce sont les deux pays tiers qui seraient les plus concernés.

Des précisions sur la façon de traiter les émissions de GES dues à cette source doivent donc être données par la méthodologie de l'IPCC. S'agissant du transport d'une marchandise, allant vers l'étranger, une des alternatives possibles serait de considérer ces émissions de la même façon que celles dues aux soutes internationales (bunkers).

ABSORPTION DE CARBONE DUE A L'ARBORICULTURE

Le cas tunisien a été un exemple intéressant sur le piégeage du carbone grâce à l'accroissement annuel de la biomasse. La particularité de la Tunisie réside dans l'importance de l'arboriculture (oliviers et arboriculture fruitière) en tant que source d'absorption de carbone dans le bilan national.

Les bonnes pratiques arboricoles, surtout celles touchant à l'olivier, préconisent l'intégration de la pratique de taille systématique des arbres, au cycle de production, et cela à intervalles réguliers. D'un autre côté, les sous-produits de la taille sont systématiquement récupérés à des fins de consommation directe comme bois de feu, ou à des fins de carbonisation. A ce titre, le calcul des émissions de GES n'a pas présenté de difficultés particulières pour le cas de la Tunisie. Par contre, il serait nécessaire que la méthodologie de l'IPCC mentionne cet aspect et fournisse des indications sur la manière dont les pays doivent comptabiliser les absorptions de carbone. En effet :

- Il n'y a eu aucun cas analogue traité dans les différentes communications nationales ou inventaires de GES déjà publiés, qu'ils proviennent de pays Annexel ou Non Annexel ; ceci laisserait-il supposer qu'il n'en a pas été tenu compte, même dans des pays fortement dotés en ressources arboricoles ;
- L'arboriculture fait partie intégrante du secteur agricole. Le fait de la comptabiliser dans le secteur forestier, comme le laisse suggérer le format des tables de la méthodologie de l'IPCC/OCDE, peut induire fortement en erreur, sur les rôles respectifs de la forêt et de l'agriculture en tant que sources d'émission et de piégeage de GES.

EMISSIONS DE GES DUES AU CHANGEMENT D’AFFECTATION DES SOLS

Le même questionnement se pose sur la pertinence de l’affectation d’un certain nombre de sources d’émissions, qui font actuellement partie du changement d’affectation des sols. Par exemple, les estimations des émissions dues à l’épandage de chaux ou de dolomite sur les sols agricoles, font partie du changement d’affectation des sols de la méthodologie IPCC/OCDE, alors qu’il s’agit plutôt de pratiques agricoles.

De même, il sera nécessaire de clarifier les interactions entre changements d’affectation des sols et agriculture, en particulier en relation avec l’utilisation des sols minéraux et organiques, puisqu’il s’agirait, dans la majorité des cas, de sols déjà à vocation agricole, donc à contenu en carbone déjà altéré par les usages agricoles, sur lesquels des modifications éventuelles des formes d’exploitation (cultures, systèmes de labourage, intensité d’utilisation, etc.), ont pu être opérées.

EMISSIONS DE GES DUES A L’UTILISATION DES SOLVANTS

Même si les émissions de COVNM dues à l’utilisation des solvants, ne représentent, habituellement, qu’une faible proportion des inventaires de GES, celles-ci doivent être, dans la mesure du possible, calculées en suivant une approche uniforme.

Par conséquent, un effort est à fournir par les équipes chargées du développement de la méthodologie à l’IPCC afin d’enrichir cette partie de la méthodologie. Ceci peut se réaliser, notamment, en s’appuyant sur les communications nationales ou inventaires ayant traité cette source d’émissions. Des clarifications sont notamment nécessaires sur les points suivants :

- Précisions sur les processus par lesquels les émissions de COVNM se font ;
- Noms techniques ou de marque des solvants habituellement utilisés et facteurs d’émission associés selon les usages ;
- Noms techniques ou de marque des substances entrant dans la composition des solvants utilisés et facteurs d’émissions associés selon les usages.

DEVELOPPEMENT DE FACTEURS D’EMISSION SPECIFIQUES

Au niveau national, régional et international, des efforts importants doivent être déployés en vue d’améliorer les facteurs d’émission par défaut. En effet, il a été noté, lors de l’application des facteurs d’émission de la méthodologie de l’IPCC/OCDE à la Tunisie, l’inadéquation d’un certain nombre d’entre eux, obligeant à faire des compromis souvent inadéquats.

Le cas des facteurs d’émission relatifs à l’évaluation des émissions dans le secteur de l’énergie (production d’électricité, combustion dans les différentes branches industrielles, combustion dans le secteur des transports, émissions fugitives, raffinage, carbonisation, combustion de la biomasse-énergie, etc.), pourraient constituer des axes d’amélioration importants.

Il convient de rappeler que l’ensemble de ces améliorations doit se faire dans le cadre d’un effort de coopération internationale, devant mettre l’accent sur le développement de facteurs d’émission régionaux.

CHAPITRE 3

VULNERABILITE DE LA TUNISIE A L'ELEVATION DU NIVEAU DE LA MER DUE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

3.1 INTRODUCTION

Avec une ouverture sur la mer Méditerranée sur ses façades Nord et Est, et un linéaire littoral long de 1300 km, la Tunisie dispose indéniablement d'atouts économiques et écologiques importants. Toutes les civilisations qui se sont succédées, ont, d'ailleurs, largement exploité cet avantage géographique, et ont favorisé la concentration des activités économiques sur le littoral, suscitant le développement des établissements humains dans ces zones.

Aujourd'hui, plus que jamais, avec l'ouverture sur le monde extérieur et la mondialisation, cet atout sera déterminant pour un positionnement économique favorable de la Tunisie, face à la concurrence. De ce fait, la mer restera indéniablement parmi les principaux fondements du développement économique futur de la Tunisie. Par conséquent, toute atteinte aux équilibres côtiers du pays, qu'elle soit d'origine anthropique ou naturelle, représentera une menace directe pour une proportion très importante de l'économie et des établissements humains tunisiens.

Il va sans dire que, du fait de sa position géographique et de ses caractéristiques climatiques, la Tunisie sera certainement très sensible aux effets adverses directs du changement climatique.⁵⁴ Néanmoins, c'est face aux menaces découlant de la montée accélérée du niveau de la mer (EANM), que la Tunisie risque d'être la plus exposée et, donc, la plus vulnérable. En effet, l'EANM pourrait avoir des retombées néfastes importantes sur plusieurs secteurs économiques liés à la mer ou au littoral, ainsi que sur l'environnement côtier physique et biologique, et sur les établissements humains.

Les recherches menées au niveau international⁵⁵ ont confirmé l'existence d'un réchauffement global de la planète, à un rythme tel que des risques écologiques importants peuvent survenir dans plusieurs endroits du globe. L'élévation des niveaux de la mer et le recul des littoraux qui en résultent, figurent parmi les principaux risques découlant de ce réchauffement.

La Méditerranée est parmi les zones au monde qui subit les plus fortes pressions anthropiques, avec une population totale qui la borde atteignant 380 millions de personnes, et un mouvement touristique s'élevant à 158 millions de personnes.⁵⁶ Par ailleurs, le ¼ du pétrole transporté dans le monde transite par la Méditerranée, alors que celle-ci ne représente que 1% des surfaces maritimes du globe. L'équilibre de la mer Méditerranée, déjà perturbé par l'homme, risque donc d'être fortement menacé par d'autres facteurs, tels que le réchauffement de ses eaux ou l'élévation du niveau de la mer.

Les simulations faites par les climatologues, sur la base des 6 scénarios IPCC laissent prévoir, à l'horizon 2100, une augmentation potentielle de la température de 1,3 à 2,5°C et une élévation du niveau de la mer de 38 cm à 55 cm. Transposés à l'identique sur la Méditerranée, les changements climatiques et l'élévation des niveaux de la mer qui en résulteront auront donc, de profondes répercussions sur les systèmes naturels et aménagés ainsi que sur l'économie des pays méditerranéens, et en particulier la Tunisie, avec ses 1300 km de côtes.

En tant que Partie de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), la Tunisie a eu la possibilité de réaliser une évaluation de sa

⁵⁴ Perturbation des cycles hydrologiques, élévation de la température, etc.

⁵⁵ Notamment études prospectives menées par l'IPCC.

⁵⁶ Soit ¼ du tourisme mondial.

vulnérabilité⁵⁷ face aux effets adverses des changements climatiques⁵⁸, tenant par la même occasion un de ses engagements par rapport à la CCNUCC.

L'étude de la vulnérabilité de la Tunisie par rapport à l'élévation des niveaux de la mer a permis d'apprécier l'historique de l'élévation des niveaux de la mer et ses conséquences, et d'évaluer l'étendue spatiale du littoral, susceptible d'être exposée à une élévation accélérée du niveau de la mer (EANM), dans le futur. Elle a également permis d'identifier les secteurs les plus vulnérables, et de faire une analyse qualitative des conséquences du recul des littoraux découlant de cette EANM.

Cette étude de la vulnérabilité de la Tunisie par rapport à l'EANM sera complétée, dans une deuxième phase, par une étude des stratégies de réponse et options les plus appropriées pour la Tunisie, d'adaptation et de lutte contre les effets de l'EANM.

3.2 CADRE ET GRILLE D'ANALYSE

LES SCENARI

L'étude sur la vulnérabilité a tout d'abord simulé l'élévation éventuelle des niveaux de la mer sur les côtes tunisiennes, en reprenant les mêmes hypothèses combinées de l'IPCC, et de développement des activités côtières en Tunisie. Ces hypothèses ont débouché sur les trois scénarios suivants :

- Le scénario de **Référence** (Sc-R) correspondant à un réchauffement global de 0,2°C par décennie et engendrant une élévation future des niveaux de la mer de 50 cm à l'horizon 2100. A ce scénario climatique et d'EANM, est associée une hypothèse de prolongement des tendances actuelles en matière d'occupation, d'aménagement et de protection de la zone littorale;
- Le scénario de **Minimum de Risque** (Min-R) correspondant à un réchauffement global de 0,13°C par décennie et engendrant une élévation future des niveaux de la mer de 38 cm à l'horizon 2100. A ce scénario climatique et d'EANM, est associée une politique résolument volontariste de protection de la zone littorale, basée sur un aménagement réfléchi et sur des mesures d'adaptation efficaces;
- Le scénario de **maximum de risque** (Max-R) correspondant à un réchauffement global de 0,25°C par décennie et engendrant une élévation future des niveaux de la mer de 55 cm à l'horizon 2100. A ce scénario climatique et d'EANM, est associée une politique de renforcement du poids économique et démographique de la côte et d'absence de mesures de protection et d'adaptation à l'élévation des niveaux de la mer.

L'APPROCHE

Bien entendu, l'étude des conséquences d'une variation marine sur la position du rivage et sur la morphologie littorale, a produit des résultats fort intéressants, mais ceux-ci restent imprécis et se caractérisent par des incertitudes d'autant plus importantes que ces conséquences n'ont pas fait l'objet d'un suivi permanent et de longue durée. Cette appréciation exige notamment

⁵⁷ Dont notamment l'élévation du niveau de la mer et ses répercussions sur les infrastructures et les établissements humains, les écosystèmes terrestres et marins, l'agriculture et les ressources en eau.

⁵⁸ Avec notamment l'appui du GEF-PNUD (projet d'activités habilitantes TUN/95/G31).

l'existence de documents cartographiques adaptés à la valeur de cette élévation.⁵⁹ En cas de lacunes, il a fallu faire appel à la connaissance de la dynamique actuelle des milieux côtiers afin de dresser une cartographie en tenant compte des effets des phénomènes exceptionnels comme les surcotes qui peuvent accompagner les baisses barométriques et les vents.

En général, la fluctuation du niveau de la mer est un processus physique complexe résultant de l'interaction de plusieurs phénomènes. Ceux-ci peuvent être décrits et organisés en fonction de leur périodicité caractéristique. Pour le cas de la Tunisie, il a été possible de distinguer par ordre décroissant :

- Les fluctuations du niveau moyen séculaire dû à la remontée du niveau, dont la période caractéristique est de l'ordre de quelques dizaines d'années à quelques siècles. Le suivi du niveau moyen annuel permet de suivre ces fluctuations à long terme ;
- Les fluctuations du niveau moyen journalier et mensuel;
- La marée astronomique ;
- Les surcotes/décotes induites par les coups de vent;
- Les oscillations appelées aussi seiches côtières ;
- Les fluctuations induites par l'agitation (les vagues).

LES ASPECTS TRAITES

Le champ d'analyse de la vulnérabilité face à l'EANM est très vaste, et l'étude réalisée en Tunisie a abordé une multitude d'aspects. On peut citer, en particulier, trois aspects permettant d'évaluer objectivement les risques liés à l'EANM en Tunisie :

- L'historique de l'élévation des niveaux de la mer en Tunisie, ses principales conséquences, et les mesures conservatoires mises en œuvre par la Tunisie;
- Analyse de la vulnérabilité des secteurs sensibles à l'EANM ;
- Analyse de la vulnérabilité au large de la mer et sur les côtes à l'intérieur des terres, par zone géographique.

3.3 CADRE TEMPOREL DE L'ETUDE

L'étude de la vulnérabilité et de l'adaptation à l'élévation du niveau de la mer s'est articulée autour de trois principaux cadres temporels.

A **court terme**, le niveau moyen absolu de la mer est presque constant. La variation est due uniquement aux facteurs physiques classiques (transport solide, érosion marine, marée astronomique, surcote due à des coups de vent, houles, etc.).

A **moyen terme** (horizon 2025), la remontée de la mer est de l'ordre de 3,8 à 5,5 cm par décennie. Sur un tel horizon temporel, les impacts physiques sur les côtes d'une telle remontée ne sont pas réellement perceptibles. Par contre, certains secteurs peuvent être sensibles à cette faible variation.

⁵⁹ Les cartes topographiques disponibles et couvrant l'ensemble du littoral ont toujours une équidistance des courbes de niveau supérieure à 5 m ou donnent, dans le meilleur des cas, quelques courbes intercalaires de 2,5 m et de 5 m.

Enfin, un horizon temporel à **long terme** d'une durée d'un siècle est nécessaire pour évaluer les tendances lourdes. Les projections du climat futur avancées par les scénarios de l'IPCC ont porté sur l'horizon 2100. Cette échelle de temps a été retenue dans toutes les études relatives aux implications des changements climatiques pour les régions littorales méditerranéennes. A ce titre, les climatologues prévoient que le réchauffement atteindrait 1,3 °C à 2,5°C à cet horizon, et que le niveau de la mer s'élèverait de 38 à 55 cm. Ces valeurs sont relativement importantes surtout pour les zones littorales sensibles ayant des côtes très basses.

3.4 HISTORIQUE DE L'ELEVATION DES NIVEAUX DE LA MER EN TUNISIE ET SES PRINCIPALES CONSEQUENCES

La longue histoire de la Tunisie nous permet d'accéder à des points de référence quant aux impacts de l'élévation du niveau marin. A ce titre, cette histoire nous enseigne que les côtes tunisiennes ont connu des expériences diverses où avancée et reflux de la mer se sont succédés, à un rythme naturellement lent, souvent au gré des variabilités climatiques.

Les couches géologiques qui renferment des fossiles d'origine marine, et qu'on peut trouver jusque dans les régions littorales en Tunisie, conservent encore des traces des invasions marines les plus spectaculaires qui se sont produites au cours des ères géologiques antérieures au Quaternaire.

Pour l'époque historique, la situation dans laquelle se trouvent aujourd'hui les vestiges archéologiques a permis de conclure à une élévation du niveau marin depuis l'occupation romaine. Selon les indications données par les vestiges archéologiques, l'élévation des niveaux de la mer, enregistrée au cours des temps historiques atteindrait 20 à 40 cm.

Par ailleurs, bien que les enregistrements marégraphiques n'aient pas fait l'objet d'analyses précises en Tunisie, les premiers traitements effectués confirment que le niveau de la mer est en train de monter. Les enregistrements du port de Sfax, montrent, notamment, que la remontée marine, à un rythme valant trois à quatre fois la moyenne mondiale⁶⁰ est bien en cours, et ceci depuis le début du siècle.

L'élévation des niveaux marins en Tunisie, a été à l'origine de modifications, parfois importantes, dans la position du rivage et dans la morphologie de la côte. Des espaces ont été perdus, par érosion ou par submersion, par le continent au profit de la mer, et des terres ont connu une dégradation par salinisation. Avec l'EANM, une telle évolution doit se poursuivre, sans doute en s'accélégrant.

3.5 PERSPECTIVES DE L'ELEVATION DES NIVEAUX DE LA MER SUR LES COTES TUNISIENNES DUE AU RECHAUFFEMENT GLOBAL

A des fins d'illustration, le présent chapitre de la communication nationale présente uniquement le niveau moyen annuel de la mer, tel qu'il apparaît actuellement par rapport au NGT⁶¹, et tel qu'il serait selon les scénarios supposés.⁶²

⁶⁰ Cette situation a été surtout expliquée par l'affaissement actif du terrain, de la côte sfaxienne, et confirme en fait, l'importance du rôle de la subsidence dans cette zone.

⁶¹ Zéro du Nivellement Général de la Tunisie.

⁶² Pour plus de détails, se référer aux documents publiés dans le cadre de l'évaluation de la vulnérabilité, et notamment le rapport 2c « Vulnérabilité de la Tunisie à l'élévation du niveau de la mer due aux changements climatiques », juillet 2000.

Ainsi, le tableau 3.1 présente les évaluations du niveau moyen annuel des principales zones côtières tunisiennes, à l'horizon 2100, en relation avec les hypothèses globales supposées :

Tableau 3.1 : Elévation moyenne des niveaux de la mer sur les côtes tunisiennes à l'horizon 2100, par rapport à l'état actuel NGT (mètres)

	Etat actuel	Etat futur à l'horizon 2100		
		Min-R	SC-R	Max-R
Extrême Nord	0,16	0,54	0,66	0,71
Golfe de Tunis	0,16	0,54	0,66	0,71
Golfe d'Hammamet	0,00	0,38	0,50	0,55
Sfax	0,00	0,38	0,50	0,55
Ile de Kerkenna	0,00	0,38	0,50	0,55
Gabès	- 0,13	0,25	0,37	0,42
Ile de Jerba	0,00	0,38	0,50	0,55
Extrême Sud	0,00	0,38	0,50	0,55

3.6 ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES PRINCIPAUX SECTEURS SENSIBLES A L'EANM

LES RESSOURCES EN EAUX

□ Les enjeux

Les ressources en eau constituent le "bien" économique et environnemental le plus précieux pour les pays affectés par l'aridité, en particulier ceux du Maghreb, qui connaissent déjà une situation de stress hydrique (moins de 1000 m³/habitant/an). Quant aux projections futures, elles sont encore plus pessimistes, puisque, selon les prévisions, au-delà de 2025, ces pays seraient en situation de pénurie d'eau (moins de 500 m³/habitant/an). Cette situation est d'autant plus alarmante pour la Tunisie, qu'elle dispose des ressources en eau les plus faibles dans la région, et qu'elle est déjà très proche de cette moyenne fatidique.

□ Les raisons d'une vulnérabilité exacerbée

La position géographique de la Tunisie, dans une région charnière entre les régions tempérées de l'hémisphère nord et les régions intertropicales, confère à son climat une grande variabilité. En effet, les précipitations ont toujours été marquées par des épisodes secs (quelques mois voire quelques saisons), associés à des séquences pluvieuses, parfois désastreuses et, en tout cas, peu propices à une mobilisation efficace de l'eau.

Les ressources en eau d'une façon générale, et les eaux de surface d'une façon particulière, sont largement dépendantes de la variabilité du climat et des précipitations. Ainsi, le volume moyen d'eau de surface annuellement disponible en Tunisie est de l'ordre de 2700 Millions de mètres cubes par an (Mm³/an). Néanmoins, cette disponibilité, fortement modulée par la pluviométrie, laisse une large place aux cas extrêmes. Ainsi :

- **Une année sur deux**, la disponibilité est inférieure à 2230 Mm³ /an ;
- **Une année sur cinq**, la disponibilité est inférieure à 1500 Mm³ /an ;
- **Une année sur dix**, la disponibilité est inférieure à 1250 Mm³ /an ;

□ **Les effets du changement climatiques sur les ressources en eau**

Les ressources en eau de la Tunisie sont limitées. Avec un capital en eau de 528 m³/habitant/an⁶³, la Tunisie est, sur la base des normes de la Banque Mondiale, déjà dans une situation de stress hydrique proche de la pénurie, accentuée par une très forte pression anthropique. Aussi mineurs soient-ils, les changements climatiques peuvent donc avoir de graves conséquences sur les ressources en eau, sur les écosystèmes qui dépendent de l'eau, et sur les différentes activités économiques grosses consommatrices d'eau, comme l'agriculture et le tourisme.

Les ressources nettes en eau sont principalement déterminées par la différence entre la quantité d'eau que la Terre reçoit sous forme de précipitation et la quantité d'eau qui s'évapore. En Tunisie plus de 80 % des eaux des pluies sont reprises par l'évaporation. En modifiant les taux d'évaporation et de précipitation, le réchauffement de la planète affecterait probablement le bilan hydrique climatique et par conséquent les ressources en eau. Si les températures plus élevées provoquent une intensification marquée de l'évaporation, même une éventuelle augmentation importante des chutes de pluie pourrait ne pas suffire à éviter la diminution des ressources en eau douce. De plus, à cause du réchauffement global, le bilan pluvial pourrait être caractérisé par une fréquence plus grande des pluies issues d'orages ou d'averses diluviennes disparaissant généralement en eaux de ruissellement sans être absorbées par les sols.

Les ressources côtières en eau subiront des effets directs par suite du réchauffement du climat et des effets indirects par suite de l'élévation du niveau de la mer. Les ressources en eau des régions côtières encourront ainsi le maximum de risques.

Par exemple, certaines nappes phréatiques (région de Sfax, Sahel, Cap Bon, région de Bizerte) présentent déjà des signes de dégradation, et sont très sensibles aux impacts des changements climatiques. L'élévation du niveau de la mer mettrait en péril ces formations aquifères et autres réserves d'eau douce souterraines par intrusion des eaux marines, d'autant plus que la pression anthropique sur ces nappes est très grande.

Par ailleurs, les ressources provenant des nappes profondes (le secteur sud du littoral / golfe de Gabès), souffrent déjà de la baisse du niveau piézométrique. L'eau est en plus de qualité médiocre. Ces nappes fossiles ne seront pas touchées directement par l'élévation du niveau de la mer. Le réchauffement du climat aura, cependant, des répercussions indirectes sur ces ressources. En particulier, l'augmentation des besoins en eau par suite de la chaleur et de l'augmentation de l'évaporation accentuera la pression sur ces ressources.

Les ressources en eau superficielle du secteur littoral sont en partie d'origine locale et en partie en provenance des régions nord plus humides (les eaux de la Medjerda). Les eaux de surface seront affectées d'abord par la perturbation imposée par les changements climatiques aux régimes de la pluie et de l'évaporation. Ces perturbations pourront se traduire par une baisse du potentiel des eaux de surface, alors que les besoins auront augmenté et que le potentiel des nappes phréatiques aura diminué.

⁶³ Chiffre de l'année 1995.

Enfin, il est également probable que l'EANM affecte, à terme, le secteur de ressources en eau non conventionnelles. En effet, le nombre de stations d'épuration installées sur la zone côtière a atteint ces dernières années 40 stations, dont une partie de l'eau traitée générée est utilisée pour l'irrigation.⁶⁴ L'élévation accélérée du niveau de la mer affectera directement les stations d'épuration proches de la mer, qui seront partiellement ou totalement endommagées.

LES ECOSYSTEMES NATURELS

□ Les milieux humides

En règle générale, l'EANM n'a pas d'impacts significatifs sur les milieux humides situés en zone continentale, à la seule exception du **lac d'Ichkeul**⁶⁵. Ce plan d'eau présente l'originalité qu'il est, à la fois, un milieu humide continental de par sa position géographique à l'intérieur des terres, et, un milieu lagunaire de par sa connexion (bien qu'indirecte) avec la mer. En conséquence, contrairement aux autres plans d'eau continentaux, le lac serait vraisemblablement affecté par l'impact de l'EANM (figure 3.1).

Les abords du lac d'Ichkeul, parfois très bas, peuvent se révéler sensibles à l'EANM. Les cartes disponibles ne permettent pas de marquer de façon précise la limite des terres qui risquent d'être envahies avec une élévation du niveau marin. Néanmoins, en considérant l'altitude de 1 m, qui est proche des valeurs obtenues en tenant compte des surcotes, on trouve que la surface se verrait augmenter au détriment des marécages qui seront eux-mêmes repoussés vers l'amont au détriment des terres cultivées les plus basses. La figure suivante montre les terres aux abords du lac, susceptibles d'être envahies à cause de l'EANM, et qui pourraient s'étendre sur environ 1160 ha.

Par ailleurs, le plan d'eau risque de subir le contre-coup de la forte marinisation du lac de Bizerte, en dépit des mesures prises afin de minimiser le niveau de salinité de ses eaux.



Figure 3.1 : Lac Ichkeul - Impact potentiel de l'EANM

En bleu vert, extension du plan d'eau aux dépens de marais. En bleu vif, migration de la zone marécageuse vers l'amont aux dépens des terres cultivées

⁶⁴ 18 millions de m³ d'eaux traitées sont utilisées annuellement pour l'irrigation.

⁶⁵ Ce lac est, notamment, inscrit à la convention de Ramsar pour la protection des oiseaux d'eau douce.

A l'inverse des zones continentales humides, les milieux humides littoraux seront d'autant plus vulnérables à l'EANM qu'ils sont proches du littoral. En général, pour le cas de la Tunisie, les milieux humides les plus vulnérables seront les lagunes, sebkhas, marécages côtiers de faible profondeur qui seront, dans leur grande majorité, annexés au domaine marin. Cette invasion se traduira :

- Par de profondes modifications des peuplements aquatiques avec, dans de nombreux cas, augmentation de la biodiversité et diminution de la productivité ;
- Par une translation vers l'amont de l'écotope humide qui empiétera plus ou moins largement sur l'écotope terrestre.

Au fur et à mesure de l'EANM, les impacts engendrés se feront de plus en plus sentir. La partie externe de ces milieux humides (interface mer-plan d'eau) sera érodée, et on enregistrera, éventuellement, une migration de la frange interne de ces milieux humides (interface plan d'eau-terre). Les nouvelles surfaces ainsi créées ne compenseront toutefois pas celles qui auront été perdues.

L'EANM se fera particulièrement ressentir dans les milieux humides côtiers de faible profondeur (autour de 1 m). Selon leur position géographique par rapport au trait de côte, ils pourraient être envahis progressivement par la mer, voire disparaître. Leurs peuplements subiront en conséquence de profondes modifications, avec passage, selon les cas et les scénarios considérés, d'un peuplement de milieu humide à celui d'un milieu aquatique, d'un milieu confiné à un milieu ouvert.⁶⁶

En ce qui concerne les lagunes de profondeur supérieure à 2 m, elles connaîtront une extension de surface proportionnelle au linéaire de basse altitude de leurs rives⁶⁷. En particulier, on pourrait assister à une submersion des îles qui bordent la partie nord occidentale du lac de Bizerte, ainsi que des îlots des zones Est et Ouest de la mer de Bou Grara, et des îlots latéraux de la mer des Bibans. Dans ce dernier cas, on assisterait à une "marinisation" de la lagune qui se transformerait en une sorte d'enclave marine.

Du point de vue biologique les modifications engendrées pour l'ensemble des milieux humides littoraux par l'impact de l'EANM seront importantes avec le passage progressif pour leur frange externe, d'un peuplement de type lagunaire de faible biodiversité à un peuplement marin de biodiversité nettement plus élevée. Néanmoins, ces modifications risquent d'avoir un impact socio-économique négatif car il est connu que le passage d'un écosystème de type lagunaire à un écosystème de type marin se traduit par une baisse relativement forte de la production halieutique.

⁶⁶ On peut citer dans cette catégorie des milieux humides de profondeur faible notamment : Les lagunes laminaires (Ghar el Melah, Khniss), les sebkhas littorales (Sebkhas du cap Bon, zone d'Enfidaville-Hergla, Madhia, Kerkena, Jerba, sebkha el Melah de Zarzis, sebkhas satellites des mers de Bou Grara et des Bibans), les marécages (marais d'Utique, de Soliman, des régions monastirienne, sfaxienne et ceux de la petite Syrte), les plaines humides (Utique, Soliman), les estrans (ensemble du littoral de la zone du golfe de Gabès).

⁶⁷ En particulier le lac de Bizerte, la mer de Bou Grara, la mer d'El Bibane. Le lac de Tunis, par contre, ne devrait pas être affecté par l'EANM.

□ L'écosystème marin

Il est très difficile de prévoir avec exactitude l'impact de l'EANM sur la flore et la faune marines. En effet, de tels impacts dépendraient, en premier lieu, des éventuelles modifications des courants qui circulent en Méditerranée. Néanmoins, on peut considérer que l'EANM n'affecterait que faiblement les peuplements strictement marins, tout au plus, il y aurait une légère translation vers le haut.

Par contre, le réchauffement de la mer, en raison des CC, aura des conséquences prévisibles notamment dans la partie méridionale, où l'on enregistre déjà des modifications dans la composition des peuplements.

□ Les forêts

On peut considérer que les forêts littorales sont relativement peu vulnérables à l'EANM du fait :

- Qu'il existe, de manière générale, une bonne acclimatation des espèces existantes à des conditions de vie sévères ;
- De leur implantation, dans la grande majorité en altitude suffisante.⁶⁸

Par contre, au niveau des oasis maritimes, l'EANM pourrait engendrer un retrait de la ligne de côte et une salinisation accrue de la nappe phréatique littorale préjudiciable à la bonne croissance des palmiers.

LES ACTIVITES ECONOMIQUES

□ L'agriculture

Le secteur agricole serait parmi les secteurs les plus touchés par l'EANM. En effet, les spéculations agricoles littorales sont nombreuses avec d'importantes surfaces couvertes, et l'EANM pourrait entraîner d'importantes pertes sur ces terres par érosion ou salinisation⁶⁹. En particulier, l'EANM pourrait fortement affecter le secteur des agrumes, du fait que les exigences climatiques des orangeries sont directement liées à l'environnement littoral. La survie des plantes les plus proches de la côte pourrait être particulièrement menacée, en raison de la sensibilité de la grande majorité des espèces cultivées à la salinisation du sol ou à une éventuelle remontée d'une nappe phréatique plus salée. Le secteur irrigué pourrait également être très affecté, et des retombées éventuelles de l'EANM sur les infrastructures agricoles (canaux d'irrigation et de drainage) pourraient être enregistrées.

□ L'énergie et l'industrie

Le secteur énergétique pourrait être concerné par l'EANM à trois niveaux : (i) production de l'énergie électrique ; (ii) production du pétrole en offshore ; (iii) raffinage du pétrole.

En ce qui concerne les 3 centrales électriques situées sur le littoral⁷⁰, leur système de refroidissement ne devrait pas être affecté par l'EANM. En ce qui concerne la production

⁶⁸ De telles forêts avaient été implantées en particulier pour fixer les champs dunaires sensés repousser l'EANM.

⁶⁹ 10.569 ha de terres agricoles sont notamment guettés par la salinisation.

⁷⁰ Radès, Sousse et Gabès.

pétrolière et gazière, les principales plateformes off-shore actuellement en production⁷¹ ne sont pas du tout vulnérables à l'EANM du fait de leur hauteur et de leur durée de vie programmée. Enfin, la seule unité de raffinage du pétrole, située à Bizerte, dans le nord⁷², pourrait être légèrement affectée par l'EANM dans la mesure où le chargement du brut et du pétrole raffiné s'effectue par pipeline à partir du quai de chargement du port.

Par ailleurs, on distingue deux types d'industrie réellement concernées par l'EANM : (i) L'industrie des produits de pêche ; (ii) L'industrie des phosphates.

L'industrie des produits de pêche est dans sa totalité installée dans les ports de pêche. Sa vulnérabilité est donc liée soit à celle des ressources halieutiques, soit à celle des infrastructures portuaires qui sont décrites dans les paragraphes suivants.

Par ailleurs, la vulnérabilité de l'industrie d'enrichissement des phosphates qui est concentrée au niveau de trois grands pôles du littoral⁷³ est essentiellement liée à celle des ports phosphatiers d'où sont exportés les produits finis.

□ **Le Tourisme**

Le secteur touristique, qui figure parmi les principaux axes stratégiques de développement de la Tunisie, pourrait souffrir des conséquences de l'EANM. En effet, d'une part, l'esthétique et l'étendue des plages, qui sont parmi les principaux atouts du secteur, et dont disposent les trois principaux pôles touristiques du pays pourraient être fortement affectés⁷⁴. D'autre part, les infrastructures, notamment celles très proches de la côte, seront particulièrement menacées. En plus de Sousse, on peut citer l'exemple de Jerba, dont les plages touristiques Nord-Est et Est, qui sont fortement bétonnées par l'implantation des complexes hôteliers et donc sont d'ores et déjà fortement déstabilisées, verront leur amaigrissement actuel se poursuivre de façon notable.

□ **La pêche et l'aquaculture**

La pêche est une activité importante en Tunisie⁷⁵. Parmi l'ensemble des activités halieutiques exercées en Tunisie, ce sont celles qui se déroulent en zone littorale (pêches côtières et lagunaires, récolte des palourdes) qui pourraient être les plus vulnérables.

Avec 69% du nombre d'emplois⁷⁶, et 45% de la valeur de la production⁷⁷, la pêche côtière peut être considérée comme la plus importante du secteur halieutique⁷⁸. Du fait qu'elle exploite les eaux de la frange littorale entre 1 et 50 m, cette activité risque d'être potentiellement touchée. Néanmoins, elle serait affectée moins par l'EANM que par les impacts d'une augmentation des températures moyennes de l'eau qui induirait une modification, notamment, qualitative (changements des espèces actuelles au profit d'espèces plus thermophiles) dans la structure des stocks exploitables économiquement. Ceci serait

⁷¹ Miskar, Cercina et Ashtart.

⁷² Société Tunisienne des Activités de Raffinage (STIR).

⁷³ Sfax, Skhira et Gabès

⁷⁴ Hammamet, Le Sahel et Jerba.

⁷⁵ La pêche est au 2^{ème} rang des exportations du secteur agricole en Tunisie, après l'huile d'olive.

⁷⁶ 36 000 pêcheurs, sur un total de 52 000

⁷⁷ 108 millions de dinars sur un total de 240 millions.

⁷⁸ Statistiques de 1998.

notamment le cas sur la portion du littoral s'étendant de Mahdia à Zarzis, où la pêche de la crevette, du poulpe et des palourdes pourrait être affectée.

Du point de vue biologique on est à même de penser que la "lessepsisation"⁷⁹ de la partie sud de la mer tunisienne ne pourra qu'être accélérée, d'où des incidences économiques négatives du fait de la valeur plus faible des espèces halieutiques commercialisables non indigènes.

De même, la pêche artisanale Kerkennienne, s'exerçant de façon impérative sur les hauts fonds (la taille des palmes qui servent de murs aux pièges fixes⁸⁰ n'excède pas les 2 m) risque d'être limitée par l'EANM.

En ce qui concerne la pêche lagunaire, il est probable qu'elle sera, non seulement touchée par l'augmentation des températures, mais aussi, par la montée accélérée du niveau de la mer (invasion marine des lagunes peu profondes), ce qui augurerait une diminution relativement sensible de la production globale de ce secteur.

Enfin, en ce qui concerne l'aquaculture, elle serait faiblement affectée par l'EANM pour le cas particulier de la Tunisie. En effet, les deux principales activités exercées en Tunisie dans ce domaine -la Pisciculture marine et la Conchyliculture- restent des secteurs mineurs⁸¹.

□ Aménagement du territoire et Infrastructures

Le littoral tunisien constitue depuis des siècles un espace privilégié pour l'action humaine. Lieu de peuplement ancien, il a été soumis, de tout temps, à d'intenses opérations d'exploitation et de mise en valeur. Aujourd'hui, il concentre les 2/3 de la population totale⁸², plus de 70% des activités économiques, 90% de la capacité totale d'hébergement touristique, et une grande part de l'agriculture irriguée. Cette forte pression anthropique a déjà fragilisé ce milieu. En effet, en dehors même du cadre des changements climatiques, on enregistre déjà, en de nombreux points de la côte tunisienne d'importants signes de dégradation de l'environnement.

Aujourd'hui encore le littoral continue à focaliser les interventions de multiples acteurs. Cet espace très convoité risque de le devenir de plus en plus dans le cadre du nouveau contexte économique marqué par la mondialisation.

Compte tenu de l'importance du littoral pour le développement économique de la Tunisie, il est évident que toute vulnérabilité des zones côtières, par rapport à l'EANM, affecterait la manière dont l'aménagement du territoire serait pensé. Bien entendu, cette nouvelle manière de penser l'aménagement du territoire entraînerait des coûts économiques et sociaux importants.⁸³

⁷⁹ Avancée de la flore et de la faune originaires de l'océan Indien transitant par la Méditerranée orientale.

⁸⁰ Chrafi.

⁸¹ La pisciculture marine est actuellement un secteur sinistré, et son potentiel pourrait s'amoindrir davantage si les pratiques actuelles ne sont pas relayées par une aquaculture en cages faite au large, qui est moins vulnérable à l'EANM. En ce qui concerne la Conchyliculture, la faible production de ce secteur, dont l'activité ne s'exerce que dans le seul lac de Bizerte, en fait un mode de production tout à fait mineur.

⁸² Avec les plus grandes agglomérations urbaines du pays.

⁸³ Exemple : installations d'activités économiques loin des côtes, d'où croissance des coûts et baisse relative de l'efficacité des activités, notamment celles tournées vers l'exportation. La mise en œuvre d'installations de sauvegarde des côtes et de protection de l'infrastructure entraînerait également des surcoûts importants (exemple : ports, routes, etc.).

3.7 ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES PRINCIPALES ZONES SENSIBLES A L'EANM

Les côtes tunisiennes montrent une morphologie variée. Mais plusieurs formes sont déjà avec le niveau marin actuel, soumises à différentes formes de dégradation. L'érosion marine apparaît constituer la menace la plus importante. Elle est favorisée par des facteurs naturels mais, dans les espaces fortement aménagés, elle a été accélérée par la pression anthropique.

En règle générale, ce sont surtout les plages, dont une partie souffre déjà d'une érosion préoccupante, les marais maritimes, les sebkhas, les chotts⁸⁴ et les lagunes, qui devraient le plus souffrir de l'EANM.

Les impacts de la montée du niveau marin seront perceptibles sur l'ensemble du territoire; toutefois, ces impacts seront plus ou moins déterminants en fonction de la géologie de l'arrière pays. Leur répartition géographique laisse déjà imaginer que les segments côtiers les plus à risque appartiennent à la ville de Bizerte et à son système lacustre, aux parties septentrionale et centrale du Golfe de Tunis, à la côte orientale de la péninsule du Cap Bon, à différents segments du Golfe de Gabès et aux îles basses de la côte orientale du pays.

De toutes les portions de côtes, celles qui seront les moins touchées seront celles où l'on rencontre des falaises relativement importantes ou de très larges champs de dunes (sur la quasi totalité de la côte allant de la frontière tuniso-algérienne à Bizerte, le seul endroit potentiellement sensible à l'EANM appartient à la ville de Tabarka), ainsi que les parties Ouest et Nord de la côte du Cap-Bon. Par contre, les zones basses restent très sensibles à l'EANM, et les dégâts occasionnés peuvent se traduire par :

- Une aggravation des submersions sur les côtes basses, en particulier les espaces deltaïques, les littoraux à lagunes, les marais maritimes, les îles plates ;
- Une accélération de l'érosion des plages ;
- Un renforcement de la salinisation des nappes phréatiques côtières ;
- Une réduction du volume des nappes phréatiques d'eau douce ;
- Une réduction des surfaces cultivées (plaines côtières) ;
- Une destruction d'un certain nombre d'infrastructures économiques littorales (zones touristiques, portuaires) ;
- Un re-calibrage nécessaire des émissaires des Stations de Traitement des Eaux (STEP) débouchant en mer ;
- Une destruction possible des STEP les plus proches du littoral.

Ces phénomènes seront vraisemblablement accentués par des surélévations anormales et temporaires du niveau de la mer plus fréquentes, liées à la conjonction de fortes tempêtes avec de grandes marées, d'une part, et par un taux de subsidence régionale plus ou moins active, d'autre part.

⁸⁴ Dépression fermée dont le fond est occupé par une sebkha.

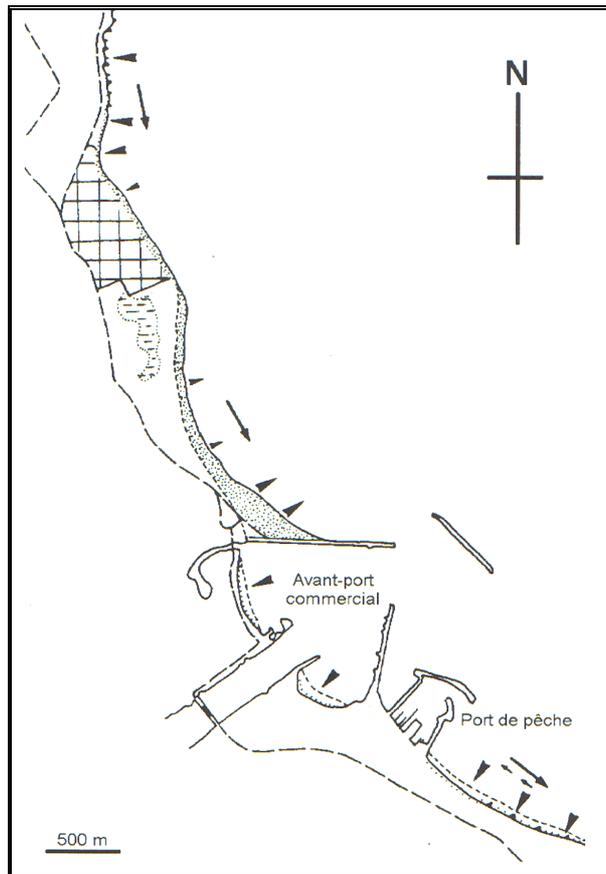


Figure 3.2 : Comportement des plages de la ville de Bizerte après les modifications apportées par les aménagements portuaires

NB : les flèches tournées vers le continent indiquent une érosion importante des plages; les flèches tournées vers la mer indiquent un engraissement des plages; les flèches parallèles au rivage indiquent les courants de dérive littorale.

ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES ZONES TERRESTRES ET MARITIMES LITTORALES

L'évaluation de la vulnérabilité des zones terrestres littorales s'est faite en partant du nord vers le sud de la Tunisie. Quatre zones principales ont été mises en évidence :

- La côte Nord ;
- Le golfe de Tunis ;
- Les côtes du golfe de Hammamet et du Sahel ;
- Le golfe de Gabès et ses abords méridionaux ;

□ **La côte Nord**

Cette partie du littoral tunisien est réputée pour son caractère difficile et rocheux, avec notamment des falaises accores et des champs dunaires étendus, ainsi que sa bathymétrie accusée avec un plateau continental réduit au minimum.

Malgré son caractère accidenté, le littoral nord accorde une place indéniable aux plages sableuses dont les plus étendues appartiennent aux baies et aux embouchures des principaux oueds. Cette localisation, ainsi que l'existence de nombreuses falaises et côtes rocheuses vives ont favorisé une bonne alimentation des plages en sédiments et par là, leur épanouissement. Si bien que, d'une façon générale, elles sont épaisses; leur largeur atteint assez fréquemment plusieurs dizaines de mètres et dépasse localement, pour les plages d'embouchures d'oueds importants, une centaine de mètres. De plus, la plupart d'entre elles sont relayées vers l'intérieur par des champs dunaires parfois étendus et très marqués dans le paysage côtier.

Quant à leur comportement, ces plages sont le plus souvent peu sensibles aux problèmes d'érosion et connaissent parfois même un budget sédimentaire plutôt excédentaire dans le cas des plages occupant l'embouchure d'oueds.

Néanmoins, des signes de faiblesse, des menaces de rupture d'équilibre et parfois même des problèmes d'érosion préoccupante existent dans les segments aménagés, notamment ceux appartenant à l'aire des agglomérations importantes. A Tabarka, les aménagements portuaires ont artificiellement réalisé le rattachement de l'île au continent par un tombolo sableux. Le résultat a été un recul de la plage dans le secteur situé à l'Est de l'embouchure de l'oued El Kebir. Une haute dune bordière de la plage est taillée en falaise. L'épave de l'Auvergne, navire qui fit naufrage en 1878, se trouve aujourd'hui à plus de 40 m du rivage alors qu'elle apparaît accolée à lui sur la carte nautique du port de Tabarka levée en 1883.

A Bizerte, des travaux portuaires ont depuis la fin du XIX^e siècle profondément perturbé le jeu naturel des processus côtiers, comme le montre la figure 3.2. Les petites plages, dites de la Corniche, démaigrissent, en partie à cause du mur de protection de la route qui longe la plage, qui a accru la réflexion des vagues, et a donc favorisé l'enlèvement du sable.

Entre l'entrée du vieux port et le Club nautique, d'une part, et le port de pêche, d'autre part, ainsi qu'au delà de ce dernier, les plages montrent déjà un très fort démaigrissement, car l'alimentation en sable est arrêtée depuis que la jetée nord du port stoppe la dérive littorale. La destruction de la dune bordière pour aménager sur son emplacement, un boulevard en front de mer, et les dragages pour accroître la profondeur de l'avant-port ont encore aggravé le déséquilibre sédimentaire. A R'mel, la dune bordière est taillée en falaise et même ébréchée au point qu'un tronçon de la route Tunis-Bizerte est menacé d'inondation au moment des tempêtes. Un blockhaus construit vers 1937 dans la dune est actuellement entouré d'eau sur trois de ses côtés et a basculé.



Figure 3.3 : Partie ouest du lac de Bizerte

En vert clair, les zones potentiellement affectées par l'EANM

En conclusion, les conditions naturelles font de la côte Nord, une zone à risque réduit quant aux incidences de l'EANM. Néanmoins, les parties basses des rivages des villes de Bizerte et de Tabarka, peuvent être menacées par l'EANM, d'autant plus qu'elles accusent une pression anthropique forte.

Ainsi, à Bizerte, les contraintes qui s'exercent depuis plus d'un siècle, liées, non seulement aux activités urbaines, mais aussi industrielles, ont amené une importante perturbation des biotopes. Des risques sérieux sont, de ce fait, prévisibles surtout au niveau des plages et des ports.

A Tabarka, la situation est moins préoccupante, mais elle risque de le devenir avec la densification des aménagements de front de mer.

□ Le golfe de Tunis

La côte du golfe de Tunis montre plusieurs formes de faiblesse. Celles-ci tiennent à des facteurs naturels mais sont aussi le résultat d'un cumul d'interventions à travers une histoire relativement longue. Les activités plusieurs fois millénaires : création du port d'Utique en 1100 avant J.C., installation des Phéniciens à Carthage en 900 avant J.C., anthropisation permanente de la zone de Tunis depuis cette date, ont amené de nombreuses modifications des biotopes en place, et accentuent la vulnérabilité de la côte par rapport à l'EANM.

Par ailleurs, la configuration des côtes et l'importance des terrains bas rendent différents secteurs de cette zone très vulnérables à l'EANM, et ce d'autant plus qu'elle abrite la plus importante concentration urbaine et industrielle du pays. Parmi les conséquences principales de l'EANM, on pourra considérer les scénarios probables suivants :

- Le cordon littoral qui ferme la lagune de Ghar el Melh, risque facilement d'être rompu. La lagune elle-même, très peu profonde, sera très probablement annexée au domaine maritime ;
- La plaine d'Utique (secteur de la basse vallée de la Medjerda), zone de forte spéculation agricole, connaîtra une importante réduction de sa superficie ;
- Les plages du secteur nord Ariana, en dépit de leur grande largeur, seront touchées et la sebkha d'Ariana sera vraisemblablement annexée au domaine maritime ;
- Les plages de la zone comprise entre Amilcar et Hammam Lif déjà très atteintes par l'érosion verront leur surface réduite de manière drastique ;
- Les sebkhas qui bordent les plages de la banlieue Sud de Tunis seront exposées à des inondations de plus en plus fréquentes ;
- La lagune de Tunis subira elle aussi les contre-coups de l'EANM. Dans le scénario le plus pessimiste, la route Tunis-La Goulette pourrait même être submergée à ses points les plus bas ;
- L'ensemble du complexe portuaire de Tunis sera touché ;
- Le segment de plage qui s'étend de Raouad jusqu'à Sidi Erraies finira à terme par disparaître en raison de l'avancée de la mer, et ceci, quel que soit le scénario considéré. Le rivage serait, bien entendu, fixé par les constructions ; néanmoins, avec le scénario d'EANM de 50 cm et de 55 cm à l'horizon 2010, et en considérant les surcotes, l'eau pourrait même passer à travers les constructions de front de mer ;
- La façade ouest du Cap-Bon (zone de relief relativement accusé : falaises et champs dunaires stabilisés) sera, dans l'ensemble, peu touchée.

La cartographie de la partie Nord du golfe de Tunis présentée sur la figure 3.4, montre les conséquences importantes de l'EANM. Dans certains cas, le recul du trait de côte sera parfois supérieur à 1500 m. Les espaces qui risquent d'être annexés à la mer s'étendent sur quelques **6440 ha**.⁸⁵

⁸⁵ A l'exception du Golfe de Tunis, du Golfe de Hammamet et des îles Kerkenna, il n'a pas été possible d'estimer les surfaces côtières susceptibles d'être annexées au milieu marin, du fait de l'EANM. Un effort cartographique considérable serait nécessaire pour être en mesure de produire de telles estimations.

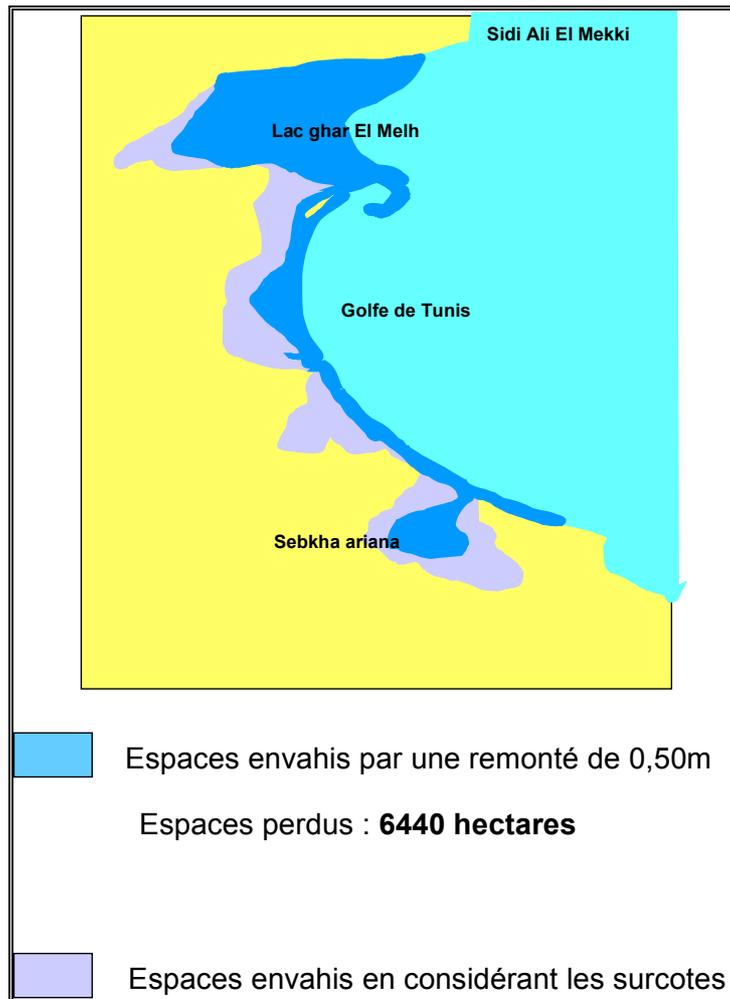


Figure 3.4. : Impacts de l’EANM sur les côtes du golfe de Tunis

Bleu foncé : espaces envahis par une remontée de 0,5 m (espaces perdus 6440 ha)
 Bleu clair : espaces envahis en considérant les surcotes

□ **Les côtes du golfe de Hammamet et du Sahel**

Les plages représentent la forme la plus fréquente de ce segment côtier qui va de Kélibia à Monastir. Leur physionomie montre toutefois des différences sensibles, et le comportement de ces plages varie d'un secteur à l'autre. La figure 3.5 illustre les impacts de l'EANM sur cette région. D'une façon générale, les faiblesses sont d'autant plus évidentes que le segment côtier est anthropisé. Ainsi, au sud de Kélibia, les plages montrent, en différents points, des signes de recul comme le mettent en évidence des sites archéologiques romains attaqués par les vagues de tempête. Mais, dès avant Korba, dont le large estran sableux témoigne d'une bonne alimentation en sable due à une dérive littorale dominante venue du nord, les plages semblent plutôt stables, jusqu'à Nabeul.

En revanche, des problèmes d'érosion marine se posent dans le secteur touristique d'Hammamet. Certains hôtels ont même fini par perdre une partie importante de leurs estrans sableux.

Ensuite et jusqu'à El Kantaoui, on peut considérer que tout le littoral est en situation d'équilibre. A partir d'EL Kantaoui, en allant vers Sousse, l'érosion de la plage pose des problèmes dans un secteur où des aménagements touristiques ont été implantés. Avant même la construction du port de plaisance d'El Kantaoui, cette partie de la côte était en recul comme en témoignait l'attaque par les vagues de blockhaus datant de la veille de la Deuxième Guerre Mondiale. Depuis que le port d'El Kantaoui a été construit, l'apport en sédiments a encore diminué puisqu'une partie du sable est arrêtée par lui, d'où un secteur qui engraisse à son contact, mais aussi une exacerbation de l'érosion ailleurs.

Au-delà de Sousse, la plage de Skanès est encore large devant plusieurs hôtels. Mais des signes d'érosion ont commencé à se manifester depuis quelques années, surtout dans la partie occidentale de la zone touristique.

La plage de la ville de Monastir, orientée vers le nord-est, démaigrît depuis qu'elle n'est plus alimentée par une dérive littorale orientée vers le sud et actuellement arrêtée par les digues du nouveau port. Le boulevard de front de mer a dû être protégé par un enrochement. Les rares plages, minces et discontinues, de la côte Khniss-Dimesse sont presque partout en cours d'érosion. L'érosion a également été accentuée par les dérèglements du transit sédimentaire littoral, suite à la multiplication des implantations portuaires.

Les littoraux sableux qui s'étendent à partir de Mahdia, vers le nord jusqu'à Ras Dimasse et vers le sud en direction de Salakta, sont en recul. Des brise-lames ont dû être mis en place des deux côtés de la racine du cap Afrique. Au nord de Salakta, à El Mnaka, des ruines antiques attaquées par les vagues témoignent aussi d'un recul en cours de la plage.

A Chebba, la flèche sableuse a déjà perdu une partie importante de son corps, surtout depuis la création du port de pêche.

Globalement, sur cette côte qui comporte le plus grand potentiel touristique et balnéaire du pays, l'EANM devrait donc exacerber considérablement la profonde érosion maritime qui s'y déroule depuis longtemps déjà, en raison de l'action conjuguée de la mer et de la pression anthropique. En considérant les niveaux exceptionnels des surcotes, on peut penser que même le cordon littoral peut être en différents points submergé. Globalement, les espaces qui risquent d'être annexés à la mer s'étendent sur quelques **1965** ha dans le golfe de Hammamet, comme le montre la figure3.5.

Un cas particulier, positif celui-ci, est à mettre en évidence. Il s'agit de la côte de Madfoun qui se distingue par sa dune bordière assez bien développée et surtout protégée et fixée par une forêt relativement bien entretenue. Elle bénéficie donc d'une réserve sédimentaire qui doit lui permettre de faire face à une EANM. Elle apporte ainsi une illustration significative de l'intérêt et des avantages des réserves naturelles et des efforts de protection des dunes littorales, comme option conservatoire possible contre l'EANM.



Figure 3.5 : Impacts de l'EANM sur les côtes du golfe de Hammamet

□ Le golfe de Gabès et de ses abords méridionaux

Cette section côtière s'étend depuis la pointe de Rass Kaboudia (à Chebba) jusqu'à la frontière avec la Libye. Cette côte est encadrée par des terres basses de la famille des plaines, des bas plateaux et de petites collines. Le rivage est dominé par les formes basses, mais dans le détail il montre une variété morphologique indéniable. Ainsi se succèdent falaises, côtes rocheuses, plages, sebkhas et pseudo sebkhas bordières, vastes indentations lagunaires ainsi que de nombreux marais maritimes. Ces derniers distinguent cette côte de l'ensemble du littoral tunisien et sont favorisés par l'importance de la marée.

Sous l'effet de l'EANM, les falaises, le plus souvent taillées dans des formations tendres (les argiles gypseuses mio-pliocènes en particulier) seront soumises à une érosion de plus en plus rapide.

Quant aux plages sableuses, elles seront appelées, comme on l'a vu pour des secteurs précédents, à migrer vers l'intérieur des terres ou à disparaître. S'agissant des plages bordées par des constructions, toujours peu épaisses et dépourvues de dunes bordières importantes, leur disparition pourrait se produire même avec le scénario de 0,38 m; elle sera en tout cas, et si rien ne change par ailleurs, inévitable avec les scénarios 0,50 m et 0,55 m. Cette disparition sera d'autant plus rapide que les plages vivent un déficit sédimentaire; c'est le cas de celles de la zone touristique de Zarzis. Localement, l'érosion est déjà menaçante, ce qui a d'ailleurs poussé au recours à des rechargements et à l'implantation de quelques ouvrages pour

contrecarrer cette érosion marine. De leur côté, les structures portuaires, surtout les longues jetées du port de pêche sont en train de perturber le transit littoral naturel.

Par ailleurs, les travaux d'aménagement portuaire, urbain et industriel ont commencé à modifier la morphologie originelle de la plage de Gabès et à la fragiliser. Ceci apparaît surtout entre la nouvelle zone industrielle et les hôtels de tourisme.

Des modifications sensibles sont à attendre aussi au niveau des marais maritimes et des sebkhas, nombreux dans la région, qui seront annexés à la mer ou se transformeront, lorsque les données topographiques le permettent, en milieux lagunaires.

La Sabkhet El Melah, située entre Zarzis et la frontière avec la Libye, en donne une illustration des plus remarquables (voir figure 3.6). Cette sebkha retrouverait son paysage lagunaire d'il y a quelque 5000 à 6000 ans lorsque les néolithiques venaient y chercher une partie de leur nourriture ainsi que l'indiquent leurs nombreuses traces encore reconnaissables sur les berges de la sebkha.⁸⁶

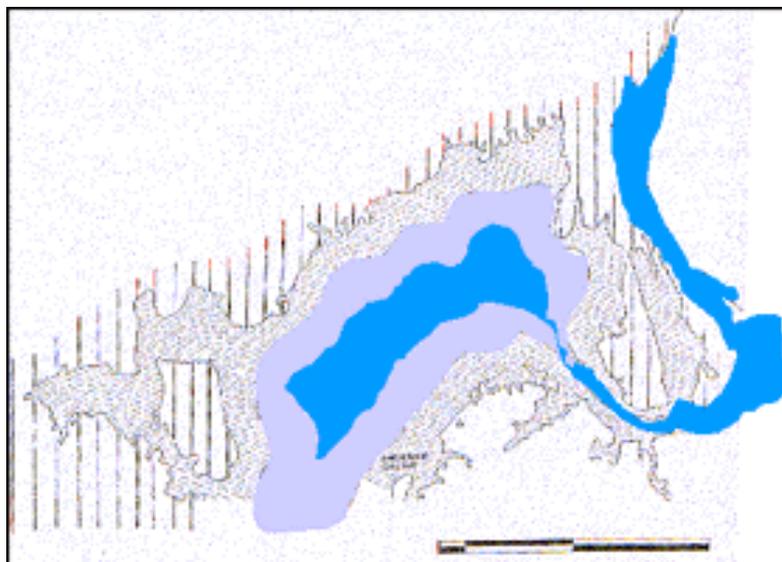


Figure 3.6 : Impacts de l'EANM sur la sebkha El Melah située dans le golfe de Gabès
Zone en bleu : partie potentiellement gagnée par la mer

LES ILES ET ILOTS

La côte tunisienne est devancée par une soixantaine d'îles et îlots organisés le plus souvent en archipels. L'EANM aura un impact différencié selon la morphologie des zones insulaires concernées et leur statut d'habitation. Ainsi, les îles à relief accusé⁸⁷ ne seront que peu affectées par la remontée de la mer. Par contre, les îles plates⁸⁸ seraient certainement fortement affectées par l'EANM, avec cependant des conséquences plus ou moins importantes. En particulier, les îles peuplées seront très fortement affectées.

⁸⁶ Escargotières riches en industrie lithique et en restes de coquillages et de squelettes de poissons.

⁸⁷ Généralement situées le nord (archipel de la Galite, Zembra et Zembretta).

⁸⁸ Kerkena, Jerba, îles Kuriate et Kneiss.

Quatre îles paraissent particulièrement vulnérables à l'EANM : les îles Kerkenna et l'île de Jerba qui sont habitées en permanence, l'archipel de Kneiss et les îles Kuriates qui sont généralement non habitées.

□ Les îles de Kerkenna

Cet archipel se distingue surtout par sa topographie très faible, faite d'une succession de terrains plats, occupés par des sebkhas, et de petits dos de terrain à surface souvent très régulière. La figure 3.7 permet d'avoir une idée des impacts probables de l'EANM sur cette région.

Les sebkhas, très étendues au bord de la mer, se trouvent toujours à des altitudes très faibles, très souvent inférieures à 2 m; si bien que leurs marges externes sont fréquemment atteintes par les eaux marines. A l'occasion des tempêtes, elles peuvent être totalement inondées.

Les données géomorphologiques et les différents repères qui aident à retracer l'évolution récente, notamment les vestiges archéologiques, indiquent que le littoral kerkenien souffre de différentes formes de dégradation, dont notamment l'érosion marine et la salinisation des terres au bord du rivage.

Cette érosion a déjà entraîné un recul sensible du trait de côte attesté en particulier par la situation dans laquelle se trouvent les vestiges archéologiques. De fait, le recul de la côte a, dans plusieurs situations, permis à la falaise de rattraper des sites antiques qui devaient logiquement se trouver, à l'origine, à un minimum de distance du rivage. Dans certains cas, la mer a éventré les structures de tels sites et en a même parfois fait disparaître une grande partie.

Les plages sont encore plus vulnérables; plusieurs d'entre elles sont en train de perdre leur substance, d'autres ne sont que des accumulations éphémères. Leur fragilité a été parfois accentuée par des aménagements de front de mer, surtout dans la zone touristique. La remontée du niveau marin, l'affaissement du sol de l'archipel par subsidence et l'absence de cours d'eau importants susceptibles d'alimenter la côte en sédiments sont les principaux facteurs naturels. Néanmoins, la pression anthropique a aussi une part de responsabilité importante dans le recul du littoral, en particulier les pratiques fréquentes de :

- prélèvement du sable des plages pour la construction malgré son interdiction ;
- multiplication des constructions à peu de distance du rivage, notamment dans des côtes à recul rapide;
- dérèglement du transit sédimentaire par la création d'obstacles interceptant la dérive littorale.

Avec une élévation marine accélérée, l'érosion risque de devenir de plus en plus importante et de s'accélérer, et la salinisation continuera de gagner du terrain. En fait, l'archipel Kerkenien apparaît comme l'un des milieux les plus menacés par cette élévation du niveau marin, surtout si la subsidence continue à y être active.

Mais l'impact le plus important sera enregistré dans les marais maritimes et les sebkhas. Ces espaces sont toujours très bas; leur altitude est le plus souvent comprise entre quelques décimètres et 1 m seulement et parfois égale à 0 m. Aussi une élévation du niveau marin, même de quelques décimètres pourrait se traduire par leur annexion, de façon permanente, à la mer. Cette annexion sera bien entendu la plus importante avec les scénarios 0,50 et 0,55 m,

qui risquent de se traduire par une transformation de l'archipel en un grand nombre d'îlots. La superficie des marais et sebkhas, qui sera ainsi perdue peut être évaluée à environ 70 km², soit environ le tiers de la surface totale.

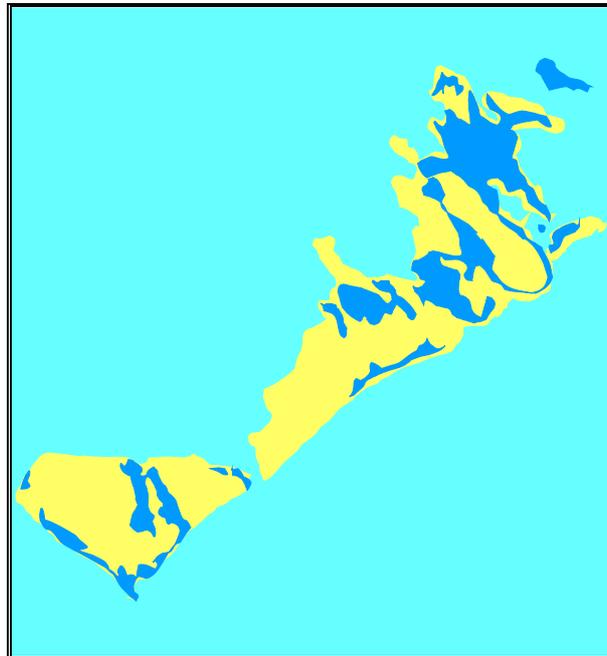


Figure 3.7 : Impacts de l'EANM sur les côtes des îles de Kerkennah

Zones bleu foncées : Zones susceptibles d'être annexées à la mer

□ L'île de Jerba

Jerba a un rivage varié dans lequel alternent des côtes rocheuses basses, des marais maritimes, des plages, ainsi que quelques falaises. Les formes d'érosion s'observent dans les falaises et les côtes rocheuses mais aussi dans les plages et les marais maritimes. Elles ont quelquefois été à l'origine d'un recul sensible du trait de côte.

Les falaises sont parfois soumises à une érosion sévère et reculent à une vitesse importante. C'est ce que suggère par exemple l'état dans lequel se trouvent des ruines antiques ou même des constructions plus récentes, qui ont été rattrapées par le recul de la falaise et dont certaines ont même commencé à perdre une partie de leurs murs externes.

Les côtes rocheuses basses sont soumises à une attaque mécanique mais leur évolution se fait essentiellement par érosion biochimique (corrosion). En témoignent les nombreux mares et lapiès qui affectent leurs surfaces.

Dans les marais maritimes, le recul de la côte est moins évident que dans les côtes rocheuses et les falaises. Mais il n'est pas inexistant et apparaît surtout à travers le modelé de la microfalaise qui marque le contact entre la slikke et le schorre. Cette microfalaise est dans différentes situations devancée par des mottes de terre parfois encore accompagnées de leurs touffes de végétation.

Les plages ont une importance de premier ordre pour l'économie et constituent un élément essentiel pour l'environnement de l'île, mais elles sont en même temps très fragiles et plusieurs d'entre elles sont sérieusement menacées dans leur existence. Quelques exemples suffisent à démontrer l'état de gravité de la situation actuelle, et à imaginer les conséquences futures d'une EANM.

Immédiatement à l'Ouest de l'hôtel Dar Jerba, la morphologie est celle d'un cordon littoral, presque sans dunes, auquel fait suite une sebkha aujourd'hui artificiellement remblayée pour la création d'un terrain de tennis. Dès les années soixante-dix et le début des années quatre-vingt, l'attention fut attirée sur la fragilité de cette côte surtout à partir de l'exemple des hôtels Jazira et Les Sirènes qui avaient déjà perdu une grande partie de leur plage et dont les murs externes commençaient à être endommagés. Depuis cette époque, la dégradation de la côte et surtout l'érosion de la plage et de sa dune bordière n'ont cessé de se confirmer et de s'étendre aux autres parties de la côte.

Les dégradations sont également déjà palpables dans plusieurs autres secteurs de l'île, et menacent des infrastructures de toutes sortes. Ainsi, dès le début des années quatre-vingt, des signes d'érosion avaient été relevés sur la plage de Jerba la Fidèle, devant l'hôtel du Club Méditerranée et au-delà de Sidi Slim. Aujourd'hui, toute la côte qui s'étend de Jerba la Fidèle jusqu'à l'auberge d'Aghir recule. En témoignent des palmiers abattus sur l'estran ou à pied baigné par la mer, l'érosion d'une grande partie de l'ancienne route côtière, et la destruction de certaines des constructions les plus proches du trait de côte. Les ouvrages de défense implantés depuis quelques années, témoignent du caractère sérieux de la menace que représente le recul du littoral.⁸⁹

Dans cette île, une EANM sera lourde de conséquences surtout dans les plages et les aménagements touristiques. Dans l'impossibilité de migrer vers l'intérieur, à cause des constructions hôtelières qui occupent de façon quasi continue le front de mer, ces plages seront menacées de disparition, même avec le scénario de 38 cm à l'horizon 2100. Un linéaire de côte long de 25 km et équipé d'hôtels risque de devenir dépourvu de plages naturelles.

La menace sera d'autant plus sérieuse que les aménagements sont proches du rivage. En considérant les surcotes, le niveau de la mer dépasse, avec les différents scénarios, la valeur de 2 m; dans ce cas, l'eau pourra s'avancer même à l'intérieur des hôtels.

En dehors des côtes à plages, l'avancée de la mer sera ressentie dans les marais maritimes toujours situés à des altitudes de quelques décimètres au maximum et les sebkhas littorales dont la frange externe est déjà, avec le niveau marin actuel, régulièrement envahie par les eaux marines à l'occasion des tempêtes. En tenant compte des niveaux prévus avec les surcotes, ces sebkhas évolueront vers des milieux plus fréquemment envahis par les eaux, voire de type lagunaire.

⁸⁹ Il s'agit le plus souvent d'initiatives privées tels que digues en terre ou petits épis rocheux.

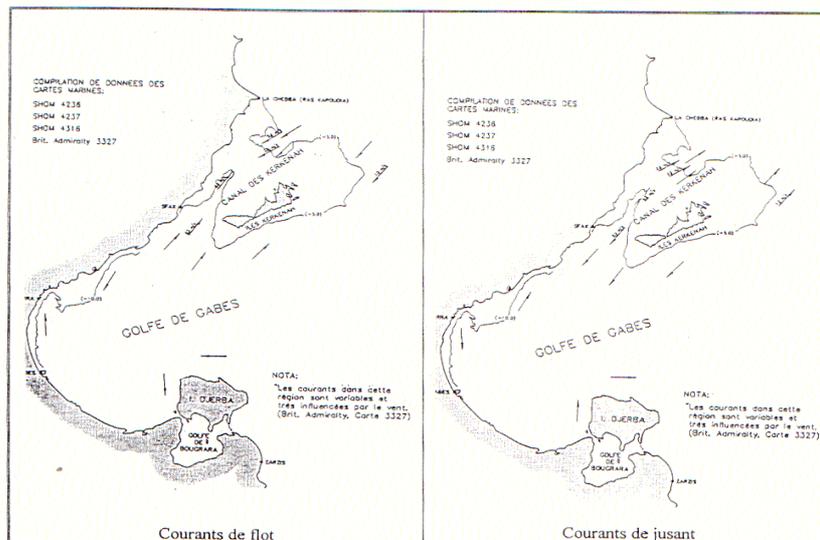


Figure 3.8 : L'île de Jerba et les courants maximaux de marée dans le golfe de Gabès

□ L'archipel des Kneiss

Situé au large de la côte de Skhira, l'archipel des Kneiss, est constitué de quatre îlots. Déjà avec le niveau marin actuel, cet archipel est soumis à une érosion marine rapide et a perdu une partie importante de sa substance au cours des temps historiques. Sa fragilité vient aussi de sa topographie très basse et du caractère subsident de son sol. Une EANM pourrait se traduire par des modifications spectaculaires, voire une disparition complète de l'archipel.

□ Les Kuriates

Les Kuriates sont deux îlots situés en face de la côte de Monastir, à environ 16 km vers le large. De taille très limitée et à topographie basse, ces îlots connaîtront des modifications sensibles et doivent être considérés comme particulièrement vulnérables à l'EANM. Le plus petit d'entre eux pourrait être carrément submergé et disparaîtrait avec les différents scénarios, d'où des conséquences importantes sur la biodiversité. En particulier, les rares colonies de nidification de tortues caouanes encore présentes sur le littoral tunisien pourraient être menacées en raison de la restriction prévisible des surfaces sablonneuses disponibles pour le creusement des nids.

3.8 ANALYSE DE LA VULNERABILITE DES PRINCIPALES INFRASTRUCTURES LITTORALES A L'EANM

Les infrastructures réalisées sur le littoral tels que les aménagements portuaires et les grands projets, seront éventuellement touchées par l'élévation accélérée du niveau de la mer due aux changements climatiques. L'EANM affecterait notamment :

- **Les infrastructures portuaires** : les ouvrages de protection (digues, épis, brise-lames, etc.) peuvent, à la suite d'une remontée du niveau de la mer, subir une réduction de leur action de lutte contre l'érosion. L'élévation du niveau de la mer aurait des impacts éventuellement sur les ouvrages extérieurs de protection ainsi que sur les ouvrages intérieurs du port (quai, appontements, etc.).

- **Les ouvrages d'assainissement:** il s'agit tout particulièrement des réseaux d'assainissement d'eau usée, des grands collecteurs d'eau pluviale et des stations d'épuration côtières.
- **Les grands projets d'aménagement:** les grands projets d'aménagement côtiers (lac Nord, lac Sud⁹⁰, côte nord de Sfax) peuvent subir des submersions de quelques ouvrages ou une inondation des terre-pleins créés sur les berges.

LES INFRASTRUCTURES PORTUAIRES

L'extrême Nord comporte trois ports de pêche et il ne comporte pas d'ouvrages spéciaux dédiés à la protection des côtes.

Au niveau de la protection extérieure des trois petits ports, l'effet de l'EANM ne serait éventuellement pas important, et leur vulnérabilité serait donc faible. En ce qui concerne les ouvrages internes (quai, appontement, etc.), il est probable que le niveau de la mer puisse atteindre leur niveau actuel.

Le golfe de Tunis comporte quatre ports de commerce, huit ports de pêche et plusieurs ouvrages de protection réalisés dans le grand Tunis (digues, brise-lames, talus, etc.). En ce qui concerne les ouvrages internes (quai, appontement, etc.), qui sont situés à la côte approximative de 1,2 mNGT, il est probable que le niveau de la mer puisse atteindre leur niveau actuel.

Le golfe d'Hammamet comporte un port de commerce à Sousse, deux ports de plaisance (Sousse et Monastir) et 13 ports de pêche. Les protections réalisées sont localisées à Sousse, Monastir, Mahdia et Salakta. A l'exception des ouvrages extérieurs du port de Beni Khiar et de la future Marina de Hammamet, les impacts de la remontée séculaire du niveau de la mer seraient négligeables sur les envasements, à cause du faible transit littoral, et relativement faibles sur les agitations dans les enceintes portuaires.

Il est important de signaler que le seul projet dont la conception a tenu compte de l'élévation due aux CC est celui de la Marina de Hammamet, qui est en cours de construction, et dont l'achèvement des travaux est prévu pour l'an 2001. La prise en compte de cette élévation a conduit au calage du mur de soutènement extérieur à une côte de +7 mZH.⁹¹

Les protections réalisées sont localisées à Kerkenna, Jerba et Zarzis. On peut estimer que surtout pour les cas de Kerkenna et Jerba, il peut y avoir des taux supplémentaires d'envasement induits par l'EANM. Les impacts seraient faibles sur les agitations à cause des hauts fonds.

LES INFRASTRUCTURES D'ASSAINISSEMENT

Les installations du secteur de l'assainissement dans les villes côtières sont tout particulièrement vulnérables à l'élévation du niveau de la mer. Cette élévation toucherait en particulier : (i) Les réseaux d'évacuation des eaux usées, (ii) Les collecteurs d'évacuation des eaux pluviales ; (iii) Les stations d'épuration.

⁹⁰ Il est à noter que les aménagements du lac Sud ont pris en considération une éventuelle élévation séculaire du niveau de la mer, due aux CC, de l'ordre de 30 cm. Ceci représente un des exemples de prise en compte du phénomène de l'EANM dans l'aménagement du littoral.

⁹¹ mZH (mètres par rapport à Zéro Hydrographique) : référence utilisée par les cartes marines, et exprimant le niveau d'un sujet, en mètres, par rapport au niveau de la mer, qui est égal à zéro.

□ Les réseaux d'évacuation des eaux usées

En général, les réseaux d'assainissement en Tunisie sont de type séparatif. Dans les grandes villes côtières, les eaux usées domestiques sont généralement collectées par des réseaux fermés qui n'ont aucune liaison avec la mer ou le milieu récepteur. Ces eaux sont évacuées vers des stations d'épuration par voie gravitaire ou par pompage. Pour ces cas, le risque d'intrusion d'eau marine dans les réseaux est relativement faible si ces installations sont bien entretenues.

Le problème se pose surtout pour les zones basses dont les réseaux sont directement évacués dans la mer à l'état brut sans traitement. Dans ce cas, il y a le risque de retour des eaux de mer dans ces réseaux. Si l'on exclut quelques zones basses du grand Tunis Sud et de Sfax, on peut dire que ce genre de réseaux ne pose pas de problèmes pour la Tunisie car l'ONAS tend à brancher tous les réseaux des villes côtières vers des pôles d'épuration.

□ Les collecteurs des eaux pluviales

L'évacuation des eaux pluviales de Tunis est divisée en deux pôles: on distingue, d'une part, la partie nord dont les eaux sont évacuées dans le port de Tunis par le biais du canal périphérique ouest du lac Nord et, d'autre part, la partie sud dont les eaux sont évacuées actuellement dans le lac Sud.

En cas d'une remontée du niveau de la mer, le canal nord ne pourra plus assumer sa fonction. Le canal serait inondé par les eaux du lac via les trois déversoirs à seuil très bas. Tout le système d'évacuation des eaux pluviales du grand Tunis serait ainsi paralysé. Ceci peut causer des inondations et des stagnations dans les zones basses de Tunis.

Si l'on tient compte des caractéristiques hydrographiques de la mer à Tunis et de la côte de crête des déversoirs (+0,70 mNGT), le canal d'évacuation subira les conséquences suivantes :

- Inondation temporaire (2 fois par an) pour le scénario Min-R ;
- Inondation quasi-continue (2 fois par mois) pour le scénario de référence;
- Inondation continue pour le scénario Max-R.

Dans la ville de Tunis, il y a aussi les ouvrages d'évacuation des eaux pluviales (dalots bétonnés) des berges du lac Nord dont les fils d'eau sont situés à des côtes inférieures à 0,6 mNGT. Ces dalots seraient remplis en quasi permanence par des eaux de mer, à partir d'une élévation du niveau de mer correspondant au scénario de référence.

□ Les stations d'épuration

Au niveau des stations d'épuration côtières, l'impact d'une éventuelle intrusion d'eau marine due à une élévation du niveau de la mer peut engendrer, en plus de l'inondation du site, une perturbation totale du procédé d'épuration qui n'est pas adapté aux hautes salinités. Néanmoins, sauf événements exceptionnels,⁹² la vulnérabilité de ces stations en Tunisie reste faible en raison des emplacements de ces stations ou des lieux des ouvrages de rejet, implantés sur des côtes élevées.

□ Les grands aménagements littoraux

⁹² Exemple de la station de Sfax qui pourrait être affectée une fois tous les 10 ans.

En ce qui concerne le projet d'aménagement du lac Nord de Tunis, les points les plus critiques de la ligne de front du lac, en cas d'EANM, sont les portes d'entrée du lac et les déversoirs d'orage du canal de ceinture du Grand Tunis. En effet, le système de renouvellement conçu pour le lac Nord serait perturbé deux fois par an pour le scénario volontariste Min-R, et en quasi continue dans les scénarios de référence et Max-R.

En plus des écluses d'entrée, les autres points sensibles à l'EANM sont les déversoirs réalisés sur le canal périphérique ouest réalisés pour l'évacuation des eaux pluviales du grand Tunis et les dalots d'évacuation des eaux pluviales des berges du Lac.

CHAPITRE 4

INITIATIVES TUNISIENNES ENTREPRISES OU ENVISAGEES EN LIAISON AVEC L'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES

4.1 INTRODUCTION

Ce chapitre présente, d'une manière synthétique, les efforts déployés par la Tunisie pour adopter un profil de développement respectueux de l'environnement. En effet, un certain nombre de mesures institutionnelles, réglementaires et financières, visant la protection de l'environnement, ont toujours accompagné les programmes de développement, et ont indirectement contribué à l'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre.

Compte tenu des impératifs de développement, les émissions de GES devraient inévitablement enregistrer une croissance soutenue, et ceci malgré l'intensification des efforts en faveur de la protection de l'environnement. A ce titre, dans une seconde partie, ce chapitre se proposera d'analyser les perspectives de développement de chacun des secteurs responsables des émissions de GES, et leur contribution à l'évolution des émissions de GES, aux horizons 2010 et 2020.

Enfin, ce chapitre présentera dans une dernière partie, les possibilités d'atténuation de la croissance des émissions de GES. Il identifiera également les options concrètes susceptibles d'être mises en œuvre en Tunisie, et évaluera le potentiel de chacune de ces options à l'atténuation de la croissance des GES.

4.2 LES INITIATIVES TUNISIENNES ENTREPRISES DANS LE PASSE AYANT EU UNE CONTRIBUTION A L'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Depuis deux décennies, la politique tunisienne en matière de développement s'était déjà résolument orientée vers l'application des préceptes du développement durable. Cette politique s'est matérialisée par la mise en œuvre de mesures institutionnelles, réglementaires et financières visant à concrétiser de tels préceptes dans tous les secteurs de l'activité économique. Cette politique s'est vue renforcée par la mise en place de l'Agenda 21, qui jette clairement les bases d'une approche intégrée de la problématique développement-environnement en Tunisie.

La Tunisie a signé la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) à la Conférence de Rio de Juin 1992, et l'a ratifiée le 15 Juillet 1993.

Faisant partie du groupe des pays Non-Annexe 1, la Tunisie n'est tenue que par des obligations de Communication de l'inventaire des GES et des plans d'action d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. Néanmoins, les stratégies nationales de développement en général et de protection de l'environnement en particulier, englobent de nombreuses actions et mesures dont les résultats contribuent, directement ou indirectement, à l'atténuation du changement climatique.

LE CADRE STRATEGIQUE ET INSTITUTIONNEL TUNISIEN DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La protection de l'environnement en Tunisie, s'appuie sur une structure institutionnelle cohérente, dirigée par le Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (MEAT), qui a été créé en 1991.

Par ailleurs, la Commission Nationale du Développement Durable (CNDD) a été créée en Octobre 1993, à l'initiative du Président de la République. La CNDD est présidée par le Premier Ministre et comprend toutes les institutions concernées par la problématique du développement durable. Elle s'emploie, comme son nom l'indique, à promouvoir une politique de développement durable, en jouant un rôle de coordination entre les différents acteurs nationaux de développement, et en recherchant les meilleures voies de conciliation entre développement économique et social et préservation de l'environnement. L'une des premières initiatives de la CNDD a été la formulation du Programme d'action national de l'environnement et du développement durable pour le 21ème siècle ou Agenda 21 National, en 1995.

Le MEAT est chargé de la gestion nationale de l'ensemble des problèmes d'environnement. Depuis 1993, le MEAT publie annuellement un rapport national sur l'état de l'environnement présentant une description exhaustive des actions de protection de l'environnement entreprises par le pays. Ce rapport s'enrichit chaque année de nouveaux chapitres, dont certains ont trait à l'environnement global, comme la biodiversité, la désertification ou le changement climatique. L'édition de l'année 1999 de ce rapport a, pour la première fois, intégré un chapitre complet sur la problématique de l'effet de serre, et a présenté l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Tunisie. Ceci prouve amplement l'intérêt qu'accorde la Tunisie aux questions de l'environnement global, et sa disposition à contribuer à l'effort planétaire visant sa protection.

Point focal et institution responsable des liaisons avec tous les organismes internationaux intervenant sur la problématique du changement climatique, le MEAT est également chargé, sur le plan national, du développement, de la mise en œuvre, du suivi, et de la coordination, de l'ensemble de la politique nationale liée à la CCNUCC.

Les interventions du MEAT et de ses organismes de tutelle se sont articulés autour de neuf axes:

- L'assainissement : l'objectif de la Tunisie est de faire bénéficier l'ensemble des Tunisiens de services appropriés d'assainissement ;
- La lutte contre la pollution industrielle et la gestion des déchets spéciaux : l'objectif national est de veiller à maintenir des niveaux de pollution acceptables, par une politique réglementaire et de contrôle efficace, et de réhabiliter et restaurer des zones fortement dégradées par les pollutions industrielles ;
- Le traitement des déchets solides ménagers : la politique tunisienne tend à assurer une meilleure gestion des déchets ménagers (collecte, tri sélectif, entreposage, valorisation, choix des sites des décharges), à travers le Programme National de Gestion des déchets solides (PRONAGDES) ;
- La protection contre la pollution par les hydrocarbures : la politique tunisienne tend à doter le pays des infrastructures d'intervention nécessaires (plan d'intervention d'urgence, équipements appropriés, formation, etc.) ;
- La lutte contre la désertification et la protection des terres : la politique tunisienne dans ce domaine s'articule autour de la prévention (vulgarisation de pratiques durables de gestion et d'exploitation des espaces et des ressources hydriques, développement de recherches et de programmes de formation contre la désertification, etc.) et de la parade (mesures de protection contre l'érosion, réhabilitation d'espaces fragilisés, etc.) ;

- La conservation de la nature et de la biodiversité : la Tunisie a adopté une politique volontariste dans ce domaine, tendant à multiplier, élargir et protéger les parcs nationaux et réserves naturelles, ainsi que les réserves de chasse ;
- La réforme institutionnelle : la Tunisie a misé sur la refonte du cadre institutionnel de protection de l'environnement afin de le rendre plus conforme aux aspirations nouvelles en matière de protection de l'environnement ;
- La consolidation et le renforcement du dispositif législatif et juridique ayant trait à la gestion de l'environnement⁹³ : la Tunisie possède déjà un dispositif environnemental assez diversifié (codes, lois, décrets, arrêtés) touchant à la majorité des aspects de la gestion de l'environnement, au niveau national, et a adopté depuis longtemps, une politique volontariste en matière d'implication dans les conventions, protocoles et traités internationaux ;
- Les mesures d'encouragement, de mobilisation et de participation pour la protection de l'environnement : la Tunisie a opté pour un choix clair, fondé sur la mobilisation de toutes les composantes de la société dans la conception et la mise en œuvre des programmes de protection de l'environnement. Cette option est appuyée par diverses mesures incitatives (cf. plus loin);
- Mesures spécifiques pour la maîtrise de l'énergie : depuis le début des années 1980, la maîtrise de l'énergie a bénéficié d'un effort spécifique basé sur des mesures institutionnelles, réglementaires et financières.

Pour la mise en œuvre de sa politique, le MEAT s'appuie sur un certain nombre d'institutions spécialisées. On peut citer :

- L'Agence Nationale de Protection de l'Environnement (ANPE) : L'ANPE a pour mission d'agir pour le compte de l'état tunisien, dans la prévention et la lutte contre toute forme de pollution et d'atteinte à l'environnement. Elle participe, en outre, à l'élaboration de stratégies et de plans nationaux en matière de protection de l'environnement. En jouant un tel rôle, elle contribue à promouvoir l'exploitation rationnelle des ressources naturelles, et à garantir un développement durable du pays ;
- L'Office National de l'Assainissement (ONAS) : l'ONAS est l'opérateur majeur du secteur de l'assainissement et du traitement des eaux usées. La mission essentielle de l'ONAS consiste à assurer la gestion, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement, et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement, tels que stations d'épuration, collecteurs d'eaux usées, etc. L'ONAS exécute également d'autres missions secondaires telles que la promotion de la distribution des eaux épurées et des boues des stations d'épuration, la réalisation de projets intégrés de traitement des eaux usées, des eaux pluviales, des ordures ménagères et des déchets divers ;
- Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET) : la mission du CITET, qui a démarré ses activités en Juin 1996, est de promouvoir le savoir, les connaissances, ainsi que les technologies de l'environnement, au service du développement durable. Ses objectifs tournent autour de cinq axes essentiels : (i) améliorer le transfert du savoir, des connaissances et des technologies dans le domaine de l'environnement, en Tunisie, en Afrique et dans la région méditerranéenne; (ii) développer, adapter et promouvoir de nouvelles techniques et technologies de l'environnement; (iii) promouvoir les initiatives de recherche et à caractère industriel, en matière de protection de l'environnement; (iv) améliorer la gestion de l'environnement, dans tous les domaines, par le biais de programmes de formation appropriés. Le CITET

⁹³ Se référer au document n° 62 mentionné en bibliographie, et relatif à l'arsenal juridique.

édite un programme annuel de formation⁹⁴; (v) construire des relations durables de partenariat entre toutes les institutions et personnes intéressées par la protection de l'environnement (services gouvernementaux, communauté scientifique, chercheurs, entreprises privées, etc.) ;

- L'Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral (APAL) : l'APAL a été créée en 1995, à la suite de constats de risques majeurs compromettant l'équilibre des écosystèmes côtiers. L'APAL a été investie de la responsabilité d'appliquer la politique de l'Etat en matière de protection du littoral en général, et du domaine public maritime, en particulier. Elle a pour mission essentielle de protéger et d'assurer une gestion intégrée du littoral, ainsi qu'un suivi des opérations d'aménagement. Elle se charge également d'entreprendre toutes études, recherches, observations et expertises ayant trait à la protection du littoral et à la mise en valeur des zones naturelles ;
- L'Observatoire Tunisien de l'Environnement et du Développement (OTED) : l'OTED a été lancé en 1995, avec l'appui du PNUD, afin d'assurer un suivi concret de l'état de l'environnement en Tunisie. Il s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'un processus permanent de collecte, de production, d'analyse, de gestion et de diffusion de l'information sur l'état de l'environnement et le développement durable, afin de faciliter les prises de décision dans ces domaines. L'évaluation de la qualité de l'air (concentrations de différents gaz), la saisie et le stockage d'informations dans ce domaine, font partie des activités que l'OTED entreprend depuis sa création. L'ensemble des informations concernées proviennent des stations de mesure de la qualité de l'air, en fonctionnement en Tunisie.
- L'Agence Nationale des Energies Renouvelables (ANER) : L'ANER a été fondée en 1985,⁹⁵ afin de mettre en œuvre la politique de l'Etat dans le domaine de l'utilisation rationnelle de l'énergie et du développement des énergies renouvelables. Son rôle couvre un vaste champ d'intervention : (i) Mettre en place des programmes adéquats d'encouragement à l'utilisation rationnelle de l'énergie et au développement des énergies renouvelables; (ii) Concevoir et mettre en place des mécanismes institutionnels, réglementaires et financiers, visant à promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie et le développement des énergies renouvelables ; (iii) Instruire des projets d'investissement liés aux actions de maîtrise de l'énergie, en particulier, ceux bénéficiant des mécanismes spécifiques d'aide existants, et en assurer le suivi ; (iv) Réaliser des projets de démonstration et des projets pilotes visant les filières énergétiques les plus prometteuses ; (v) Mener des études rétrospectives et prospectives relatives à l'analyse de la demande d'énergie, et aux impacts des programmes de maîtrise de l'énergie ; (vi) Mener des campagnes de sensibilisation et de formation ; (vii) etc.

A côté des structures spécialisées dans le secteur de l'environnement, d'autres intervenants jouent également un rôle primordial dans la préservation de l'environnement local, et contribuent, par là même, à l'atténuation des nuisances vis-à-vis de l'atmosphère ou vis-à-vis des réactions de l'atmosphère.

En particulier, la **Direction Générale des Forêts (DGF)**, qui est sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, a pour prérogative de protéger, d'aménager et de développer le secteur forestier afin qu'il joue pleinement son rôle écologique de protection (conservation des eaux et des sols, utilisation rationnelle des terrains de parcours, lutte contre les incendies de forêts, reboisements permettant la lutte contre la désertification, création et aménagement des parcs nationaux), d'une part, et de production (bois d'œuvre, bois de service, bois de feu), d'autre part.

⁹⁴ Le programme du CITET comprend notamment un composante de formation sur le contrôle et la surveillance de la qualité de l'air. Tout récemment, un module focalisé sur la pollution atmosphérique et les émissions de Gaz à Effet de Serre a été intégré à cette composante.

⁹⁵ La première appellation de l'ANER, à sa création en 1985, était l'Agence de Maîtrise de l'Energie (AME).

Par ailleurs, la philosophie générale du développement du **secteur agricole** est, dorénavant, guidée par les préceptes du développement durable, impliquant la mise en œuvre d'instruments adéquats par le Ministère de l'Agriculture. Ceux-ci sont concrétisés à travers les axes suivants :

- Participation accrue de la population, meilleure mise en valeur et mobilisation des compétences dans le développement d'une agriculture viable;
- Amélioration des systèmes d'exploitation agricole grâce à une perception plus adéquate des enjeux liés à l'intensification;
- Rationalisation de l'utilisation des terres en tenant mieux compte de leurs caractéristiques propres;
- Conservation et régénération des terres en mettant en œuvre une politique foncière et de réhabilitation adéquate;
- Amélioration des systèmes de gestion des ressources hydriques;
- Conservation des ressources phytogénétiques et zoogénétiques grâce à un programme de conservation adéquat;
- Optimisation de la lutte phytosanitaire.

De même, la variabilité et les changements climatiques, ainsi que l'aridification, se trouvent au centre des préoccupations de l'administration agricole.⁹⁶ Ainsi, à côté de la politique de gestion des systèmes agricoles, la Tunisie a lancé une politique de lutte contre la **désertification**, qui s'empare, chaque année, d'environ 20.000 hectares supplémentaires. La mise en place de stratégies de parade efficaces passe par une mobilisation effective des populations dans la mise en dépens et l'allègement de la pression sur les terres, ainsi que par le développement de la connaissance et de l'évaluation du processus de désertification. Une approche concertée avec les pays de la région, et en collaboration avec la communauté internationale est également la démarche adoptée par la Tunisie, et concrétisée par la ratification de la convention sur la désertification.

En ce qui concerne le climat, l'Institut National de la Météorologie (INM), est l'organisme chargé de l'observation du climat ainsi que de la gestion des données s'y rapportant, dans le cadre d'une banque de données. Cette dernière sert de support à plusieurs recherches et développements dans le domaine.

En réalité, la mission de l'INM est plus large ; elle concerne également l'assistance météorologique à la navigation aérienne et maritime, ainsi qu'à d'autres secteurs économiques comme l'agriculture, la pêche, le tourisme, etc.

Comme partout dans le monde, et à juste titre, l'INM a été la première institution impliquée dans le processus ayant accompagné la problématique du réchauffement climatique, depuis la fin des années 80. Entre 1990 et 1992, l'INM a même joué un rôle central durant les négociations qui ont précédé la CNUED de Rio de Juin 1992.

En matière de **recherche et de suivi** des milieux marins, l'Institut National des Sciences et Technologies de la Mer (INSTM), qui est sous tutelle du Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique, a pour mission d'étudier le milieu marin et ses ressources vivantes. Cette mission s'articule autour de quatre axes principaux:

- Etude de la dynamique et des caractéristiques physico-chimiques des milieux marins et lagunaires ;
- Surveillance de la qualité des eaux des différents écosystèmes aquatiques ;

⁹⁶ Dans le domaine de l'aridité et de la désertification, la Tunisie s'appuie également sur des structures de recherche comme l'Institut des Régions Arides (Ministère de l'Enseignement Supérieur).

- Etude de l'état actuel et du développement des ressources vivantes dans l'eau ;
- Etudes scientifiques et techniques pour le développement de la pêche en Tunisie.

Dans le cadre de ses recherches, l'INSTM avait lancé une activité de modélisation numérique du milieu marin, et son interaction avec l'atmosphère. Cette activité de modélisation permettra l'établissement de scénarios d'évolution des milieux marins dans le futur, et notamment celle relative à l'élévation possible des niveaux de la mer et leur localisation géographique, du fait du réchauffement global. Ainsi, ces recherches contribueront à l'amélioration des connaissances dans ce domaine, aussi bien à l'échelle régionale que mondiale.

De même, une unité de recherche spécialisée dans les interactions entre les changements climatiques et les milieux marins a été créée en 1997, et une proposition de programme de recherche sur les eaux tunisiennes a été formulée, tout récemment, en liaison avec ce sujet.

LES INITIATIVES TUNISIENNES CONTRIBUANT INDIRECTEMENT A L'ATTENUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

□ La politique de protection de l'environnement

La protection de l'environnement en Tunisie constitue une des priorités nationales en matière de développement économique et social. La Tunisie s'est engagée pleinement dans la protection de l'environnement depuis les années 1980. En 1988, la Tunisie a été parmi les rares pays en développement à avoir créé une Agence nationale pour la protection de l'environnement (ANPE). Bien avant, en 1974, un Office National de l'Assainissement (ONAS), fut établi pour gérer l'assainissement et le traitement des eaux usées. En 1991, un Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire est créé. Comme confirmation de l'engagement de l'Etat tunisien dans sa politique de protection de l'environnement, le huitième plan de développement économique et social (1987-1991), consacre pour la première fois, un chapitre entier à la protection de l'environnement. Ce chapitre prévoit la réalisation d'investissements publics et privés dans les divers domaines de protection de l'environnement : lutte contre la pollution sous toutes ses formes, assainissement liquide, gestion des déchets solides, protection des villes contre les inondations, conservation du milieu et des ressources naturelles, communication et éducation environnementales.

En outre, le législateur tunisien a adopté des lois et règlements à l'échelle nationale dans divers domaines de l'environnement⁹⁷. Il s'agit en particulier des textes suivants :

- Loi n° 96-29 instituant un plan national d'intervention urgente pour lutter contre les événements de pollution marine ;
- Adoption d'une réglementation exigeant l'obtention d'un permis spécial à l'importation des substances détruisant la couche d'ozone ;
- Décret instituant l'obligation de l'étude d'impact (1991) ;
- Loi n° 96-41 du 10 juin 1996, relative aux déchets et au contrôle de leur gestion et de leur élimination.

Afin de compléter les actions publiques directement financées et exécutées par l'Etat, à l'aide de ressources propres et de fonds de coopération internationale, le législateur tunisien a mis en place un système d'aide et de financement des actions de protection de l'environnement menées par les opérateurs privés. Ces mesures sont prescrites essentiellement par le Code d'incitation

⁹⁷ Se référer au document n° 62 mentionné en bibliographie, et relatif à l'arsenal juridique.

aux investissements et ses textes d'application et par la loi des finances 1993 créant le Fonds de dépollution (FODEP) et ses textes d'application :

- Paiement des droits de douanes au taux minimum de 10% pour les équipements et matériels importés, entrant dans des opérations de protection de l'environnement ;
- Suspension de la TVA pour les équipements et matériels entrant dans la réalisation d'investissements de protection de l'environnement ;
- Possibilité d'un dégrèvement de 50% de l'impôt sur les bénéfices réinvestis dans des actions de protection de l'environnement ;
- Eligibilité des investissements de protection de l'environnement au concours du FODEP suivant un schéma de financement avantageux.⁹⁸

En outre, la Tunisie a adhéré à toutes les conventions internationales visant la protection de l'environnement :

- La Convention des Nations Unies sur la biodiversité ;
- La Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ;
- La Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur traitement ;
- La Convention internationale sur la lutte contre la désertification ;
- La Convention de Vienne sur la protection de la couche d'Ozone et le Protocole de Montréal sur les substances appauvrissant la couche d'ozone ;
- La Convention des Nations Unies sur les Lois de la Mer.

□ **La maîtrise de l'énergie**

La Tunisie a été parmi les premiers pays en développement à avoir adopté une politique volontariste de maîtrise de l'énergie, par la promulgation, en 1985, d'une loi créant une Agence de Maîtrise de l'Energie (AME) et instituant un train de mesures d'incitation aux économies d'énergie et à l'utilisation des énergies renouvelables. En 1990, une nouvelle loi, plus générale,⁹⁹ est venue renforcer le cadre réglementaire de la maîtrise de l'énergie en Tunisie. Dès fin 1998, l'AME devient l'Agence Nationale des Energies Renouvelables, et est placée sous la tutelle du Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, après avoir été sous la tutelle du Ministère de l'industrie.

Le huitième Plan de développement économique et social (1987-1991) intègre, pour la première fois en Tunisie, parmi ses composantes, un programme national de maîtrise de l'énergie, comportant deux axes majeurs : l'utilisation rationnelle de l'énergie et les énergies renouvelables. Ce programme se poursuit jusqu'à nos jours.

Les principales composantes du **programme d'utilisation rationnelle de l'énergie** sont :

- L'institution de l'audit énergétique obligatoire et périodique. Cette mesure concerne les établissements gros consommateurs d'énergie dans les secteurs de l'industrie, la transformation d'énergie, les transports et le tertiaire. L'audit énergétique doit normalement déboucher sur un contrat programme, entre l'établissement en question et l'ANER, comportant un plan d'action d'économie d'énergie, donnant droit à des financements avantageux et à des privilèges fiscaux ;

⁹⁸ 20% de subvention plafonnée à 200.000 DT; 50% de prêt bancaire au taux d'intérêt du marché monétaire moins 1 point, remboursable sur 10 ans, avec 3 années de grâce. Le reste ; soit 30% doit se faire par autofinancement.

⁹⁹ Loi n° 90-62 du 24 juillet 1990.

- La consultation préalable pour les nouveaux projets grands consommateurs d'énergie. Instituée par le décret n°87-51 (1987), la consultation préalable est une procédure qui permet d'orienter les promoteurs de nouveaux projets gros consommateurs d'énergie vers des procédés et techniques énergétiquement plus efficaces et des formes d'énergie plus appropriées. La consultation préalable doit généralement déboucher sur un contrat programme entre le promoteur et l'ANER, donnant droit aux avantages financiers et fiscaux prévus par la loi ;
- L'assistance technique aux petites et moyennes entreprises et la formation des responsables de l'énergie et des chefs d'entreprises. C'est ainsi que depuis le démarrage du programme, des dizaines d'entreprises ont bénéficié de services d'assistance technique fournis par les experts de l'ANER et de la coopération internationale, ainsi que de nombreux stages et cycles de formation ;
- L'agrément de produits économes en énergie et la certification des équipements de consommation. A travers cette composante, le programme de maîtrise de l'énergie vise à faciliter la pénétration sur le marché national des produits et appareils énergétiquement efficaces. Ce type de produits et équipements bénéficient d'avantages spéciaux ;
- La réglementation et la normalisation. Cette composante du programme consiste à appuyer et compléter les actions techniques par des mesures d'accompagnement d'ordre réglementaire. Celles-ci concernent en particulier la normalisation des appareils de consommation, la limitation des rejets gazeux, la réglementation thermique des bâtiments, la normalisation de la qualité des produits pétroliers, etc.

Dans le domaine des énergies renouvelables, les principales composantes du programme national sont :

- L'encouragement des actions de recherche développement et de projets de démonstration dans les diverses techniques prouvées du renouvelable ;
- La diffusion à grande échelle de technologies matures ; en particulier le chauffage solaire de l'eau, l'électrification solaire photovoltaïque, les digesteurs familiaux de biogaz, les techniques améliorées de combustion de bois (cuisson des aliments et du pain), les éoliennes de pompage, etc. ;

La communication et la sensibilisation constituent par ailleurs, des composantes essentielles dans le programme national de maîtrise de l'énergie. L'action de communication est destinée aux divers consommateurs d'énergie : ménages, conducteurs de véhicules, chefs d'entreprises, enfants et jeunes écoliers, etc. L'objectif des actions de communication est l'entretien de la sensibilité des différentes catégories de consommateurs aux notions et réflexes d'économie d'énergie, la promotion d'un comportement rationnel et le développement des énergies renouvelables.

Par ailleurs, le législateur tunisien a institué, à travers les textes de lois et décrets en vigueur (Loi n° 90-62, Code d'incitations aux investissements et divers textes d'application), des aides et avantages particuliers aux opérations et investissements de maîtrise de l'énergie. Les principales dispositions sont les suivantes :

- Aide à la réalisation de l'audit énergétique égale à 50% du coût de l'audit avec un plafond de 10.000 DT ;
- Aide à l'investissement d'économie d'énergie égale à 5% du coût de l'investissement avec un plafond de 100.000 DT ;

- Paiement des droits de douane au taux minimum (actuellement 10%) pour les équipements importés au titre d'investissement d'économie d'énergie ;
- Régime suspensif de la TVA pour les équipements et produits importés ou acquis localement, représentant un investissement d'économie d'énergie ;
- Mêmes avantages pour les investissements relatifs aux énergies renouvelables.

Marquant sa ferme volonté de donner un second souffle à la maîtrise de l'énergie, l'Etat tunisien, vient récemment (mai 2001), de prendre une série de décisions, visant à renforcer significativement les mesures d'encouragement et d'aide aux initiatives tendant à maîtriser l'énergie.

En particulier, et pour ne citer que certaines parmi les mesures les plus importantes, il a été décidé de réviser à la baisse les seuils minimums de consommation pour les audits obligatoires, permettant ainsi, d'assujettir à l'audit énergétique, une proportion plus importante d'entreprises. En parallèle, il a été décidé d'augmenter le taux de prime à l'investissement dont peuvent bénéficier les entreprises, pour le lancement d'actions de maîtrise de l'énergie, et d'encourager les sociétés de services énergétiques (ESE).¹⁰⁰ De même, il a été décidé de mettre en place, rapidement, des cadres institutionnels et réglementaires, venant adéquatement en accompagnement de programmes favorisant l'utilisation de technologies plus efficaces (certification énergétique des appareils électroménagers, développement de la cogénération, de l'énergie éolienne, du chauffage solaire de l'eau, etc.)

□ La politique nationale dans le domaine des forêts

Depuis l'aube de l'indépendance, les pouvoirs publics ont fait du reboisement une composante essentielle du développement agricole et de la sauvegarde des ressources naturelles. C'est ainsi que la superficie forestière qui était estimée à 1.200.000 ha au début du siècle, puis à seulement 400.000 ha en 1956, a connu un accroissement important, notamment durant les dix dernières années, pour atteindre ainsi près de 850.000 ha.

En 1988, le législateur tunisien adopte le code forestier qui régleme et organise l'activité forestière sous toutes ses composantes. Les principaux objectifs visés par le législateur, en matière de forêts, sont :

- L'accroissement de la superficie forestière ;
- La gestion rationnelle des ressources forestières ;
- La protection des eaux et du sol ;
- L'amélioration des conditions de vie des populations forestières ;
- La protection et la préservation des habitats naturels.

INITIATIVES TUNISIENNES CIBLANT SPECIFIQUEMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Depuis la ratification de la CCNUCC, la Tunisie a lancé plusieurs initiatives en liaison avec la Convention sur les Changements Climatiques. On peut classer ces initiatives en deux catégories : (i) des projets de renforcement des capacités et des activités habilitantes ; (ii) des projets concrets d'atténuation des émissions de GES.

¹⁰⁰ Mieux connues sous leur appellation d'ESCO (Energy Service Companies).

Dans la première catégorie, on peut citer deux projets qui sont en voie d'achèvement :

- Un projet Maghrébin de renforcement des capacités dans le domaine du changement climatique a été lancé, avec le concours financier du GEF en 1995 ;
- Un projet national d'activités habilitantes, également avec le concours du GEF, a été lancé en 1996, dans le but de permettre à la Tunisie la réalisation des études devant déboucher sur l'élaboration de la Communication Initiale à la CCNUCC ; qui est, en l'occurrence, le présent document.

Dans la catégorie des projets concrets d'atténuation des GES, la Tunisie a lancé essentiellement trois initiatives d'envergure :

- En 1995, un projet de développement du marché des chauffe-eau solaires, avec la contribution de l'ANER et le soutien financier du GEF et de la coopération belge ;
- En 1999, un projet de certification énergétique des réfrigérateurs, avec la contribution de l'ANER et le soutien financier du GEF ;
- En 2000, un projet de réglementation thermique des bâtiments, avec la contribution de l'ANER et le soutien financier du GEF et de la coopération française.

Par ailleurs, la Tunisie s'emploie à identifier d'autres possibilités d'atténuation des GES, et à formuler des requêtes de financement pour leur mise en œuvre. La section suivante de ce chapitre décrit toutes les options susceptibles d'être réalisées en Tunisie, et qu'il faudra développer pour aboutir à des requêtes de financement à adresser aux mécanismes dédiés à la mise en œuvre de la CCNUCC .

4.3 LES INITIATIVES TUNISIENNES ENVISAGEABLES COMME CONTRIBUTION A L'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DANS LE FUTUR

LA PROJECTION DES EMISSIONS DE GES AUX HORIZONS 2010 ET 2020 SELON LE SCENARIO TENDANCIEL (REFERENCE)

La construction du scénario socio-économique a été à la base de toutes les simulations qui ont été développées pour les scénarios de référence et d'atténuation dans les cinq principaux secteurs émetteurs de GES : l'énergie, les procédés industriels, l'agriculture, la forêt et les déchets.

C'est à partir des hypothèses portant sur les perspectives de développement de la société tunisienne, et sur le profil de développement qui sera adopté, qu'ont été réalisées les simulations. Ces simulations ont adopté l'année 1997 comme année de base, et les horizons 2010 et 2020 comme années de projection.

Globalement, il n'y a pas eu de problèmes majeurs de définition des hypothèses liées au **scénario socio-économique** pour la Tunisie. Celui-ci s'est basé, d'une part, sur les projections démographiques de l'Institut National de la Statistique (INS), et d'autre part, sur des sources officielles, en ce qui concerne les projections économiques.¹⁰¹ Le tableau 4.1 synthétise les projections démographiques.

Tableau 4.1 : Evolution de la population et des ménages tunisiens à l'horizon 2020

	1997	2010	2020
Population (1000 habitants)	9.243	11.124	12.507
Ménages (1000)	1.864	2.706	3.433
Dont urbains (1000)	1.208	1.850	2.449 ¹⁰²
Dont ruraux (1000)	656	856	984

L'évolution du PIB au coût des facteurs à prix constants a été simulée en considérant les hypothèses figurant dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : PIB au coût des facteurs aux prix constants de 1990 en Tunisie selon le scénario économique adopté (Millions de dinars)

	1997	2010	2020
PIB (millions de dinars constants 1990)	13.046	29.945	48.778
Croissance annuelle moyenne du PIB		6,6 %	5 %

¹⁰¹ Jusqu'en 2006, les simulations se sont appuyées sur les projections du Ministère du Développement économique. Ces simulations ont été prolongées à l'horizon 2010, en utilisant les projections de l'Institut d'Economie Quantitative. La dernière période de simulation 2010-2020 s'est basée sur les projections élaborées par l'Institut Tunisien des Etudes Stratégiques (ITES), à l'occasion de la réalisation des études stratégiques Energie 21.

¹⁰² L'estimation du nombre de ménages à l'horizon 2020 a été reprise de l'étude du marché des réfrigérateurs domestiques en Tunisie, APEX-Conseil/IDEA, mars 1997.

□ L'énergie¹⁰³

Le tableau 4.3 présente les perspectives d'évolution de quelques paramètres socioéconomiques et énergétiques déterminants, d'après le scénario de référence.

Tableau 4.3 : Caractéristiques économiques et énergétiques de la Tunisie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)

	1997	2010	2020
Population (1000 d'habitants)	9 243	11 124	12 507
PIB au coût des facteurs (millions de dinars - prix constant 1990)	13 046	29 945	48 778
Paramètres liés à l'énergie primaire totale			
Consommation d'énergies primaires (ktep)	6 943	13 224	20 265
Consommation par habitant (tep/an)	0,751	1,189	1,620
Intensité énergétique (tep/1000 DT de PIB)	0,532	0,442	0,415
Croissance annuelle de l'intensité énergétique (%)		-1,4%	-0,9%
Paramètres liés à l'énergie primaire conventionnelle			
Consommation d'énergies primaires conventionnelles (ktep)	5 861	12 263	19 278
Consommation par habitant (tep/an)	0,634	1,102	1,541
Intensité énergétique (tep/1000 DT de PIB)	0,449	0,410	0,395
Croissance annuelle de l'intensité énergétique (%)		-0,7%	-0,4%
Paramètres liés à l'énergie finale conventionnelle			
Consommation d'énergies finales conventionnelles (ktep)*	4 459	8 969	13 675
Consommation par habitant (tep/an)	0,482	0,806	1,093
Intensité énergétique (tep/1000 DT de PIB)	0,342	0,300	0,280
Croissance annuelle de l'intensité énergétique (%)		-1,0%	-0,7%

(*) *Consommations non énergétiques exclues*

Comme pour le calcul des émissions de 1994 et de 1997, le modèle de calcul des émissions de GES aux horizons 2010 et 2020, s'est basé sur la méthodologie de l'IPCC/OCDE de 1996.

Le tableau 4.4 présente les résultats synthétiques de l'approche sectorielle de calcul des émissions de GES de l'année 1997 dues à l'énergie. Il montre l'importance des émissions dues aux industries énergétiques, qui sont les premières sources d'émissions avec 4,5 millions de TE-CO₂, suivies des transports et des industries manufacturières et mines avec respectivement 3,9 et 3,5 millions de TE-CO₂.

La comparaison de ces données avec celles du tableau 2.6 montre que la structure des contributions des différents secteurs aux émissions de GES est pratiquement la même qu'en 1994.

¹⁰³ Pour plus de détails, se référer aux documents 1, 2 et 3, élaborés par l'étude « Projection des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre d'une stratégie tunisienne d'atténuation des GES », 1999-2000, Tunis, Agence Nationale des Energies Renouvelables/Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/APEX Conseil.

Tableau 4.4 : Synthèse des émissions de GES dues à l'énergie en Tunisie en 1997

	1997	
	1000 TE-CO ₂	(%)
Combustions énergétiques	15 577	91,6%
Industries énergétiques ^(*)	4 510	26,5%
Industries manufacturières et mines	3 521	20,7%
Transports	3 943	23,2%
Résidentiel ^(*)	1 850	10,9%
Tertiaire ^(*)	868	5,1%
Agriculture	885	5,2%
Emissions fugitives	1 433	8,4%
TOTAL	17 010	100%

^(*) Comme préconisé par la méthodologie IPCC/OCDE, les émissions de CO₂ dues à l'utilisation de la biomasse ne sont pas incluses dans le module énergie mais plutôt dans le module forêts et changement d'affectation des sols.

En ce qui concerne les projections, les émissions totales dues à l'énergie s'élèveraient à 32 millions de TE-CO₂ et 49 millions de TE-CO₂ respectivement en 2010 et 2020 (cf. tableau 4.5). Ceci représente une croissance des émissions de 4,9% sur la période 1997-2010 et de 4,5 % sur la période 2010-2020.

En ce qui concerne les émissions dues à la combustion, elles s'élèveraient à 30 millions de TE-CO₂ en 2010 et 47 millions en 2020, soit respectivement un doublement et un triplement des émissions de GES en 2010 et 2020, par rapport à 1997.

Globalement, la répartition sectorielle des émissions dues à la combustion enregistre des changements importants par rapport à 1997, d'une part, et entre 2010 et 2020, d'autre part. En effet, les industries énergétiques seraient toujours la première source d'émission du secteur de l'énergie, mais avec respectivement 11 millions de TE-CO₂ en 2010, et presque 20 millions en 2020, leur part dans le bilan des émissions tend à s'accroître, passant de 34% en 2010 à 40 % en 2020, alors qu'elles ne représentaient que 26% des émissions de GES du secteur de l'énergie en 1997. Au sein des industries énergétiques, le secteur électrique contribuerait pour une part prépondérante dans cette croissance.

Tableau 4.5: Synthèse des émissions de GES dues à l'énergie aux horizons 2010 et 2020 – Scénario de référence –

	2010		2020	
	1000 TE-CO ₂	(%)	1000 TE-CO ₂	(%)
Combustions énergétiques	30 474	96,3%	47 370	96,7%
Industries énergétiques	11 036	34,9%	19 847	40,5%
Industries manufacturières et mines	5 851	18,5%	7 505	15,3%
Transport	6 825	21,6%	9 661	19,7%
Résidentiel	3 712	11,7%	5 773	11,8%
Tertiaire	1578	5,0%	2 680	5,5%
Agriculture	1 472	4,7%	1 904	3,9%
Emissions fugitives	1 162	3,7%	1 623	3,3%
TOTAL	31 636	100%	48 993	100%

□ **Les procédés industriels**

Compte tenu du potentiel relativement limité d'atténuation des GES¹⁰⁴, il n'y a pas eu d'études spécifiques de projection ou de simulation d'un scénario de référence ou d'atténuation dans le secteur des procédés industriels.

Afin d'avoir une image complète des émissions tunisiennes aux horizons 2010 et 2020, une approche de projection simplifiée des émissions a été adoptée dans le cadre de la réalisation du présent rapport, consistant à considérer une évolution des émissions totales de ce secteur, corrélée à la croissance du PIB, soit 6,6 % par an jusqu'à l'horizon 2010 et 5% par an, entre 2010 et 2020.

A partir de telles hypothèses, les émissions tunisiennes de CO₂, dues aux procédés industriels s'établissent comme indiqué dans le tableau 4.6.

Tableau 4.6: Evolution des émissions de CO₂ dues aux procédés industriels en Tunisie aux horizons 2010 et 2020 (1000 tonnes) – Scénario de référence –

	1997	2010	2020
Emissions de CO ₂ (1000 tonnes)	3 265	7 409	12 068

□ **Les solvants**

De même que les émissions dues aux procédés industriels, il n'y a pas eu, en Tunisie, d'études spécifiques sur le potentiel d'atténuation des émissions dues aux solvants. Il est à noter que les solvants émettent essentiellement des COVNM, gaz qui ne possèdent qu'un effet radiatif indirect, et qui sont encore exclus du calcul des émissions en terme de tonnes équivalent CO₂. Par conséquent, l'absence de calculs sur ces gaz n'affectera pas les résultats de l'étude sur l'atténuation des GES.

¹⁰⁴ Le potentiel reste, en effet, limité si on considère les potentiels d'atténuation provenant strictement de mesures sur les procédés. En effet, dans la majeure partie des cas, et en l'absence de mesures de modification totale des procédés, toute tentative d'atténuation des émissions débouche, en réalité, sur une amélioration des rendements énergétiques, ce qui renvoie de telles options plutôt sous la rubrique énergie.

□ *L'agriculture*¹⁰⁵

Les simulations des émissions de GES du secteur agricole, selon le scénario de référence, ont débouché sur les résultats présentés dans le tableau 4.7. Ceux-ci montrent une croissance des émissions du secteur de 6,4 millions de TE-CO₂ en 1997 à 8,7 millions de TE-CO₂ en 2020. Bien qu'en valeurs intrinsèques, cette augmentation des émissions paraisse importante, elle correspond, en réalité à une croissance de 1,3 % par an seulement.

**Tableau 4.7: Emission de GES du secteur agricole par source et par gaz
Scénario de référence (1.000 T)**

Sources d'émission	1997			2010			2020		
	CH ₄	N ₂ O	CO	CH ₄	N ₂ O	CO	CH ₄	N ₂ O	CO
Fermentation entérique	88			107	-	-	120	-	-
Gestion des déchets animaux	12	3		15	3		16	4	
Sols agricoles		11		-	13		-	15	
Brûlage des résidus de récoltes	-	-	2	-	-	3	-	-	3
Total des émissions (1000 T)	100	14	2	122	16	3	136	19	3
1000 TE-CO₂	6 440			7 522			8 746		

□ *La forêt et les changements d'affectation des sols*

Le tableau 4.8 présente l'évolution des émissions/absorptions de GES dues aux forêts et changements d'affectation des sols aux horizons 2010 et 2020, découlant du scénario de référence. Il montre une amélioration d'un facteur proche de 5, du bilan net d'absorption des GES, due à une forte hausse de l'absorption du carbone, alliée à une baisse des émissions dues au bois-énergie.

¹⁰⁵ Pour plus de détails, se référer au document : « Identification et évaluation des options d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur agricole et forestier », Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, projet TUN/95/G31, avril 2001.

Tableau 4.8: Evolution des émissions/absorptions des GES de la forêt et du changement d'affectation des sols pour le scénario de référence (1000 tonnes de CO₂)

-- Scénario de référence --

	1997	2010	2020
Emissions de CO ₂	3 952	3 917	3 596
Utilisation du bois-énergie	3 377	3 587	3 242
Autres utilisations du bois	292	330	354
Emissions des sols minéraux	283	¹⁰⁶ ₋	¹⁰⁶ ₋
Absorptions ¹⁰⁷ de CO ₂	- 6 696	- 11 126	- 16 381
Formations forestières	- 1 456	- 2 277	- 3 186
Arbres non forestiers	- 5 198	- 5 405	- 5 719
Carbone organique du sol	- 42	- 3 444	- 7 476
Bilan (Absorption)	-2 744	- 7 209	- 12 785

□ Les déchets

Le tableau 4.9 et la figure 4.1 montrent que le profil des émissions de GES sous ce scénario de référence présente un accroissement important sur la période 1997-2010, puis un fléchissement de tendance entre 2010 et 2020. Ce profil s'explique par les hypothèses considérées dans le scénario de référence, dont principalement :

- Les hypothèses de croissance démographique de plus en plus faible;
- Les hypothèses de croissance économique ;
- L'élasticité plus faible de la production de déchets solides par rapport au PIB, au delà de 2010 ;
- La mutation de la composition des déchets municipaux vers une fraction organique plus faible;
- L'adoption d'une hypothèse de valorisation de méthane dans les STEP à raison de 10% en 2010 et de 20% à l'horizon 2020.

Ainsi, les émissions totales de GES dues au secteur des déchets s'élèveraient à 4,7 MTE-CO₂ en 2010 et à 5,3 MTE-CO₂ en 2020, contre 1,2 MTE-CO₂ en 1997. La croissance des émissions dues aux déchets atteindrait le niveau appréciable de 6,7% par an durant toute la période 1997-2020. Par ailleurs, les décharges représenteraient la plus grande part dans ces émissions : 85% et 82%, respectivement en 2010 et 2020, contre 66% en 1997.

¹⁰⁶ La politique tunisienne en matière de protection des sols, de plantations pastorales, d'amélioration des parcours, de reboisement, etc., permet, déjà dans le scénario de référence, d'inverser le bilan des sols minéraux, qui, après avoir été émetteurs nets en 1997, deviennent absorbeurs nets de carbone aux horizons 2010 et 2020. Dans le tableau 4.8, les sols minéraux sont donc intégrés au sein de la dernière ligne (Carbone organique du sol), pour ces deux derniers horizons.

¹⁰⁷ Les chiffres négatifs signifient une absorption.

Tableau 4.9: Projection des émissions des GES par le secteur déchets
-- Scénario de référence --

SOURCES	1997	2010	2020
DECHARGES :			
En 1000 TE_CO₂	783	3 989	4 389
<i>En Gg de CH₄</i>	<i>37.3</i>	<i>189.9</i>	<i>209.0</i>
STATIONS D'EPURATION :			
En 1000 TE_CO₂	221	444	645
<i>En Gg de CH₄</i>	<i>10.5</i>	<i>21.1</i>	<i>30.7</i>
FECES HUMAINES :			
En 1000 TE_CO₂	178	245	304
<i>En Gg de N₂O</i>	<i>0.6</i>	<i>0.8</i>	<i>1.0</i>
TOTAL en 1000 TE_CO₂	1 182	4 678	5 338

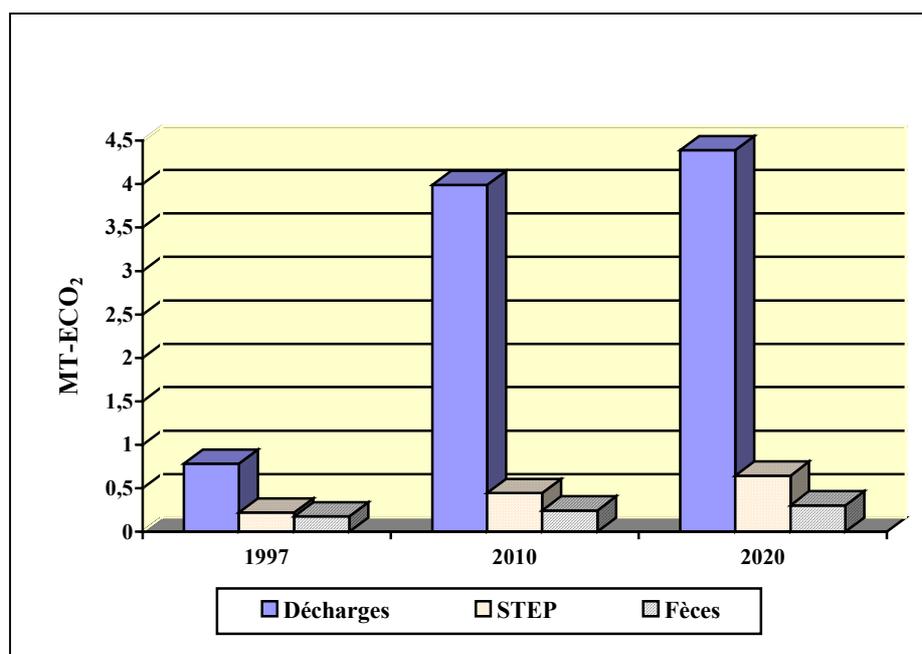


Figure 4.1 : Projection des émissions de GES du secteur déchets - Scénario de référence
(millions de TE-CO₂)

□ **Les émissions agrégées**

A l'issue des estimations sectorielles des émissions de GES aux horizons 2010 et 2020, pour le scénario de référence, il a été possible d'agréger l'ensemble des résultats au niveau national. Les résultats agrégés sont présentés dans le tableau 4.10 et les contributions relatives illustrées par la figure 4.2. Le tableau montre des émissions brutes de GES atteignant 79 millions de TE-CO₂, ce qui représente plus qu'un doublement des émissions entre 1997 et

2020. Les émissions nettes,¹⁰⁸ quant à elles, passent de 25 millions de TE-CO₂ en 1997 à 62 millions de TE-CO₂, ce qui représente une croissance annuelle supérieure à 4% sur la période 1997-2020.

Il est à noter la part de plus en plus importante de l'énergie dans le bilan des émissions de GES. En effet, alors que cette source d'émission ne représentait que 53% des émissions en 1997, elle représenterait 62% du bilan des émissions en 2020. Un profil similaire de croissance des émissions est également enregistré par les procédés industriels, qui passent de 10% en 1997 à 15% en 2020, et par les déchets dont la part passe de 4% à 7%. A l'inverse, le secteur agricole enregistre une chute importante de sa part dans le bilan des émissions, passant de 20% en 1997 à 11% en 2020. Il en est de même pour le secteur forêt et changement d'affectation des sols dont la part dans le bilan des émissions passe de 12% à 5% à peine, et dont les capacités d'absorption s'accroîtraient d'un facteur supérieur à deux entre 1997 et 2020.

Tableau 4.10 : Evolution des émissions de GES - Scénario de Référence (1000 TE-CO₂)

	1997	2010	2020
Energie	17 010	31 636	48 993
Procédés	3 265	7 409	12 068
Agriculture	6 440	7 522	8 746
Forêt et changement d'affectation des sols	-2 744	- 7 209	- 12 785
Forêt émissions	3 952	3 917	3 596
Forêt absorptions	-6 696	- 11 126	- 16 381
Déchets	1 182	4 678	5 338
TOTAL émissions brutes	31 849	55 162	78 741
TOTAL émissions nettes	25 153	44 036	62 360

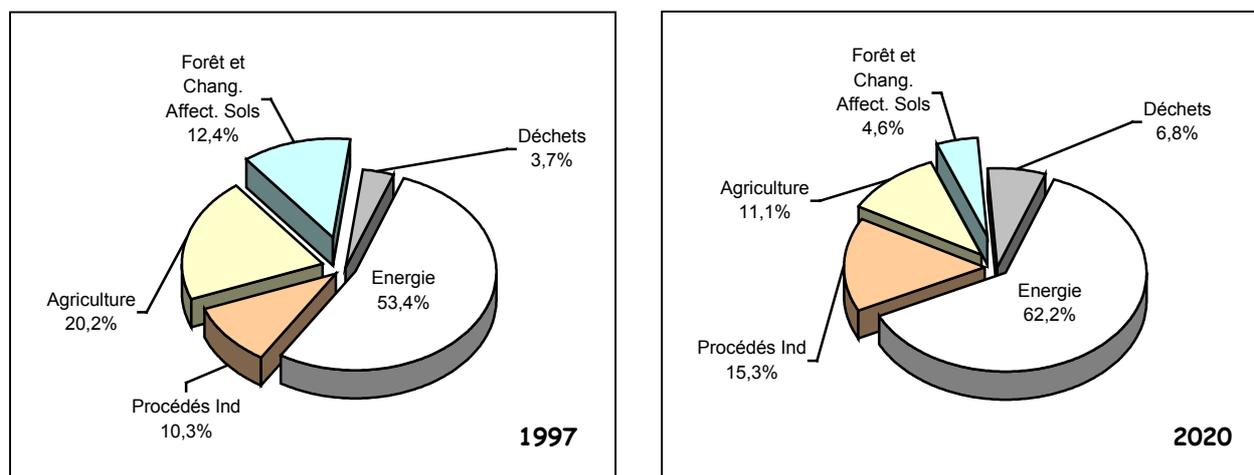


Figure 4.2 : Structures comparées des émissions de GES par source en 1997 et 2020 (%)

¹⁰⁸ Les émissions nettes comptabilisent, en plus des émissions, les absorptions du carbone par les végétaux.

RETOMBEES DES OPTIONS D'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES EN TUNISIE

□ L'énergie

La stratégie tunisienne de développement, peut être déjà considérée comme correspondant à une politique d'atténuation des GES. En effet, les mutations économiques, engagées depuis plus d'une décennie, ayant conduit à une structure industrielle moins énergivore, et une domination croissante du tertiaire, se sont traduites par une atténuation significative de la croissance des émissions de GES.

Par ailleurs, l'intensification de l'utilisation du gaz naturel, et les encouragements à la maîtrise de l'énergie, durant la dernière décennie, ont contribué à éviter d'émettre d'importantes quantités de gaz à effet de serre.

Bien que des résultats appréciables aient déjà été réalisés en Tunisie, il existe encore des marges importantes d'amélioration de l'efficacité énergétique. Néanmoins, tout effort supplémentaire de maîtrise de l'énergie nécessiterait la mobilisation de ressources humaines, techniques et financières importantes, qui dépassent, en l'état actuel des priorités de développement, les possibilités de la Tunisie.

Dans le cadre d'un plan d'atténuation de la croissance des émissions de GES dues à l'énergie, susceptible d'être soutenu par les mécanismes d'appui liés à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCUNCC), il a été possible d'identifier un groupe important d'options d'atténuation, susceptibles d'être mises en œuvre en Tunisie.

Ainsi, le plan d'action d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie comporterait 33 options, se répartissant en trois catégories :

- 18 options visant une meilleure gestion de la demande ;
- 10 options visant une meilleure gestion de l'offre ;
- 5 options transversales.

A/ La gestion de la demande

La gestion de la demande d'énergie couvre toutes les actions susceptibles de réduire la consommation d'énergie tout en assurant la satisfaction des mêmes niveaux de besoins. Ces actions se répartissent à raison de 11 options visant le résidentiel et tertiaire, 5 options visant les transports et 2 actions visant le secteur industriel. Le tableau 4.11 présente une synthèse des économies d'énergie réalisables par ces trois groupes de secteurs. Il montre des économies annuelles d'énergie s'élevant à 1 million de tep et 2 millions de tep respectivement à l'horizon 2010 et à l'horizon 2020, et 20 millions de tep en termes cumulés sur la période 2001-2020, grâce à une meilleure maîtrise de la demande.

Tableau 4.11: Synthèse des économies d'énergie finale réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d'énergie aux horizons 2010 et 2020 (ktep)

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumul 2001-2020
Résidentiel et tertiaire	354	822	7 213
Transport	313	652	6 106
Industries	351	569	6 609
TOTAL	1 018	2 043	19 928

Les options d'atténuation dans le secteur résidentiel et tertiaire

Le tableau 4.12 synthétise l'impact de chacune des options d'atténuation proposées pour le résidentiel et tertiaire en terme d'économie d'énergie. Il montre des économies très importantes, atteignant 354 ktep finales à l'horizon 2010 et 822 ktep à l'horizon 2020.

Ce tableau traduit également les retombées totales des programmes de maîtrise de l'énergie dans les secteurs résidentiel et tertiaire, en termes d'économies cumulées sur la période 2001-2020. Il montre une économie cumulée totale directe de l'ordre de 7,2 millions de tep finales, dont 2,3 millions de tep d'économies sur la demande d'électricité. Par conséquent, la mise en œuvre des 11 mesures dans les secteurs résidentiel et tertiaire cumule des économies directes et indirectes¹⁰⁹ d'environ 11,5 millions de tep sur l'ensemble de la période 2001-2020.

Tableau 4.12 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d'énergie dans les secteurs résidentiel et tertiaire aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010 (ktep finales)	Horizon 2020 (ktep finales)	Cumuls 2001-2020 (ktep finales)
Audits énergétiques et contrats programme d'économie d'énergie dans le secteur tertiaire	17	30	349
Réglementation thermique des bâtiments	99	308	2 257
Renforcement du programme de certification des réfrigérateurs	21	42	410
Mise en œuvre immédiate d'un programme de certification des climatiseurs	7	24	177
Certification des autres appareils électroménagers	15	42	345
Dynamisation de la diffusion de Lampes basse consommation	19	49	429
Programmes de diffusion de lampes au sodium dans l'éclairage public	7	9	107
Promotion du chauffage solaire de l'eau sanitaire	95	200	1 784
Généralisation de l'utilisation du couvercle métallique pour la préparation du pain Tabouna	40	63	740
Généralisation de la diffusion des foyers améliorés en remplacement des foyers trois pierres	15	27	274
Généralisation de la diffusion des tajines ¹¹⁰ métalliques en vue de réduire la consommation du bois pour la préparation du pain tajine	19	28	341
TOTAL	354	822	7 213

¹⁰⁹ Il s'agit d'énergie primaire puisque ce chiffre comptabilise les économies de combustibles réalisables par la STEG du fait de la baisse de la demande d'électricité découlant des mesures d'atténuation.

¹¹⁰ Récipient traditionnel, en terre, dans lequel est cuit le pain tajine. L'option consiste à remplacer ce récipient par un autre, de même forme mais en métal.

Les options d'atténuation dans le secteur des transports

Le plan d'atténuation des GES dans le secteur des transports suggère 5 options distinctes. Le tableau suivant synthétise l'impact de chacune des options d'atténuation proposées en terme d'économie d'énergie, respectivement aux horizons 2010 et 2020, et en termes cumulés. Ce tableau montre des économies très importantes, atteignant 313 ktep finales à l'horizon 2010 et 652 ktep à l'horizon 2020.

La dernière colonne du tableau reflète d'une façon plus concrète les retombées totales des programmes de maîtrise de l'énergie dans le secteur des transports, en ce sens qu'elle présente les économies cumulées entre 2001 et 2020. Cette colonne montre une économie cumulée totale dépassant 6 millions de tep finales, dont le tiers est réalisé grâce à l'option centrales de fret.

Tableau 4.13: Synthèse des économies d'énergie finale réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d'énergie dans le secteur des transports aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010 (ktep finales)	Horizon 2020 (ktep finales)	Cumuls 2001-2020 (ktep finales)
Audits énergétiques et contrats programme dans le secteur des transports	17	45	412
Stations de diagnostic des véhicules à moteur	81	178	1 684
Formation à la conduite rationnelle dans le secteur des transports	45	74	767
Plans directeurs de transport intra et inter-villes	70	148	1 323
Implantation de Centrales de fret	100	207	1 920
TOTAL	313	652	6 106

Les options d'atténuation dans le secteur industriel

Le plan d'atténuation des GES dans le secteur industriel regroupe essentiellement deux options d'envergure. Le tableau 4.14 synthétise l'impact de chacune de ces options d'atténuation, en terme d'économie d'énergie, respectivement aux horizons 2010 et 2020, et en termes cumulés. Il montre des économies très importantes, atteignant 351 ktep finales à l'horizon 2010 et 569 ktep à l'horizon 2020.

Ce tableau traduit également les retombées totales des programmes de maîtrise de l'énergie dans le secteur industriel, en termes d'économies cumulées sur la période 2001-2020. Il montre une économie cumulée totale directe de l'ordre de 6,6 millions de tep finales, dont presque 1 million de tep d'économies sur la demande d'électricité. Par conséquent, la mise en œuvre des 2 mesures dans le secteur industriel cumule des économies directes et indirectes d'environ 8,4 millions de tep primaires sur l'ensemble de la période 2001-2020.

Tableau 4.14 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options portant sur la maîtrise de la demande d'énergie dans le secteur industriel aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010 (ktep finales)	Horizon 2020 (ktep finales)	Cumuls 2001-2020 (ktep finales)
Audits énergétiques, contrat-programmes et consultation préalable dans le secteur de l'industrie.	133	128	2 222
Amélioration des procédés de production dans les IGCE	218	441	4 387
TOTAL	351	569	6 609

B/ La gestion de l'offre

Comme il a déjà été mentionné, 10 options visant à mieux gérer l'offre d'énergie ont pu être identifiées. Ces actions se répartissent à raison de 5 options portant sur la production centralisée d'électricité et 5 options portant sur la promotion de systèmes alternatifs d'offre d'énergies renouvelables. Le tableau 4.15 présente une synthèse des économies d'énergie réalisables par ces deux groupes d'options. Il montre des économies s'élevant à 546 ktep et 700 ktep primaires respectivement à l'horizon 2010 et à l'horizon 2020, et 9 millions de tep en termes cumulés sur la période 2001-2020, grâce à une meilleure gestion de l'offre d'énergie.

Tableau 4.15 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options portant sur la gestion de l'offre d'énergie aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010 (ktep primaires)	Horizon 2020 (ktep primaires)	Cumuls 2001-2020
Production centralisée d'électricité	227	192	3 245
Promotion de systèmes alternatifs d'offre d'énergies renouvelables	319	508	5 851
TOTAL	546	700	9 096

Les options portant sur la production centralisée d'électricité

Les options d'atténuation relatives à la production centralisée d'électricité sont au nombre de 5. Le tableau 4.16 synthétise l'impact de chacune de ces options en terme **d'économie d'énergie primaire**, respectivement aux horizons 2010 et 2020, et en termes cumulés. Il montre des économies très importantes, atteignant 227 ktep de combustibles à l'horizon 2010 et 192 ktep à l'horizon 2020. La dernière colonne montre une économie cumulée totale sur la période 2001-2020 de l'ordre de 3,2 millions de tep de combustibles.

Tableau 4.16 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options portant sur la production centralisée d'électricité aux horizons 2010 et 2020 (ktep primaires)

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumul 2001-2020
Renforcement du poids du gaz naturel dans le bilan combustibles des Centrales Thermique Vapeur			
Introduction d'un troisième cycle combiné en 2005	70	58	1 088
Anticipation de déclassement de certaines centrales vétustes et introduction d'un CC supplémentaire en 2008	101	72	1 051
Economie d'énergie au niveau des centrales (audits, plan d'actions)	20	0	347
Réduction des pertes en ligne du réseau de la STEG	36	62	759
TOTAL	227	192	3 245

Promotion de systèmes alternatifs d'offre d'énergies renouvelables

Le tableau 4.17 synthétise l'impact de chacune des options d'atténuation proposées en terme d'économie d'énergie, respectivement aux horizons 2010 et 2020, et en termes cumulés. Il montre des économies importantes, atteignant 319 ktep primaires à l'horizon 2010 et 508 ktep primaires à l'horizon 2020. Par ailleurs, la troisième colonne présente les économies cumulées entre 2001 et 2020, qui atteignent 5,8 millions de tep primaires.

Tableau 4.17 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options visant à promouvoir des systèmes alternatifs d'offre d'énergies renouvelables aux horizons 2010 et 2020 (ktep primaires)

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumul 2001-2020
Développement de l'utilisation de l'énergie éolienne pour la production d'électricité	129	258	2 710
Promotion du Solaire photovoltaïque	7	7	107
Promotion de la Micro-hydraulique	4	4	56
Mise en œuvre d'une stratégie de maîtrise et d'appui de la filière charbon de bois	9	10	145
Promotion de l'utilisation du Biogaz	170	229	2 833
TOTAL	319	508	5 851

C/ Les options transversales

Ces options peuvent contribuer simultanément à la maîtrise de la demande et à une meilleure gestion de l'offre. Le tableau 4.18 présente une synthèse des économies d'énergie réalisables par ces options :

Tableau 4.18 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce aux options transversales aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010 (ktep primaires)	Horizon 2020 (ktep primaires)	Cumuls 2001-2020 (ktep primaires)
Développement de la cogénération	259	440	5 134
Promotion de la création d'ESCO	126	227	2 593
Encouragement de la substitution du fuel et du gasoil par le gaz naturel dans le tertiaire et les industries	120	115	1 657
Renforcement de l'utilisation du GPL et du GNC dans le secteur des transports	0	0	0
Réduction des torchages de gaz sur les sites de production de pétrole et de gaz	79	10	911
TOTAL	584	792	10 295

D/ Synthèse des économies d'énergie réalisées grâce aux options d'atténuation

Le programme d'atténuation des GES, composé de 33 options, entraîne des économies agrégées d'énergie finale s'élevant à 1,6 millions de tep à l'horizon 2010 et 2,8 millions de tep à l'horizon 2020. De telles économies se traduisent par une économie primaire induite d'environ 2,4 millions de tep à l'horizon 2010 et 4,2 millions de tep à l'horizon 2020.

Par rapport au scénario de référence, le scénario d'atténuation entraîne une économie d'énergie finale de 15% à l'horizon 2010 et de 19% à l'horizon 2020. S'agissant d'énergie primaire, les économies réalisées par le plan d'atténuation sont encore plus significatives, avec une baisse de la consommation par rapport au scénario de référence, de 18% à l'horizon 2010 et de 21% à l'horizon 2020.

Tableau 4.19 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce à l'ensemble des options d'atténuation aux horizons 2010 et 2020

	Horizon 2010		Horizon 2020	
	ktep finales	ktep primaires	ktep finales	ktep primaires
Options sur la demande	1 018	1 307	2 043	2 690
Options sur l'offre	94	546	121	700
Options transversales	462	584	682	792
TOTAL	1 574	2 437	2 846	4 182

Il est important de noter la part prépondérante, et croissante, prise par les options ciblant la maîtrise de la demande d'énergie. En effet, alors qu'elles représenteraient déjà plus de 54% du potentiel d'économie d'énergie primaire découlant du programme d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie, à l'horizon 2010, elles atteindraient 64% à l'horizon 2020. Cette croissance de la part des options ciblant la demande, confirme la nécessité d'avoir une vision de long terme, afin d'exploiter totalement le potentiel d'économie qu'offrent les options sur la demande d'énergie. Le tableau 4.20 compare les consommations totales d'énergie primaire et finale selon

le scénario de référence et le scénario d'atténuation, et permet ainsi d'apprécier les économies d'énergie en terme de pourcentages des consommations totales.

Tableau 4.20 : Comparaison des niveaux de consommation d'énergie finale et d'énergie primaire entre scénario de référence et scénario d'atténuation aux horizons 2010 et 2020 (1000 tep)

	Horizon 2010		Horizon 2020	
	ktep finales	ktep primaires	ktep finales	ktep primaires
Scénario de référence	10 250	13 224	15 014	20 265
Scénario d'atténuation	8 676	10 787	12 168	16 083
Economie (%)	15%	18%	19%	21%

Le cumul des économies d'énergie primaire réalisées sur toute la période concernée par le programme d'atténuation, rend mieux compte des retombées de ce programme. Comme le montre le tableau 4.21, les économies agrégées d'énergie finale sur la période 2001-2020 s'élèvent à 30 millions de tep, ce qui représente plus de cinq fois la consommation d'énergie finale de l'année 1997 en Tunisie, ou encore plus de 7 années de production tunisienne de pétrole. En terme d'énergie primaire, les économies s'élèveraient à presque 45 millions de tep sur toute la période 2001-2020, ce qui représente plus de 11 années de production de pétrole en Tunisie.

Tableau 4.21 : Synthèse des économies d'énergie réalisables grâce à l'ensemble des options d'atténuation (cumul 2001-2020)

	ktep finales	ktep primaires
Options sur la demande	19 928	26 054
Options sur l'offre	1 580	9 096
Options transversales	8 301	10 295
TOTAL	29 801	45 445

E/ Bilan des émissions évitées grâce aux options d'atténuation des GES dus à l'énergie

Les tableaux 4.22 et 4.23 récapitulent le détail des **émissions cumulées** évitées sur la période 2001-2020, de toutes les options d'atténuation des GES découlant de l'énergie. Ainsi le plan d'atténuation permettrait d'éviter d'émettre 145 millions de TE-CO₂ sur toute la période 2001-2020. Il est à noter que l'amélioration des procédés de fabrication dans les IGCE, et le développement de la cogénération sont les deux options d'atténuation de GES les plus importantes. En effet, chacune d'elles totalise plus de 15 millions de TE-CO₂ évitées, et elles représentent à elles deux 21% du potentiel total d'atténuation des GES du secteur de l'énergie. Par ailleurs, il faut également noter une certaine concentration du potentiel d'atténuation sur un nombre limité d'options. Ainsi, les dix options les plus importantes permettent de réaliser, à elles seules, 63% du potentiel cumulé d'atténuation, et les quinze options les plus importantes permettent de réaliser, à elles seules, 78% du potentiel cumulé d'atténuation.

En outre, avec 55% des émissions évitées, la gestion de la demande d'énergie offre le potentiel d'atténuation de GES le plus important (figure 4.3). L'accent est à mettre sur les mesures portant sur le résidentiel et tertiaire, qui représentent à elles seules 24% du potentiel total.

Tableau 4.22 : Emissions de GES évitées cumulées sur la période 2001-2020 par catégorie d'option (1000 TE-CO₂)

	1000 TE-CO₂ évitées
Gestion de la demande d'énergie	79 423
<i>Le résidentiel et tertiaire</i>	35 268
<i>Le secteur des transports</i>	19 192
<i>Le secteur industriel</i>	24 961
Gestion de l'offre d'énergie	33 993
<i>La production centralisée d'électricité</i>	15 225
<i>Promotion de systèmes alternatifs d'offre d'énergie</i>	18 769
Les options transversales	31 738
TOTAL GENERAL	145 153

NB : il est à noter que quatre options ciblant la biomasse-énergie, et comptabilisant un cumul de 7 millions de TE-CO₂ (dont 4,8 millions de TE-CO₂ pour des actions sur la demande dans le résidentiel, et 2,2 millions de TE-CO₂ dans les systèmes alternatifs d'offre) ont été intégrées dans ce tableau. Bien entendu, et afin de préserver la cohérence des inventaires de GES, le résultat de telles options devra être ré-affecté dans le tableau des émissions de la forêt.

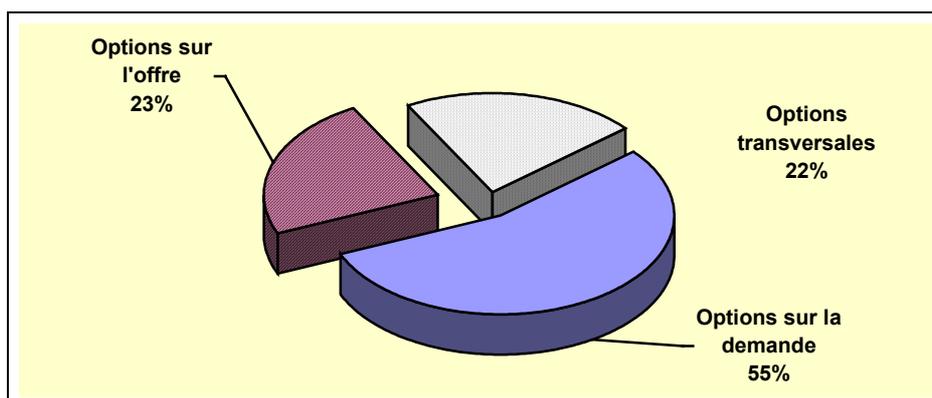


Figure 4.3 :Emissions de GES évitées cumulées sur la période 2001-2020 par catégorie d'option (%)

Tableau 4.23 : Cumul des émissions évitées des options d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)

	1000 TE-CO ₂ évités
Amélioration des procédés de production dans les IGCE	15 728
Développement de la cogénération	15 012
Réglementation thermique des bâtiments	10 306
Audits énergétiques, contrat-programmes et consultation préalable dans le secteur de l'industrie.	9 234
Promotion de l'utilisation du Biogaz	8 843
Promotion de la création d'ESCO	7 786
Développement de l'utilisation de l'énergie éolienne pour la production d'électricité	7 206
Implantation de Centrales de fret	5 977
Renforcement du poids du gaz naturel dans le bilan combustibles des Centrales Thermique Vapeur	5 588
Promotion du chauffage solaire de l'eau sanitaire	5 401
Stations de diagnostic des véhicules à moteur	5 323
Encouragement de la substitution du fuel et du gasoil par le gaz naturel	5 307
Plans directeurs de transport intra et inter-villes	4 183
Dynamisation de la diffusion de Lampes basse consommation	3 758
Renforcement du programme de certification des réfrigérateurs	3 595
Introduction d'un troisième cycle combiné en 2005 et d'un quatrième en 2008	3 372
Anticipation de déclassement de certaines centrales vétustes	3 259
Certification des autres appareils électroménagers	3 024
Généralisation de l'utilisation du couvercle métallique pour la préparation du pain Tabouna	2 642
Formation à la conduite rationnelle dans le secteur des transports	2 426
Réduction des torchages de gaz sur les sites de production de pétrole et de gaz	2 422
Mise en œuvre d'une stratégie de maîtrise et d'appui de la filière charbon de bois	2 235
Réduction des pertes en ligne du réseau de la STEG	2 062
Audits énergétiques et contrats programme d'économie d'énergie dans le secteur tertiaire	1 855
Mise en œuvre immédiate d'un programme de certification des climatiseurs	1 548
Audits énergétiques et contrats programme dans le secteur des transports	1 283
Généralisation de la diffusion des tajines métalliques en vue de réduire la consommation du bois pour la préparation du pain tajine	1 219
Renforcement de l'utilisation du GPL et GNC dans le secteur des transports	1 211
Généralisation de la diffusion des foyers améliorés en remplacement des foyers trois pierres	981
Economie d'énergie au niveau des centrales (audits, plan d'actions)	943
Programmes de diffusion de lampes au sodium dans l'éclairage public	940
Promotion du Solaire photovoltaïque	333
Promotion de la Micro-hydraulique	151
TOTAL GENERAL	145 153

□ **Les procédés industriels**

Les présentes simulations n'ont pas considéré d'options d'atténuation.

□ **Les solvants**

Il existe de nombreuses options de réduction des émissions de COVNM¹¹¹. Cependant, elles n'ont pas été identifiées dans le présent rapport, dans la mesure où elles n'ont pas fait l'objet d'une étude spécifique et qu'elles n'affectent pas le résultat des émissions en terme de tonnes équivalent CO₂.

Néanmoins, en plus de leur impact en terme d'effet de serre, de telles options pourraient avoir une contribution significative à la réduction des pollutions et nuisances à l'échelle locale, d'où l'intérêt de développer des études, dans ce sens, dans le futur.

□ **L'agriculture**

A/ Atténuation des émissions de CH₄

Dans le domaine de l'**élevage**, en l'état actuel des connaissances, les perspectives de réduction des émissions demeurent limitées et relèvent davantage du domaine de la recherche. Néanmoins, les travaux effectués dans ce domaine au cours des dernières années, dans plusieurs pays industrialisés¹¹², ont permis d'analyser les processus de méthanogenèse et d'identifier un certain nombre de techniques en mesure d'être mises à profit en vue de réduire les émissions. Ces techniques ont trait notamment à :

- La modification des régimes alimentaires des animaux, notamment par l'adjonction d'additifs ou de micro-organismes (bactéries) qui sont en mesure de modifier le processus de la méthanogenèse, et donc de réduire la quantité de méthane émise ;
- L'amélioration des productivités des animaux, notamment pour la production laitière, par le biais de sélections plus rigoureuses ;
- L'amélioration de la gestion du fumier de ferme.

Certaines de ces techniques sont actuellement maîtrisées et sont employées à plus ou moins grande échelle, notamment celles relatives à la modification des rations alimentaires¹¹³.

En Tunisie ces techniques demeurent inconnues jusqu'à présent, en raison de leur caractère nouveau, mais également à cause de la politique tunisienne qui met l'accent sur une maximisation de la production. Il pourrait être envisagé d'adopter de telles techniques, à moyen terme, en Tunisie, dans le cadre de la politique d'atténuation des émissions de GES, dans la mesure où celle-ci coïnciderait avec une amélioration des rendements de production. Cependant, de telles options devraient faire préalablement l'objet de recherches appliquées puis de vulgarisation, avec notamment, le soutien, de canaux de coopération internationale et des mécanismes de la Convention sur les changements climatiques.

¹¹¹ Dont certaines sont déjà plus ou moins appliquées en Tunisie.

¹¹² Notamment en Australie, en France, en Grande Bretagne, etc.

¹¹³ En particulier en Australie, où l'utilisation d'additifs alimentaires est assez répandue.

B/ Atténuation des émissions de N₂O

Dans le domaine des **sols**, la réduction des émissions de GES pourrait notamment prendre la forme de solutions agronomiques qui ont pour objet de réduire les réactions de nitrification et de dénitrification dans le sol : réduction des excès d'azote par le fractionnement des apports, étalement de la mise à disposition de l'azote nitrique pour les végétaux, maintien de la porosité du sol à un niveau élevé afin de limiter l'état d'anoxie, etc.

Tout comme pour le méthane, ces solutions relèvent plus du domaine de la recherche que des pratiques courantes, et dépendent largement des types de sol, de la maîtrise de l'utilisation des engrais azotés et, d'une manière générale, des conditions propres à chaque type d'agriculture.

En Tunisie, il existe peu ou pas de recherches effectuées dans ce domaine. Ainsi la seule option qui pourra être envisagée pour apporter des solutions appropriées à moyen terme, serait de mettre en œuvre un programme de recherche appliquée, accompagné par une vulgarisation adéquate.

C/ Atténuation des émissions de carbone

En Tunisie, les émissions de **carbone dans l'agriculture** sont essentiellement dues à la minéralisation de la matière organique du sol qui est subséquente aux pratiques culturales et à l'utilisation du sol. En effet, des pratiques culturales répétées favorisent considérablement l'oxydation de la matière organique, tandis que des pratiques moins intensives favoriseraient le stockage de celle-ci dans les sols. De même, des pratiques culturales peut appropriées telle que le labour en pente -très fréquent dans les zones montagneuses- favorisent l'érosion et donc la minéralisation. En outre, sous le climat semi-aride et aride qui prévaut sur la majeure partie du territoire, l'exposition des terres nues ou peu protégées au soleil torride d'été, aux vents et aux pluies agressives, favorise largement la minéralisation des terres et leur appauvrissement en matière organique.

Réduire les émissions de carbone dans de tels contextes reviendrait donc à assurer une meilleure protection des terres contre divers facteurs d'érosion et d'appauvrissement. Ceci implique une utilisation plus rationnelle des sols, d'où une ré-affectation inévitable des terres. De telles options seraient donc plus adéquatement prises en compte en tant qu'options d'atténuation dans le cadre des changements d'affectation des sols (se référer ci-après).

D/ Bilan du potentiel d'atténuation des GES dans le secteur agricole

Dans l'immédiat, le caractère « incontournable » des émissions de GES découlant des activités agricoles en Tunisie, et les priorités nationales de maximisation de la production, limitent sensiblement le potentiel d'atténuation de GES de ce secteur.

Néanmoins, il serait possible d'envisager des options susceptibles d'avoir des retombées positives à long-terme, en matière d'atténuation des GES. De telles actions pourraient entrer dans le cadre d'un programme de recherche appliquée et de vulgarisation s'articulant autour des quatre mesures suivantes :

- e) La méthanogénèse et les moyens de réduire la production de méthane par les ruminants alimentés en étable, donc essentiellement les bovins ;
- f) La sélection rigoureuse des espèces animales les plus productives ;
- g) Une meilleure gestion du fumier de ferme ;
- h) L'utilisation rationnelle des engrais azotés synthétiques.

Si le programme de recherches s'avérait concluant, en matière d'atténuation des émissions de GES et d'amélioration des rendements de production, sa mise en œuvre devrait permettre de toucher la totalité du cheptel bovin laitier et 35 à 40% du cheptel bovin non laitier. En matière de réduction des émissions d'azote le programme réduira les émissions de cette source de 10 à 15% par rapport au scénario de référence. Le tableau 4.24 présente une approximation des taux d'atténuation les plus probables des GES concernés, ainsi qu'une estimation des potentiels d'atténuation. Ceux-ci ne seront cependant intégrés dans le scénario d'atténuation qu'au delà de 2010, dans la mesure où la concrétisation des actions identifiées restera conditionnée par l'issue des recherches qui devraient être développées.

Tableau 4.24 : Potentiels d'atténuation des émissions de méthane et d'oxyde d'azote dans le secteur agricole en Tunisie

	Source d'émissions	Taux de réduction des émissions de Méthane (CH ₄)	Taux de réduction des émissions Oxyde d'azote (N ₂ O)	Cumul des émissions évitées sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO ₂)
Mesures a, b et c	• Elevage bovin laitier	50%	-	8 247
	• Elevage bovin non laitier	20%	-	
Mesure d	• Sols agricoles	-	10 à 15%	9 793
	TOTAL	-		18 040

□ **La forêt et les changements d'affectation des sols**

A/ Les options d'atténuation liées aux changements d'affectation des terres

En Tunisie, le **changement d'affectation des terres** constitue une option susceptible d'offrir un potentiel intéressant de séquestration de carbone dans les sols et dans la biomasse. En effet, l'affectation actuelle des terres, en particulier dans les régions arides et semi-arides, contribue à fragiliser les sols et, par conséquent, à accélérer la perte de carbone par les sols et par la biomasse.

Dans cet esprit, la conversion des terres marginales emblavées en céréales, en d'autres spéculations mieux à même d'assurer une couverture permanente des sols, offrirait des solutions intéressantes aux problèmes de dégradation des terres et de lutte contre différentes formes d'érosion, tout en présentant d'importants avantages économiques et environnementaux. Dans l'ensemble, on peut citer principalement deux options offrant un potentiel intéressant :

- a) Les plantations à buts multiples¹¹⁴ (plantation d'oliviers, plantations fruitières composées notamment d'espèces rustiques et d'arbres semi-forestiers) ;

¹¹⁴ Les plantations à buts multiples offrent des alternatives fort intéressantes à plus d'un titre, à la céréaliculture sur les terres marginales. Pour des raisons de cohérence avec la méthodologie de l'inventaire des GES, cette

b) L'aménagement des prairies permanentes et/ou temporaires.

La plantation de l'olivier constitue un exemple quasi parfait de reconversion des terres marginales (terres céréalières dégradées cultivées épisodiquement et certaines jachères, en particulier en Tunisie centrale), et constitue une alternative très avantageuses sur tous les plans, en particulier sur les pentes fortes, les terrains encroûtés et ce, sur une large gamme de sols. En effet, il s'agit d'une espèce très rustique qui présente de nombreux avantages et bénéfices, et dont la culture est parfaitement maîtrisée à l'échelle nationale.

Tout comme l'olivier, les espèces **fruitières rustiques** tunisiennes offrent également un potentiel considérable à tous les points de vue. Parmi ces espèces il y a le figuier, le caroubier, le cactus, la vigne, le cognassier, le cerisier, etc. , qui peuvent être développées, chacune selon ses exigences climatiques, sur les terres marginales, en particulier sur les terrains en pente et dans les zones montagneuses de la Dorsale.

En ce qui concerne les **arbres semi-forestiers**, il s'agit ici d'espèces telles que le noyer, le pacanier, le châtaignier, etc., qui offrent des potentiels intéressants de développement et de protection des terres, en particulier dans les zones montagneuses et forestières du Nord Ouest. La ré-affectation de certains terrains à la plantation de ces espèces constitue donc une alternative très avantageuse dans ces régions.

Enfin, les **prairies sont à aménager d'une manière permanente** (10-15 ans) et/ou **temporaire** (2 ans) sur les terres marginales et les sols marneux dans les régions humides et sub-humides qui sont actuellement cultivées en céréales. Ces prairies permettront d'accroître les disponibilités des ressources alimentaires pour le cheptel d'élevage et de contribuer ainsi au développement de l'élevage.

B/ Les options d'atténuation découlant des reboisements et de l'aménagement des forêts

Comme partout ailleurs, il est établi que les plantations forestières constituent, au même titre que les forêts, des puits d'absorption du carbone atmosphérique, qui est stocké dans la phytomasse et, dans une certaine mesure, dans le sol. De même, l'aménagement des forêts¹¹⁵, selon des modes de gestion durable, est en mesure d'améliorer substantiellement les productivités de celles-ci et de contribuer ainsi à améliorer leur potentiel d'absorption du carbone.

Compte tenu de la situation des ressources forestières en Tunisie, on peut envisager quatre options principales susceptibles d'engendrer une augmentation des capacités des écosystèmes tunisiens à stocker du carbone :

- Les reboisements forestiers ;
- Les plantations pastorales ;
- Les aménagements forestiers ;
- L'amélioration et l'aménagement des parcours.

En ce qui concerne les **reboisements forestiers**, il s'agit de reboisement des zones forestières dégradées au moyen de la plantation d'essences appropriées selon le milieu. A terme, ces reboisements auront à répondre à quatre objectifs principaux à savoir : (i) la reconstitution des

option a été considérée dans cette source d'émission (forêt et changement d'affectation des sols), bien qu'elle fasse partie, en réalité du secteur agricole.

¹¹⁵ Qu'elles soient naturelles ou issues de reboisements.

peuplements naturels dégradés, (ii) la protection des bassins versants des barrages, (iii) la production du bois d'œuvre et (iv) le stockage du carbone atmosphérique.

Les **plantations pastorales et l'amélioration des parcours** constituent également des options d'atténuation assez intéressantes. Cette action consisterait en l'aménagement¹¹⁶ des terrains de culture dégradés qui sont cultivés épisodiquement en céréales au Centre-Sud ou d'une manière continue au Nord. Cet aménagement toucherait également les terrains de parcours, en vue de restaurer leur potentiel productif et d'accroître la production de biomasse fourragère pour le cheptel d'élevage. Par ailleurs, il pourrait être envisagé de planter des arbustes et des arbres fourragers dans les zones steppiques et les zones semi-arides en général.

En ce qui concerne les **aménagements forestiers**, il s'agira de combiner un certain nombre d'actions, de manière à restaurer le potentiel productif, dans un premier temps, et à assurer une valorisation optimale et durable des ressources, dans un deuxième temps. Ces actions doivent être mises en place, selon des modalités participatives et intégrées, de façon à renforcer la contribution des ressources forestières, ainsi aménagées, au développement socio-économique des populations forestières.

L'amélioration et l'**aménagement des parcours** devront suivre une voie similaire. En effet, la plupart des parcours collectifs,¹¹⁷ qui représentent la plus forte proportion de l'ensemble des parcours, sont sous la responsabilité de l'administration forestière. Opérationnellement, les parcours seront donc aménagés dans le cadre des mêmes programmes et actions mentionnés ci-dessus pour le domaine forestier.

C/ Les données de base du scénario d'atténuation dans le secteur forestier

Les tableaux 4.25 et 4.26 présentent les données d'activité qui ont été traduites par les options d'atténuation envisagées dans le secteur forestier. Le premier tableau présente l'évolution de l'affectation des sols aux horizons 2010/2020, telle qu'elle se présente dans le scénario d'atténuation. Le second tableau présente les efforts de reboisement et d'aménagement forestier, également envisagés dans le scénario d'atténuation.

Il convient de noter que toutes les options ayant trait à la rationalisation de la demande de bois-énergie, ont été intégrées dans la section énergie du présent chapitre.

¹¹⁶ L'aménagement consiste à planter, sur ces terrains, des espèces fourragères adaptées selon les régions (Févier d'Amérique, *Acacia* spp, *atriplex*, etc.) et, dans certains cas, à les ensemercer à l'aide d'espèces pastorales appropriées (graminées et légumineuses vivaces et/ou annuelles).

¹¹⁷ Par opposition aux parcours individuels qui ne sont exploités que par leurs propriétaires

Tableau 4.25 : Changements d'affectation des terres tels qu'envisagés par le scénario d'atténuation (1000 ha)

	1997	2010	2020
Céréales	1 458	2 230	1 900
Jachères	975		
Autres cultures annuelles	316	324	339
Arboriculture	2 071	2 140	2 266
Parcours et broussailles	4 786	4 398	3 884
Maquis et garrigues	324	172	20
Forêts (Résineux, Eucalyptus et autres feuillus)	534	686	838
Plantations pastorales	66	360	843
Parcours améliorés/aménagés)	0	220	440
Total	10.530	10.530	10.530

Tableau 4.26 : Les efforts de reboisement et d'aménagement forestiers envisagés dans le scénario d'atténuation (1000 ha).

	Forêts existantes	Nouvelles plantations			Aménagement		
		2010	2010-2020	Total	2010	2010-2020	Total
Acacia	65,896	189	189	378	38	38	76
Eucalyptus	38,582	34	31	65	22	22	44
Feuillus	101,977	17	15	32	59	59	118
Résineux	393,964	120	107	227	228	228	456
TOTAL	599,595	360	342	702	347	347	694

D/ Bilan du potentiel d'atténuation des GES dans la forêt et le changement d'affectation des sols

Le tableau 4.27 fait un bilan cumulé des absorptions de GES, sur la période 2001-2020, réalisables grâce à la mise en place des options mentionnées ci-dessus. Il se distingue par l'importance de l'apport de l'arboriculture en tant que source d'absorption de carbone, qui représente les $\frac{3}{4}$ du potentiel d'atténuation de la forêt et changement d'affectation des sols.

Tableau 4.27 : Cumul des absorptions de GES découlant des options d'atténuation dans le secteur forêt et changement d'affectation des sols sur la période 2001-2020 (1000 TE-CO₂)

	1000 TE-CO ₂ absorbées
a - Plantations arboricoles	38 576
b - Aménagement des prairies	123
c - Reboisements forestiers	718
d - Plantations pastorales	10 373
e - Aménagements forestiers	354
f -Amélioration et aménagement des parcours.	194
Total	50 338

□

□ Les déchets

Cette section énumère les options d'atténuation des émissions dues aux déchets, qui sont possibles d'un point de vue technique, et qui semblent les plus pertinentes dans le contexte tunisien, et les plus à même d'être adoptées par les décideurs dans le plan d'action national d'atténuation des changements climatiques. A ce titre, cinq options intéressantes ont été identifiées :

- Option 1 : compostage des déchets solides ;
- Option 2 : récupération et mise en torchère du méthane des décharges de déchets solides ;
- Option 3 : récupération et valorisation électrique du méthane des décharges de déchets solides ;
- Option 4 : récupération et valorisation électrique du méthane des stations de traitement des eaux usées ;
- Option 5 : traitement aérobie dans les stations de traitement des eaux usées.

A/ Option d'atténuation des émissions dues aux déchets solides

Dans le secteur des **déchets solides**, trois actions majeures peuvent être proposées. La première se situe à l'amont de la chaîne: le compostage, et les deux autres à son aval: la valorisation électrique du CH₄ et la mise en torchère¹¹⁸.

Le **compostage** consiste à transformer en terreau, par fermentation, la part organique des déchets (généralement les déchets verts, mais aussi la fraction organique des ordures ménagères, les boues des stations d'épuration, le lisier, voire même les déchets d'élevage ou des industries agroalimentaires).

Le compostage permet de réduire considérablement la quantité des déchets fermentescibles en décharge et par conséquent les émissions de CH₄. Le compostage permet également d'allonger la durée de vie des décharges. Le développement de stations de compostage de déchets organiques, nécessite, au préalable, la mise en place de dispositifs adéquats de collecte sélective à la source. Elle nécessite par ailleurs, le développement d'un marché captif du compost, à proximité des stations de compostage, permettant de rentabiliser les installations de compostage.

La mise en œuvre de cette option implique la participation de nombreux acteurs de la société: les producteurs de déchets, les collectivités locales, le MEAT et l'ANPE, ainsi que les autres départements et structures techniques comme ceux de l'agriculture.

La Tunisie a initié une expérience pilote dans le domaine du compostage. En effet, une unité expérimentale a été construite sur le site de la décharge de Tunis "Henchir Lihoudia" en 1988. En fonctionnement depuis 1991, l'exploitation est assurée par l'AMTVD et le suivi au niveau de la recherche est effectué par l'INRST.

¹¹⁸ D'autres options de réduction de GES sont décrites dans le chapitre suivant, mais ne seront pas proposées dans le scénario d'atténuation. Il s'agit en particulier de l'option de réduction à la source de la production des déchets. Celle-ci est prise en compte d'une manière implicite dans les deux scénarios de référence et d'atténuation, à travers le paramètre de fraction des déchets mise en décharge.

Les premiers résultats ont révélé un produit d'assez bonne qualité notamment en tant que produit de base pour des engrais, mais trop onéreux compte tenu de la faible capacité de production dû au caractère expérimental de l'unité. Plusieurs autres expériences de compostage ont également vu le jour depuis quelques années. Cependant, aucune n'a été menée à son terme, le plus souvent en raison des difficultés de financement. Néanmoins, en grandeur nature, et accompagnés de mesures d'accompagnement adéquates, de tels projets devraient déboucher sur des résultats tout à fait encourageants.

La **récupération et la valorisation du méthane** pourra être envisagée dans les zones fortement urbanisées. Deux options s'offrent à ce dernier mode d'exploitation : la mise en torchère serait retenue dans les décharges de petite taille, alors que l'option valorisation électrique du CH₄ serait envisagée dans les décharges de grande taille.

Le programme national des décharges contrôlées ne prévoit aucune de ces deux options. Néanmoins, il est toujours possible, d'un point de vue technique, d'envisager l'équipement des décharges programmées de collecteurs de gaz en vue d'une future utilisation.

L'option de mise en torchère est techniquement plus simple et coûte moins cher à l'investissement que la valorisation électrique. La technique consiste à récupérer les gaz et à les faire brûler en torchère, ce qui réduit les risques d'incendie et d'explosion accidentels dans les décharges. Par ailleurs, le CO₂ émis par la combustion du méthane n'est pas comptabilisé dans l'inventaire des GES. En effet, ces émissions s'effectuent, en quelque sorte en boucle fermée, puisque les matières organiques responsables de ces émissions, sont en grande partie d'origine alimentaire, et on suppose que ces émissions sont re-captées, à l'identique, lors de la saison suivante de repousse des spéculations agricoles.

L'option valorisation électrique permet de récupérer le méthane à des fins de production d'électricité. Une faible proportion de l'électricité produite pourrait être utilisée pour les usages internes de la décharge, mais l'essentiel serait injecté sur le réseau électrique. Les produits de vente permettront de couvrir une partie des coûts de récupération de gaz et de génération d'électricité.

B/ Option d'atténuation des émissions dues aux déchets liquides

Dans le secteur de l'assainissement des eaux usées, deux options peuvent être proposées en fonction du procédé de traitement :¹¹⁹ la valorisation énergétique du biogaz dans le cas du traitement anaérobie et un traitement poussé dans le cas des procédés aérobie.

Dans le cas de la **digestion anaérobie**, l'option la plus avantageuse est celle de la valorisation énergétique du biogaz, pour des usages thermiques et électriques. Cette technique a déjà été pratiquée dans une ancienne station de l'ONAS. Par ailleurs, le projet d'extension de la station de Chotrana (Tunis Nord), dont l'entrée en service est prévue au début de l'année 2000, sera équipé d'installations de valorisation énergétique du biogaz.

Un des handicaps majeurs de la valorisation de gaz des boues d'épuration est la taille de la STEP. Le scénario d'atténuation étudiera l'impact d'une action plus volontariste et ce, en envisageant une plus grande pénétration de cette technique dans toutes les grandes stations programmées pour les dix prochaines années.

¹¹⁹ D'autres options sont décrites dans le chapitre suivant mais ne seront pas considérées dans le scénario d'atténuation. Il s'agit en particulier de l'option stabilisation chimique.

Dans le cas des stations à procédé aérobique (en général de petite et moyenne taille) l'option proposée est celle d'un second traitement aérobique. En dépit des contraintes de coût et d'espace, cette option permet de réduire de moitié les émissions de CH₄.

C/ Les émissions évitées grâce aux options d'atténuation des GES dus aux déchets

Le tableau 4.28 récapitule le détail des émissions évitées sur la période 2001-2020, de toutes les options d'atténuation des GES dus aux déchets. Ainsi le plan d'atténuation permettrait d'éviter d'émettre 34 millions de TE-CO₂ sur toute la période 2001-2020.

Tableau 4.28 : Impact de la mise en œuvre d'options d'atténuation dans le secteur des déchets (1000 TE-CO₂ évitées)

	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumuls 2001-2020
Option 1 : compostage des déchets solides	222	274	3 491
Option 2 : récupération et mise en torchère du méthane des décharges de déchets solides	1 162	1 535	19 409
Option 3 : récupération et valorisation électrique du méthane des décharges de déchets solides	443	585	7 286
Option 4 : récupération et valorisation électrique du méthane des stations de traitement des eaux usées	106	129	1 821
Option 5 : traitement aérobique dans les stations de traitement des eaux usées.	81	222	1 985
TOTAL	2 014	2 745	33 992

NB : Il faut rappeler que l'option 3 est présentée ici juste afin de regrouper toutes les options basées sur la valorisation des déchets. Néanmoins, elle avait déjà été comprise dans la section énergie. Bien entendu, et afin de préserver la cohérence des inventaires de GES, le résultat de cette option devra être ré-affecté dans le tableau des émissions du secteur énergie.

□ **Le potentiel total**

Le plan d'action d'atténuation de la croissance des émissions des GES comporterait globalement 47 options d'atténuation distinctes, dont la majorité (33 options, soit 70%) dans le secteur de l'énergie. Par ailleurs, la forêt et le changement d'affectation des sols comptent 6 options d'atténuation, alors que l'agriculture et les déchets se partagent, à parts égales, les 8 options restantes.

L'analyse des résultats réalisables montre que la mise en œuvre de ces 47 options permettrait d'éviter d'émettre une quantité cumulée de 190 millions de TE-CO₂ tout au long de la période 2001-2020, d'une part, et d'absorber environ 50 millions de TE-CO₂, d'autre part (Cf. tableau 4.29). Ainsi, le résultat net du programme atteindrait environ 240 millions de TE-CO₂, qui seraient soustraites à l'atmosphère grâce à la mise en œuvre du programme.

Il est à noter que l'énergie joue un rôle déterminant dans le programme d'atténuation, contribuant pour 60% du potentiel cumulé identifié. La forêt est deuxième par ordre d'importance avec 21% des retombées du programme d'atténuation, puis viennent les déchets avec 11%, et l'agriculture qui contribue pour 8% du potentiel d'atténuation identifié.

Tableau 4.29 : Impact de la mise en œuvre d'options d'atténuation par source d'émission (1000 TE-CO₂)

	Nombre d'options	Horizon 2010	Horizon 2020	Cumuls 2001-2020
Energie*	33	7,8	13,4	145,2
Agriculture	4	0	1,8	18,0
Forêt et changement d'affectation des sols**	6	0,7	3,6	50,3
Déchets	4	1,6	2,2	26,7
TOTAL	47	10,1	21,0	240,2

(*) Inclut les options portant sur la biomasse-énergie ainsi que l'option de valorisation du méthane émis par les décharges de déchets solides.

(**) Il s'agit d'absorptions.

LA PROJECTION DES EMISSIONS DE GES AUX HORIZONS 2010 ET 2020 SELON LE SCENARIO D'ATTENUATION DE LA CROISSANCE DES EMISSIONS DE GES

□ L'énergie

La mise en place de l'ensemble des options identifiées dans le cadre du programme volontariste d'atténuation des GES dans le secteur de l'énergie, se traduit par une baisse significative des émissions aux horizons 2010 et 2020.

Le tableau 4.30 montre que, grâce à ce programme, les émissions annuelles de GES dues à l'énergie s'établissent en 2010 à 24,2 millions de TE-CO₂ dans le scénario d'atténuation contre de 31,6 million de TE-CO₂ dans le scénario de référence, évitant ainsi plus de 7 millions de TE-CO₂, à l'horizon 2010.

A l'horizon 2020, les émissions de GES dues à l'énergie s'établissent à 36 millions de TE-CO₂ dans le scénario d'atténuation au lieu de 49 millions de TE-CO₂ dans le scénario de référence. Les GES évités, soit presque 13 millions de TE-CO₂, représentent une baisse d'environ 27% des émissions du secteur de l'énergie.

Ainsi, le programme présenté dans le présent rapport permettrait de faire passer la croissance des émissions de GES entre 1997 et 2020 de 4,7 % par an à 3,3 % par an, et donc d'atténuer la croissance moyenne des émissions de 1,4 % par an. Il est à rappeler que sur la même période, la croissance annuelle du PIB considérée a été de 5,9% par an. Ceci confirme, pour le cas de la Tunisie, **qu'il est tout à fait possible de découpler croissance économique et croissance des émissions de GES dans le secteur de l'énergie**, moyennant la mise en place, en liaison avec la CCNUCC de mécanismes institutionnels, techniques et financiers adéquats, aussi bien au niveau international que national.

Tableau 4.30 : Evolutions comparées des émissions de GES dues à l'énergie du scénario de référence et du scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

	1997 (1000 TE-CO ₂)	2010 (1000 TE-CO ₂)	2020 (1000 TE-CO ₂)	Croissance annuelle 1997-2020 (%)
Scénario de Référence	17 010	31 636	48 993	4,7 %
Scénario d'atténuation	17 010	24 245	36 151	3,3 %
Emissions de GES évitées	-	7 391	12 842	

NB : Les retombées des options portant sur la biomasse-énergie ont été exclues de ce tableau, et reportées dans le tableau relatif aux émissions dues aux forêts.

□ **Les procédés industriels**

Pas d'options d'atténuation considérées par les présentes simulations.

□ **Les solvants**

Pas d'options d'atténuation considérées par les présentes simulations.

□ **L'agriculture**

Le tableau 4.31 présente les émissions annuelles de GES dues au secteur agricole, aux horizons 2010 et 2020. Comme il a déjà été précisé, les retombées des options d'atténuation considérées ne sont perceptibles qu'au-delà de l'année 2010. Ces options débouchent sur une atténuation des émissions de l'ordre de 21% à l'horizon 2020 par rapport au scénario de référence. Grâce à de telles options, les émissions du secteur agricole n'augmenteraient que de 7% entre l'année de base 1997 et l'année 2020 alors que la valeur ajoutée agricole serait multipliée par un facteur supérieur à 2, en valeurs constantes, sur la même période¹²⁰.

Il est à noter que l'essentiel de l'atténuation est réalisée grâce à une baisse de 32% des émissions de CH₄, qui atteindraient seulement 93.000 tonnes, dans le scénario d'atténuation, contre 136.000 tonnes dans le scénario de référence à l'horizon 2020.

**Tableau 4.31 : Emissions de GES du secteur agricole par source et par gaz
Scénario d'atténuation (1.000 T d'origine et TE-CO₂)**

Sources d'émission	2010			2020		
	CH ₄	N ₂ O	CO	CH ₄	N ₂ O	CO
Fermentation entérique	107	-	-	85	-	-
Gestion des déchets animaux	15	3		8	3	
Sols agricoles	-	13		-	13	
Brûlage des résidus de récoltes	-	-	3	-	-	3
Total des émissions (1000 T)	122	16	3	93	16	3
1000 TE-CO₂	7 522			6 913		

¹²⁰ Soit une croissance annuelle de 3,4% par an.

□ **La forêt et les changements d'affectation des sols**

Le secteur de la forêt et de l'affectation des terres fournit un potentiel d'atténuation des GES considérable. En effet, ce secteur présentait, déjà dans le scénario de référence (tableau 4.8), un bilan caractérisé par une absorption nette de 7,2 millions de tonnes de CO₂ en 2010, et de 12,8 millions de tonnes de CO₂ en 2020, ce qui, bien entendu améliore sensiblement le bilan des émissions tunisiennes nettes.

Grâce aux options d'atténuation envisagées, on assisterait à une augmentation significative de l'absorption nette de carbone par les écosystèmes. Ainsi, en 2010, l'absorption nette atteindrait 8,3 millions de tonnes de CO₂ dans le scénario d'atténuation. En 2020 le bilan net de l'absorption du carbone atteindrait presque 17 millions de tonnes de CO₂, soit une absorption additionnelle de plus de 4 millions de tonnes de CO₂, par rapport au scénario de référence, représentant une amélioration de 33% du bilan net, en comparaison au scénario de référence.

Il est à noter que cette amélioration a essentiellement résulté de l'augmentation des capacités d'absorption de carbone (88% du résultat net de l'atténuation dans le secteur forestier), résultant de six options, comme décrit précédemment, alors que la réduction des émissions a comporté 4 actions focalisées sur l'amélioration des rendements d'utilisation du bois-énergie,¹²¹ comme on peut le voir sur le tableau 4.32.

Enfin, globalement, le scénario d'atténuation montre une amélioration du bilan net des GES du secteur forestier d'un facteur 6 entre 1997 et 2010.

Tableau 4.32 : Evolution des émissions/absorptions des GES de la forêt et du changement d'affectation des sols pour le scénario d'atténuation (1000 tonnes de CO₂)

	1997	2010	2020
Emissions de CO ₂	3 952	3 523	3 043
Utilisation du bois-énergie	3 377	3 188	2 668
Autres utilisations du bois	292	335	375
Emission des sols minéraux	283	0	0
Absorptions de CO ₂	- 6 696	-11 844	-19 907
Formations forestières	- 1 456	- 2 418	- 3 660
Arbres non forestiers	- 5 198	- 5 641	- 6 288
Carbone organique dans le sol	- 42	- 3 785	- 9 959
Bilan (Absorption)	- 2 744	-8 321	-16 864

□ **Les déchets**

Compte tenu des hypothèses du scénario d'atténuation précédemment définies, une simulation des émissions de GES a été effectuée pour les horizons de projection, 2010 et 2020. Les tableaux 4.33 et 4.34 montrent que les émissions totales de GES (méthane plus N₂O) sous le scénario d'atténuation, s'établissent à 3,1 MTE-CO₂ en 2010, puis à 3,2 MTE-CO₂ en 2020, contre des émissions de 4,7 MTE-CO₂ en 2010 et 5,3 MTE-CO₂ en 2020, dans le scénario de référence.

¹²¹ Bien que ces options aient été décrites dans la section énergie de ce chapitre, les retombées de ces options en terme d'émissions, ont été comptabilisées dans la présente section, afin de se conformer à l'esprit de la méthodologie de l'IPCC.

Les émissions évitées sont ainsi de 1,6 MTE-CO₂ en 2010 et de 2,1 MTE-CO₂ en 2020. Soit un taux potentiel d'atténuation des GES de 40% à l'horizon 2020.

Les émissions cumulées sur la période de projection totalisent 53,5 MTE-CO₂, contre 80,2 MTE-CO₂ dans le scénario de référence. Soit une réduction totale cumulée de l'ordre de 26,7 MTE-CO₂.

Tableau 4.33 : Emissions de GES du secteur déchets -- Scénario d'atténuation --

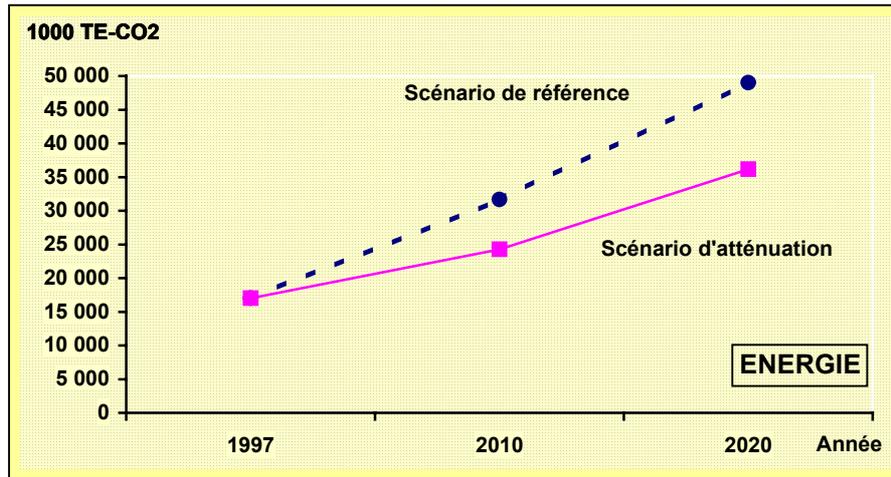
Sources d'émission	1997	2010	2020
DECHARGES :			
En 1000 TE-CO₂	783	2 605	2 580
En Gg de CH ₄	37,3	124,0	122,9
STATIONS D'EPURATION :			
En 1000 TE-CO₂	221	257	294
En Gg de CH ₄	10,5	12,2	14,0
FECES HUMAINES :			
En 1000 TE-CO₂	178	245	304
En Gg de N ₂ O	0,6	0,8	1,0
TOTAL en 1000 TE-CO₂	1 182	3 107	3 178

Tableau 4.34 : Emissions totales comparées des scénarios de référence et d'atténuation - Déchets - (Millions de Tonnes Equivalent CO₂)

Scénario	1997	2010	2020	Cumul 1997 - 2020
Référence (R)	1,2	4,7	5,3	80,2
Atténuation (A)	1,2	3,1	3,2	53,5
Emissions évitées	-	1,6	2,1	26,7

□ **Les émissions agrégées – scénario d'atténuation**

Les figures 4.4 à 4.7 reprennent les tendances comparées d'évolution des émissions et absorptions, selon les scénarios de référence et d'atténuation, par secteur.



NB : Les retombées des options portant sur la biomasse-énergie ont été exclues de cette figure, et reportées dans la figure relative aux émissions dues aux forêts.

Figure 4.4 : Emissions de GES comparées dues à l'énergie entre scénario de référence et scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

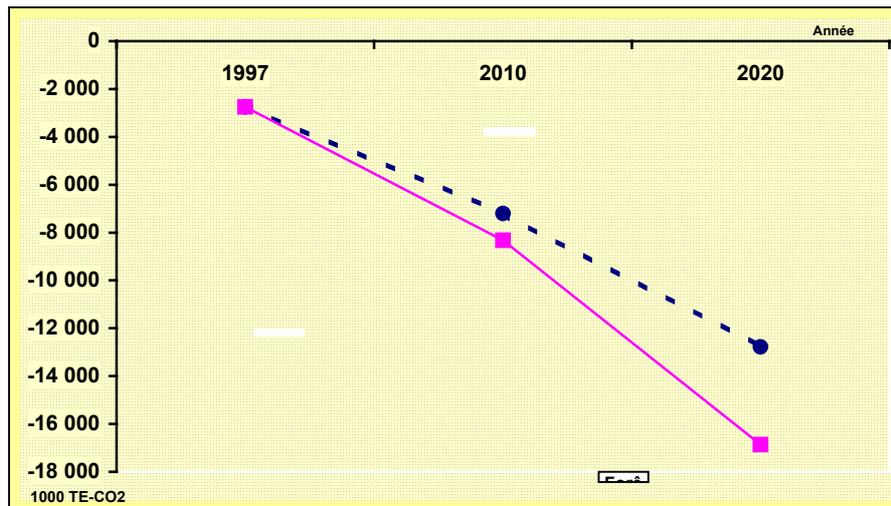


Figure 4.5 : Absorptions nettes de GES comparées dues à la forêt et au changement d'affectation des sols entre scénario de référence et scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

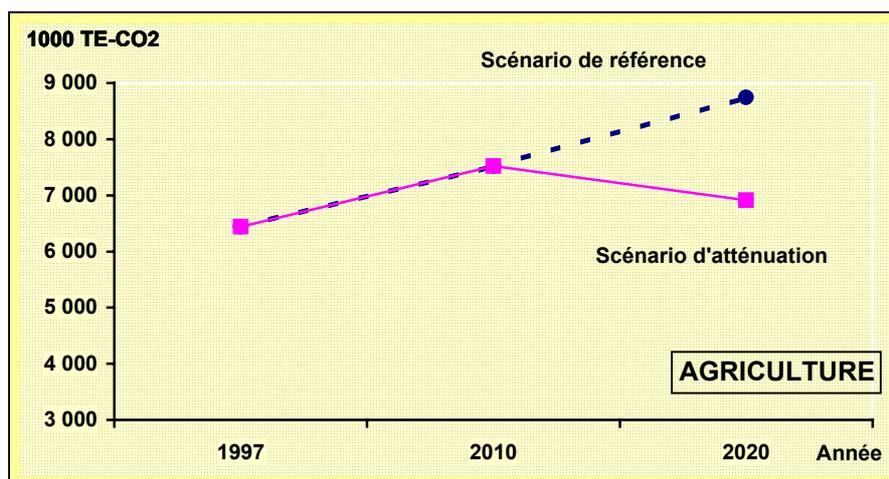


Figure 4.6 : Evolutions comparées des émissions de GES du secteur agricole dans le scénario de référence et le scénario d'atténuation (1.000 TE-CO2)

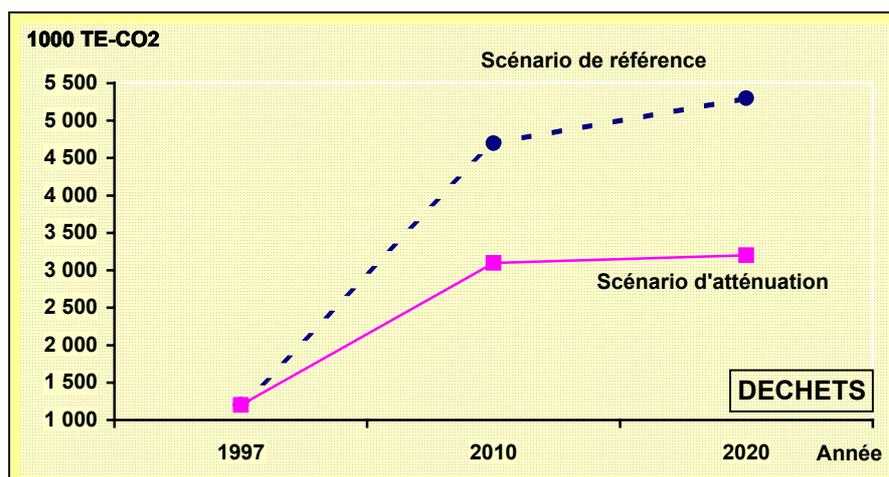


Figure 4.7 : Evolutions comparées des émissions de GES du secteur déchets dans le scénario de référence et le scénario d'atténuation (millions TE-CO2)

Les résultats agrégés des émissions selon le scénario d'atténuation sont présentés dans le tableau 4.35. Celui-ci montre des émissions brutes de GES atteignant 61 millions de TE-CO₂ en 2020, ce qui représente un doublement des émissions entre 1997 et 2020, alors que durant la même période le PIB aura été multiplié quasiment par un facteur 4. Les émissions nettes, quant à elles, passent de 25 millions de TE-CO₂ en 1997 à 41 millions de TE-CO₂, ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 2,2 % sur la période 1997-2020, alors qu'elle était supérieure à 4% dans le scénario de référence.

Il est à noter que, comme dans le scénario de référence, l'énergie joue un rôle de plus en plus important dans le bilan des émissions de GES. En effet, elle représenterait 59% du bilan des émissions en 2020. Un profil de croissance des émissions encore plus important est enregistré par les procédés industriels, qui passent de 10% en 1997 à 20% en 2020, alors que l'agriculture présente un profil tout à fait inverse, passant de 19% à 11% du bilan total des émissions, et que la forêt enregistre une baisse importante de sa contribution au bilan des émissions, passant de 12% à 5%.

Tableau 4.35 : Evolution des émissions de GES - Scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

	1997	2010	2020
Energie	17 010	24 245	36 151
Procédés	3 265	7 409	12 068
Agriculture	6 440	7 522	6 913
Forêt	-2 744	-8 321	-16 864
Forêt-émissions	3 952	3 523	3 043
Forêt-absorptions	-6 696	-11 844	-19 907
Déchets	1 182	3 107	3 178
TOTAL émissions brutes	31 849	45 806	61 353
TOTAL émissions nettes	25 153	33 962	41 446

La figure 4.8 illustre les résultats obtenus grâce à la mise en œuvre du programme d'atténuation des GES.

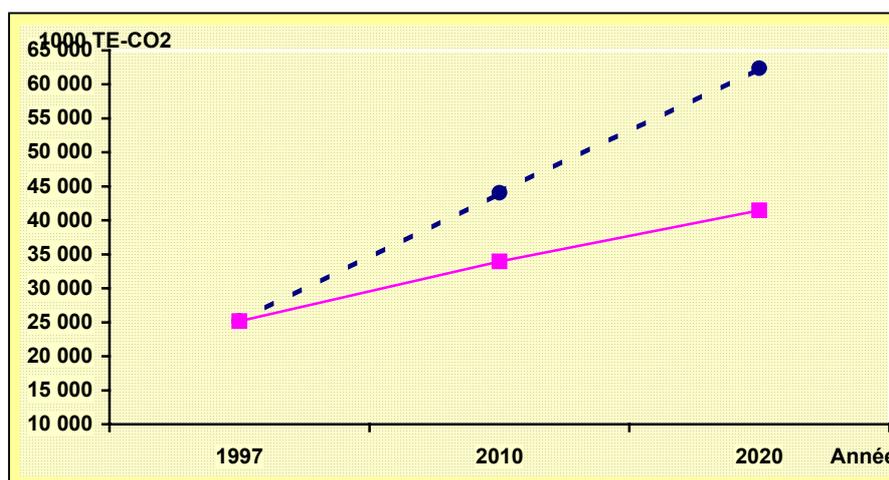


Figure 4.8 : Evolutions comparées des émissions nettes de GES, tous secteurs confondus, entre le scénario de référence et le scénario d'atténuation (1000 TE-CO₂)

CHAPITRE 5

AUTRES INITIATIVES TUNISIENNES EN LIAISON AVEC LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC

5.1 INTRODUCTION

A côté de la mise en œuvre des obligations vis-à-vis de la CCNUCC : inventaire des GES, Plan d'Action d'atténuation des GES et d'adaptation, élaboration de la Communication Nationale, la Tunisie a également déployé des efforts sur des thèmes liés directement ou indirectement à la mise en œuvre de la convention. Le présent chapitre décrit ces mesures et présente les améliorations possibles et nécessaires.

5.2 LES MESURES ENTRANT DANS LE CADRE DE LA MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

La CNUED a adopté les objectifs de l'Agenda 21 à Rio de Janeiro en 1992. Afin de passer à la phase concrète, la Tunisie a créé en 1993 la Commission Nationale pour le Développement Durable (CNDD). Le rôle de la CNDD est de coordonner entre les différents acteurs nationaux du développement. La publication de l'Agenda 21 national a été l'une de ses premières initiatives. Parmi les principales réalisations contribuant au développement durable, on peut citer:

- Réforme du système institutionnel chargé de la gestion de l'environnement :
 - ✓ Renforcement adéquat des capacités des institutions chargées de la gestion de l'environnement ;
 - ✓ Promotion du partenariat avec le secteur privé et la société civile ;
 - ✓ Capacité de coordination, de suivi et de conception de la politique environnementale : MEAT, ONAS, ANPE, ANER, APAL, CITET ;
- Consolidation et renforcement du dispositif législatif et juridique relatif à la réglementation de la gestion de l'environnement.
- Mesures d'encouragement économiques (FODEP, Fonds de l'environnement touristique, etc.), de mobilisation et de participation pour la protection de l'environnement (sensibilisation et éducation environnementales).
- Lutte contre la pollution industrielle et la gestion des déchets spéciaux : prise de conscience sur les conséquences et adoption des principes de précaution :
 - ✓ Reconstitution et restauration des zones fortement dégradées par la pollution ;
 - ✓ Maintien des pollutions dans des limites acceptables définies par des normes ;
 - ✓ Application du principe pollueur-payeur ;
 - ✓ Instauration de l'étude d'impact sur l'environnement ;
 - ✓ Intensification des mesures de contrôle ;
 - ✓ Mise en œuvre de contrats-programmes de dépollution appuyés sur un mécanisme national de dépollution.
- Traitement des déchets solides ménagers :
 - ✓ Mise en place de décharges contrôlées ;
 - ✓ Amélioration de la collecte des déchets ménagers ;
 - ✓ Tri sélectif.

- Assainissement : 7700 km de réseau de canalisations et 52 stations d'épuration à la fin de l'année 1997. L'effort consenti dans le domaine de l'assainissement a contribué :
 - ✓ A la préservation de la qualité de la vie et de l'hygiène ;
 - ✓ A la protection de la santé des citoyens;
 - ✓ A la protection des milieux récepteurs contre les pollutions et les contaminations.
- Protection contre la pollution par les hydrocarbures :
 - ✓ Ports dotés d'équipements appropriés d'intervention et de maintenance ;
 - ✓ Equipement des principaux terminaux pétroliers de stations de déballastage.
- Lutte contre la désertification et la protection des terres :
 - ✓ Protection des terres de culture ;
 - ✓ Aménagement de forêts et de terrains de parcours ;
 - ✓ Reboisements ;
 - ✓ Fixation de dunes ;
 - ✓ Gestion rationnelle des terres, des parcours et de l'eau ;
 - ✓ Programmes de recherche et de formation.
- Conservation de la nature et de la biodiversité :
 - ✓ Création de parcs nationaux et de réserves naturelles ;
 - ✓ Aménagement de ces parcs.
- Adoption de pratiques agricoles durables :
 - ✓ Amélioration des systèmes d'exploitation agricole : inventaire exhaustif des opportunités d'intensification agricole, accroissement de la diversification, amélioration de l'infrastructure rurale, facilitation de transferts d'éco-technologies, développement de techniques locales ;
 - ✓ Valorisation du rôle de la population et encouragement des organisations rurales : Facilitation de l'accès à la terre, à l'eau, aux technologies, au crédit, et aux circuits de commercialisation et de distribution, renforcement des capacités d'autogestion ;
 - ✓ Conservation et régénération des terres ;
 - ✓ Utilisation rationnelle et conservation des ressources phytogénétiques et zoo-génétiques ;
 - ✓ Utilisation rationnelle et conservation des ressources;
 - ✓ Lutte phytosanitaire ;
 - ✓ Promotion de systèmes durables de phytotropie : développement de capacités institutionnelles et humaines aptes à permettre un accès optimisé aux engrais et à concevoir des stratégies rationnelles de gestion de la fertilité des sols.
- Diversification de l'énergie rurale : énergies renouvelables, utilisation efficace et rationnelle de l'énergie.

5.3 RECHERCHES ET OBSERVATION SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les premières observations météorologiques réalisées en Tunisie datent de 1873. Cependant, c'est seulement en 1885 que fut créé, en Tunisie, le premier service météorologique tunisien, qui détenait 6 postes d'observation.

La Tunisie a adhéré à l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) en 1957, devenant ainsi, membre à part entière de cette organisation. Le pays a alors développé son réseau d'observation, rassemblé un volume de données appréciable, et s'est doté de capacités d'études et de publication de plus en plus importantes.

La création de l'Institut National de la Météorologie (INM) en 1974, est venue confirmer l'engagement du pays à se doter d'un outil institutionnel permanent dans le domaine de la météorologie, notamment en ce qui concerne le suivi et l'étude du climat.

RESEAU DE STATIONS METEOROLOGIQUES

Au niveau national, l'INM s'est doté d'un vaste réseau d'observation météorologique, répondant aux normes de l'OMM, et comprenant :

- 26 stations d'observation synoptique et aéronautique ;
- 34 stations d'observation agrométéorologique ;
- 54 stations d'observation climatologique ;
- 182 stations d'observation pluviométrique.

Ce réseau est en cours d'automatisation. Ceci permettra, d'une part, d'améliorer la qualité des données et leur disponibilité en temps réel, et d'autre part, d'optimiser le coût de fonctionnement.

BANQUE DE DONNEES

Ces stations d'observation météorologique, réparties sur tout le territoire tunisien, permettent la collecte d'un volume important d'informations météorologiques et climatologiques.

Ce patrimoine est sauvegardé dans une banque de données qui comprend des données aux échelles horaires et quotidiennes depuis 1950, ainsi que des données à l'échelle mensuelle qui remontent à 1900. Cette banque de données est gérée grâce à un système informatique très moderne qui permet, d'une part, une plus grande sécurité de l'information, et d'autre part, un accès plus convivial aux utilisateurs.

ATLAS CLIMATIQUE

Parmi les activités climatologiques de base réalisées à l'INM, il faut noter la récente publication (1999) d'un Atlas qui regroupe des informations diverses relatives aux principaux paramètres climatiques tels que les précipitations, la température, l'humidité relative, l'évaporation, la nébulosité, la pression atmosphérique, les vents, la durée d'insolation et le rayonnement global. Il offre une description générale des principales caractéristiques du climat de la Tunisie.

RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT EN MATIERE DE CLIMAT

□ Etudes des tendances du climat en Tunisie

Un ensemble d'études réalisées en Tunisie, a porté sur l'analyse de l'évolution des principaux paramètres climatiques depuis le début du siècle.

L'analyse statistique relative aux précipitations a révélé qu'à l'exception de quelques tendances fortuites et disparates, l'évolution des précipitations annuelles en Tunisie, durant le vingtième siècle, ne présente pas de tendance statistiquement significative. Il en est de même concernant la fréquence des années sèches et humides qui est relativement stable.

Une analyse similaire sur l'évolution de la température en Tunisie, relative à la période (1961-1990), a révélé l'existence, à partir de 1975, d'une tendance à la hausse de la température moyenne annuelle. Ce résultat n'est pas confirmé quant on utilise des séries plus longues (1901-1990).

En résumé, l'évolution du climat de la Tunisie depuis le début du siècle ne présente pas de variation anormale ou de tendance significative. Il n'en reste pas moins que les prémices d'une tendance à la hausse des températures, observée à partir de 1975, devrait être suivie avec intérêt.

□ **Développement de la prévision mensuelle et saisonnière des précipitations**

L'Institut National de la Météorologie (INM) accorde un intérêt particulier à la prévision mensuelle et saisonnière des précipitations. A terme, il projette de fournir à ses usagers une information climatologique relative aux précipitations mensuelles et saisonnières,¹²² présentant un degré de fiabilité amélioré. Ceci contribuerait à la gestion rationnelle et à la régulation inter-annuelle des ressources en eau ainsi qu'au développement de l'agriculture.

□ **Perspectives**

Dans le but de maîtriser la connaissance dans le domaine climatique, il est important que soit engagé, en Tunisie, un programme de formation visant à :

- Renforcer les capacités de l'INM dans le domaine de l'étude de l'évolution du climat et des changements climatiques ;
- Inciter et encourager l'Université à intégrer, de plus en plus, la question de l'étude du climat et des changements climatiques dans ses programmes de recherche.

En plus du suivi des paramètres climatiques, le renforcement des capacités doit également couvrir des aspects comme le suivi de l'élévation des niveaux de la mer, et l'analyse de la vulnérabilité des écosystèmes et des établissements humains aux changements climatiques. En particulier, la Tunisie doit se doter d'un système de suivi continu du niveau de la marée sur tout le littoral, avec des traitements statistiques bien élaborés. Ainsi, toutes les caractéristiques hydrographiques des sites littoraux, seraient dûment archivées, et mises à la disposition des aménageurs, lors de la conception d'ouvrages sur le littoral.

Le renforcement des capacités peut prendre la forme de l'allocation de ressources humaines et financières supplémentaires pour l'étude du climat, l'accès des cadres tunisiens à des cycles de formation et leur participation à des manifestations internationales.

De même, l'opportunité doit être donnée aux organismes tunisiens d'échanger des informations et des expériences avec les grands centres de recherches internationaux sur le climat. En particulier, l'occasion doit leur être donnée de participer à des programmes de recherches internationaux de suivi et de prédiction du climat,¹²³ ainsi que de suivi et d'analyse de la vulnérabilité.

¹²² Ces données sont fournies actuellement à titre de test.

¹²³ Notamment participation à la mise en place et aux simulations de modèles climatiques globaux, avec des applications régionales.

5.4 LUTTE CONTRE L'ELEVATION DES NIVEAUX DE LA MER

L'histoire des rapports mer-terre en Tunisie a rendu inévitable leur prise en compte dans la stratégie d'aménagement du territoire et dans la mise en œuvre des mesures conservatoires nécessaires. Ainsi, la Tunisie s'est dotée d'un arsenal institutionnel et législatif complet, caractérisé par :

- Une priorité donnée à la réhabilitation physique (ouvrages de protection tels que épis et brises-lames) et chimique (action de protection et de surveillance de la pollution côtière) des zones menacées, sur l'ensemble de la ligne de rivage Bizerte-Jerba ;
- L'existence de grands travaux d'aménagement dont ceux des lacs Nord et Sud de Tunis ;
- L'accent mis sur la protection des milieux biologiques (flore tels que les herbiers de posidonies, et faune tels que les oiseaux aquatiques migrateurs, les tortues de mer, etc.) ;
- L'application du principe de précaution, en veillant au respect de la réglementation concernant l'aménagement du territoire, dans toutes les actions d'aménagement du littoral.

Néanmoins, les efforts déployés restent assez disproportionnés, en rapport avec l'étendue des retombées de la pression anthropique, des multiples pollutions dont les côtes font l'objet, et de l'avancée de la mer. Ainsi, plusieurs sujets de préoccupation restent présents :

- Problèmes d'ensablement de nombreuses installations portuaires ;
- Erosion littorale, se traduisant notamment par le démaigrissement d'un grand nombre de plages ;
- Forte incidence de l'anthropisation et de la pollution des côtes sur la qualité des écosystèmes marins. En particulier, la dégradation de la flore côtière réduit considérablement son rôle dans la protection du littoral contre les intrusions marines et contre l'érosion.

Des ressources humaines et financières importantes doivent par conséquent être mobilisées afin d'enrayer le recul des littoraux tunisiens et la dégradation des côtes et des infrastructures. Des programmes de recherches approfondies et de suivi des niveaux des côtes et des impacts de l'intrusion de la mer doivent également être menés, en particulier aux abords des basses côtes et des infrastructures exposées au risque de l'Elévation Accélérée des Niveaux de la Mer (EANM). Dans un premier temps, les mesures prioritaires de sauvegarde, de suivi et de recherches, devraient mettre l'accent sur les cinq zones géographiques les plus sensibles à l'EANM :

- L'archipel kerkenien ;
- La côte de Tunis (et sa lagune), ainsi que son prolongement en direction du nord jusqu'à Ghar El Melh ;
- Les côtes des principales zones touristiques notamment de Nabeul, Hammamet, Sousse et Monastir ;
- L'île de Jerba.
- La côte de la ville de Sfax, surtout dans sa partie septentrionale, appelée à accueillir le grand projet de Taparura ;

5.5 EDUCATION, SENSIBILISATION ET FORMATION

Les projets du GEF de renforcement des capacités (Maghreb) et d'activités habilitantes en Tunisie ont fourni un certain nombre d'opportunités de sensibilisation et de formation dans le domaine des changements climatiques.

Ainsi, les spécialistes tunisiens ont bénéficié de sessions de formation sur tous les aspects du changement climatique (convention et enjeux, aspects institutionnels, inventaire, atténuation, vulnérabilité et adaptation, etc.).

De même, quelques recherches ont été entamées, sur certains aspects du changement climatique, dans les laboratoires universitaires.

Enfin, tout récemment, le CITET a inclus un module de formation sur la pollution atmosphérique et l'atténuation des GES.

Tous ces efforts de formation doivent évidemment être soutenus davantage, et notamment sur les thèmes cruciaux qui doivent être traités par les prochaines Conférences des Parties (cf. chapitre suivant).

A côté des sessions de formation technique, il serait important d'élargir le champ de la sensibilisation et de la formation à d'autres acteurs de la société. L'accent devrait, en effet, être mis, dans le futur sur :

- L'intensification de la sensibilisation auprès des décideurs, afin que les préoccupations liées aux changements climatiques soient mieux intégrées lors de l'élaboration des programmes de développement ;
- L'intensification de la sensibilisation du grand public sur la problématique du changement climatique ;
- L'intensification de la sensibilisation des jeunes, notamment à tous les niveaux des systèmes scolaires ;
- L'encouragement du lancement de travaux de recherches dans les universités et les milieux académiques, sur les différents aspects du changement climatique ;
- Une plus grande implication des ONG en matière de sensibilisation.

5.6 PRESERVATION DE LA BIODIVERSITE

La Tunisie est pays Partie de la convention sur la biodiversité. A ce titre, en 1997, elle a publié l'étude sur la biodiversité dans la perspective de l'élaboration d'une stratégie nationale de conservation de la diversité biologique et d'utilisation durable de ses ressources.

La stratégie tunisienne de conservation de la diversité biologique s'articule autour de quatre axes présentés ci-après :

MEILLEURE CONNAISSANCE DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE EN TUNISIE

L'acquisition de meilleures connaissances dans le domaine de la biodiversité permet de pallier les insuffisances dans ce domaine, et ainsi de mieux planifier les interventions destinées à préserver cette biodiversité. Cette mesure comportera plusieurs actions importantes :

- Mise à jour permanente d'inventaires qualitatifs et quantitatifs ;
- Optimisation de la connaissance sur les écosystèmes non perturbés afin de mieux les protéger, et réhabiliter ceux qui sont déjà dégradés ;
- Etude et évaluation des conditions nécessaires à une utilisation durable de l'agro-diversité biologique ;
- Etude et évaluation des conditions nécessaires à une utilisation durable des ressources marines ;
- Evaluation du potentiel économique des ressources biologiques ;
- Renforcement des capacités nationales, notamment dans les domaines de la formation et de la recherche.

MISE EN PLACE DE CONDITIONS FAVORABLES POUR LA PRESERVATION DE LA DIVERSITE BIOLOGIQUE

En vue d'une gestion durable de la biodiversité, la Tunisie préconise l'harmonisation du cadre juridique et institutionnel actuels. En effet, les textes destinés à la conservation et à l'accès à l'utilisation des ressources sont nombreux, et manquent souvent de cohérence. Par ailleurs, ils ne sont pas toujours appliqués compte tenu de l'absence de moyens ou de dispositions d'application.

Par ailleurs, une stratégie cohérente nécessite la mise en place d'instruments de planification appropriés. En particulier, il sera important de :

- Mieux définir les rôles de chaque institution impliquée dans la protection de la biodiversité, ainsi que l'approche à adopter ;
- Procéder au renforcement des capacités d'intervention dans le domaine de la biodiversité ;
- Mettre en place un processus de suivi-évaluation des interventions dans le domaine de la biodiversité.

MEILLEURE SENSIBILISATION SUR LA QUESTION DE LA BIODIVERSITE

Le troisième volet de la stratégie de préservation de la biodiversité concerne la sensibilisation collective de la population. Afin de maximiser l'impact de la sensibilisation, elle devra se baser sur une approche novatrice.

ELABORATION ET MISE EN ŒUVRE DE PROGRAMMES D'INTERVENTION DANS LES DOMAINES PRIORITAIRES

Cette mesure comporte un certain nombre d'actions de court et de moyen termes permettant la restauration de la biodiversité dans les milieux les plus menacés, et la gestion durable des ressources présentant un potentiel économique important. Parmi les principales actions, on peut citer :

- Mise en place de plans de gestions rationnels des aires protégées ;
- Gestion intégrée et durable des agro-systèmes, des écosystèmes forestiers et pastoraux ainsi que des halieu-systèmes ;
- Renforcement du réseau de surveillance côtière et marine ;
- Protection des éléments vulnérables de la biodiversité.

INTERACTIONS ENTRE BIODIVERSITE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

Les interactions entre la biodiversité et le changement climatique sont nombreuses. L'analyse des mesures préconisées par la stratégie de préservation de la biodiversité montre l'étendue de ces interactions. Les exemples présentés ci-après illustrent concrètement des interactions.

□ *Préservation de la biodiversité et atténuation des émissions de GES*

L'amélioration des connaissances dans le domaine de la biodiversité permettra de mettre en évidence les zones à protéger, et de mettre en place des plans de gestion. Indirectement, ceci permettra de réduire les émissions de GES dues aux forêts et aux sols, voire de renforcer les capacités d'absorption des écosystèmes tunisiens. De même, la gestion durable des agro-systèmes, ainsi que des écosystèmes forestiers et pastoraux, devrait contribuer à l'atténuation des émissions de GES.

□ *Préservation de la biodiversité et mise en œuvre de mesures d'adaptation au changement climatique*

La vulnérabilité de la diversité biologique par rapport aux changements climatiques n'a pas été réellement évaluée en Tunisie, à l'exception de l'étude de l'impact de l'élévation des niveaux de la mer qui a conclu à une faible incidence de l'EANM sur la biodiversité marine et terrestre des milieux côtiers.

Néanmoins, il est admis que le réchauffement climatique peut avoir des incidences importantes sur la biodiversité continentale. Par conséquent, il serait nécessaire que les études futures de vulnérabilité et d'adaptation couvrent l'analyse de l'impact des CC sur la biodiversité.

5.7 LUTTE CONTE LA DESERTIFICATION

SENSIBILITE DE LA TUNISIE PAR RAPPORT AU PHENOMENE DE LA DESERTIFICATION

Comme il a déjà été mentionné, la Tunisie dispose d'un climat diversifié dominé par l'aridité. Ainsi, 20% du territoire national sont déjà des déserts permanents et naturels, et donc ne risquent plus rien, et les $\frac{3}{4}$ du territoire se trouvent sous la menace directe de la désertification. Les seules terres non concernées par la désertification sont situées dans les zones bioclimatiques sub-humides, et ne représentent que 6% du territoire ; soit 1 million d'hectares.

A l'aridité climatique, associée à la rareté et à l'irrégularité des pluies, ainsi qu'à l'agressivité des averses et des vents, s'ajoutent les modes inappropriés d'exploitation du couvert végétal naturel et des sols.¹²⁴ Par exemple, le labour des sols sensibles dans les zones arides et la pratique de la céréaliculture sur les pentes dans le sub-humide et le semi-aride favorisent l'érosion éolienne et hydrique.

MESURES MISES EN PLACE PAR LA TUNISIE POUR LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION

Dans le cadre d'une politique nationale de développement durable, la Tunisie s'est résolument engagée dans la lutte contre la désertification.

Ainsi, la Tunisie a été parmi les premiers pays à avoir ratifié la convention sur la désertification en 1995. Par ailleurs, elle a élaboré un Plan d'Action National de Lutte Contre la Désertification (PAN-LCD). L'objectif de ce plan est de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse dans les milieux arides, semi-arides et sub-humides secs.

Ce plan se démarque considérablement par rapport au passé, dans la mesure où, en plus du diagnostic physique et socio-économique des milieux sensibles, et des expériences passées menées dans le même cadre, il préconise une approche:

- Concertée et participative (partenariat entre administration et population, coopération entre toutes les structures gouvernementales et non gouvernementales, ;
- Intégrée au niveau des zones socio-agro-écologiques ;
- S'inscrivant dans une optique de développement rural durable ;
- Préconisant le développement d'une coopération internationale au niveau sous-régional, régional et mondial.

Le PAN-LCD comprend des mesures conservatoires d'envergure, s'articulant autour de trois thèmes majeurs :

- Lutte contre l'érosion hydrique et éolienne par une stratégie de Conservation des Eaux et des Sols (CES) et de lutte contre l'ensablement ;
- Lutte contre la dégradation du couvert végétal par une stratégie de reboisement et d'amélioration des parcours ;
- Lutte contre la salinisation des sols et des eaux par la mise en œuvre d'une stratégie de développement des ressources en eau.

Par ailleurs, la création d'un fonds de lutte contre la désertification a été parmi les mesures les plus marquantes de ce PAN-CLD. D'autres mesures importantes ont également été programmées, mais nécessitent une plus grande contribution de la coopération internationale. Parmi ces mesures, on peut citer :

¹²⁴ Sur les 5 millions d'hectares de terres labourables, 90% se trouvent dans les étages bioclimatique semi-arides et arides, et sont donc extrêmement vulnérables à toute exploitation excessive et inappropriée.

- Création d'un pôle de recherches spécifiques des zones arides, en suivant l'exemple de l'institut des zones arides, qui contribue depuis longtemps à la promotion de la recherche-développement dans ces zones ;
- Création d'un comité national et de comités régionaux de lutte contre la désertification ;
- Appui aux structures de vulgarisation à l'échelle locale ;
- Mise en place d'un mécanisme de suivi et d'alerte précoce de la sécheresse et d'un système de circulation de l'information ;
- Actualisation périodique de l'inventaire des ressources naturelles ;
- Promulgation d'un code pastoral ;
- Insertion du PAN-LCD dans l'Agenda 21 National.

INTERACTIONS DESERTIFICATION ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les interactions entre la désertification et le changement climatique sont nombreuses. Même si, sur le plan international, l'action est fortement axée, pour la première, sur la vulnérabilité et les mesures conservatoires, alors que pour le second, elle se focalise essentiellement sur l'atténuation, l'imbrication entre désertification et changement climatique, est très forte. L'analyse des mesures préconisées par le PAN-LCD montre l'étendue de cette imbrication, pour le cas de la Tunisie. Des exemples illustratifs peuvent être mentionnés à deux niveaux :

- Contribution à la lutte contre la vulnérabilité et mise en œuvre de mesures d'adaptation ;
- Contribution à l'atténuation des changements climatiques.

□ Contribution à la lutte contre la vulnérabilité et mise en œuvre de mesures d'adaptation

A côté des causes naturelles de la désertification, les activités anthropiques (exploitation non durable des ressources naturelles, extension des cultures et des établissements humains, etc.) ont également contribué à son aggravation. Ces mêmes activités sont également responsables de l'amplification des changements climatiques, lesquels fragilisent encore davantage les écosystèmes, et rendent la désertification irréversible.

La lutte contre la désertification comporte donc des activités qui sont également très liées à la lutte contre les changements climatiques. On peut citer des cas très concrets pour le cas de la Tunisie.

Par exemple, l'édification d'ouvrages de mobilisation des eaux permet de mieux gérer les ressources en eau, et d'anticiper la baisse de la disponibilité de ces ressources, qui serait due à l'action concomitante de la désertification et du changement climatique. Elle représenterait en cela une mesure conservatoire d'adaptation au contexte créé par ces deux phénomènes.

La lutte contre la salinisation des eaux et des sols, qui est parmi les mesures préconisées par le PAN-CLD, figure également parmi les mesures conservatoires, habituellement préconisées par les programmes de lutte contre les effets des changements climatiques, en particulier en réponse à l'élévation des niveaux de la mer.

□ Contribution à l'atténuation des changements climatiques

Le PAN-CLD comporte également des actions ayant une contribution directe ou indirecte à l'atténuation des émissions de GES. Par exemple, les mesures de lutte contre la salinisation des eaux et des sols participent elles-mêmes à l'atténuation des changements climatiques puisqu'elles réduisent les phénomènes d'exode vers des zones plus favorables aux activités agricoles, dont la surexploitation aurait été un facteur d'amplification des émissions de GES.

Par ailleurs, la conservation des sols, qui figure parmi les principaux thèmes d'intervention du PAN-CLD, se traduit également par la préservation du stock de carbone et d'azote dans les sols, et donc par l'atténuation des émissions de GES, qui auraient résulté de l'exploitation non-durable des sols.

La lutte contre l'ensablement, qui contient des actions tendant à limiter le labour des sols sensibles à l'érosion éolienne, l'installation de brise-vents, la meilleure gestion des opérations de défrichements à des fins de mise en valeur agricole, permettent également de préserver les équilibres en carbone et en azote des sols. De même, l'amélioration de la gestion et de la production des zones de parcours, le développement de l'agro-foresterie, et l'amendement des sols dégradés, toutes composantes du PAN-CLD, participent à cet équilibre.

De même, la régénération forestière et le reboisement des sols dénudés, contribuent en même temps à la lutte contre la désertification et à l'accroissement des capacités d'absorption des GES par les écosystèmes tunisiens. La rationalisation de l'utilisation du bois-énergie contribue également à limiter l'avancée du désert et permet de réduire les émissions de carbone.

Enfin, le renforcement des connaissances de base et le développement des systèmes d'information et d'observation systématique dans les zones sensibles, figurent parmi les mesures importantes du PAN, et sont parallèlement parmi les principales actions préconisées par la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC).

5.8 DISPOSITIONS EN MATIERE DE SUBSTITUTION AUX SUBSTANCES DESTRUCTRICES DE LA COUCHE D'OZONE

En plus de détruire la couche d'ozone, l'utilisation des CFC contribue à l'accentuation du changement climatique. A ce titre, la Tunisie a adhéré à tous les instruments internationaux destinés à abolir l'utilisation des substances destructrices de la couche d'ozone. Ainsi, elle a ratifié la Convention de Vienne en 1989 et le Protocole de Montréal en 1987, ainsi que ses trois amendements.

Dans le but de tenir ses engagements, la Tunisie a mis en place, au sein de l'ANPE, une unité de projet Ozone, chargée de mettre en place le programme national de substitution aux CFC et autres substances appauvrissant la couche d'ozone. Ce programme, dont l'objectif est de réglementer et de maîtriser l'usage de ces substances, jusqu'à leur complète abolition, a également pour rôle d'administrer le fonds multilatéral, de contrôler les importations, d'assister les entreprises utilisant ces substances dans leur reconversion, et d'informer et de sensibiliser les principaux acteurs du secteur.

A ce jour, ce programme a atteint des résultats appréciables. Ainsi, les importations de ces substances sont totalement maîtrisées, et la majorité des projets de reconversion ont déjà été achevés ou entamés. En outre, après une croissance logique entre 1994 et 1997, la consommation de CFC et de Halons a commencé à décroître, pour la première fois à partir de 1998, du fait de la mise en place du programme. Ainsi, la consommation agrégée de CFC et de Halons a enregistré une baisse de 16% entre 1997 et 1998.¹²⁵

¹²⁵ La consommation de CFC est passée de 970 tonnes à 790 tonnes ODP (Ozone Depleting Potential) entre 1997 et 1998. Celle des Halons est passée de 165 ODP à 160 ODP sur la même période.

5.9 DISPOSITIONS JURIDIQUES ET REGLEMENTAIRES

Dans le cadre de la mise en œuvre de sa politique de protection de l'environnement et de maîtrise de l'énergie, la Tunisie a mis en place tout un arsenal juridique, qui représente l'épine dorsale de cette politique. Bien évidemment, et comme il a été prouvé dans les autres chapitres de la présente communication nationale, l'ensemble de ces textes juridiques¹²⁶ et réglementaires ont des retombées indirectes mais évidentes en termes d'atténuation des émissions de GES.

5.10 CREATION DE RESEAUX DANS LES DOMAINES LIES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

La mise en place des projets du GEF de renforcement des capacités (Maghreb) et d'activités habilitantes en Tunisie a fourni de nombreuses opportunités de créer un processus d'échange d'informations sur les différents thèmes du changement climatique au niveau maghrébin.

Ainsi, un réseau maghrébin sur changements climatiques et ressources en eau a été créé dans le cadre du projet Maghreb, et a permis d'établir des relations suivies entre plusieurs dizaines de spécialistes des ressources en eau dans les 4 pays du Maghreb. Cette initiative a notamment débouché sur la publication d'un document analysant la vulnérabilité des ressources en eau face au changement climatique dans les quatre pays du Maghreb.

En outre, un réseau transport et changement climatique a également été créé, mettant en relation plusieurs experts du Maghreb dans ce domaine. Cette initiative a notamment permis de publier un document sur les expériences des pays du Maghreb en matière de réduction des nuisances et pollutions atmosphériques dues au secteur des transports.

Enfin, un réseau « Climat et Santé » a été initié en mai 2000, dans le cadre du projet Maghreb, grâce à l'organisation d'une rencontre regroupant plus d'une centaine d'experts, venant de plusieurs pays Africains, Maghrébins, Européens et Américains. Cette rencontre qui a permis d'approfondir la réflexion sur le thème Climat-Santé¹²⁷, a également mis en évidence les lacunes dans la connaissance des interactions Climat-Santé, les recherches réalisées à travers le monde s'étant plutôt focalisées sur l'impact des émissions de gaz et des pollutions atmosphériques sur la santé.

Des échanges d'informations et d'expériences, ainsi que des rencontres, voire des formations communes, ont également été effectués par les experts maghrébins sur des thèmes comme l'inventaire des GES, l'atténuation, la vulnérabilité, l'énergie, etc. De même, à la veille de chaque COP, et durant les manifestations internationales, les experts maghrébins ont fréquemment initié des rencontres et des réunions de coordination et de concertation, sur les questions d'intérêt commun liées au changement climatique.

Il importe, à ce titre, de mettre l'accent sur la contribution très appréciable du projet GEF-Maghreb, dans l'établissement de tels réseaux, et surtout dans l'intensification des échanges d'expériences entre les experts maghrébins, dans les différents domaines liés au changement climatique.

¹²⁶ Se référer au document n° 62 mentionné en bibliographie, et relatif à l'arsenal juridique.

¹²⁷ Une trentaine de communications ont été présentées lors de cette rencontre.

CHAPITRE 6

RENFORCEMENT DES CAPACITES TUNISIENNES EN VUE D'UNE CONTRIBUTION SOUTENUE DANS LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC

6.1 INTRODUCTION

En tant que pays Non-Annexe 1, la Tunisie doit avoir la possibilité d'assurer un niveau de développement correspondant aux aspirations de sa population. Pour cela, elle est en droit d'assurer les conditions propices à ce développement, qui passent inévitablement par une croissance des émissions de GES, comme l'a bien montré le chapitre 4 du présent document.

Néanmoins, la Tunisie est également consciente que l'environnement global doit être préservé, et que tous les efforts doivent être consentis pour éviter de mettre en péril la survie des générations futures. En cela, elle serait disposée à contribuer à l'effort planétaire de lutte contre le changement climatique, selon le principe des responsabilités communes mais différenciées, comme le stipule, à juste titre, la convention.

Afin de maintenir cette contribution à un niveau suffisant, tout en garantissant la concrétisation de ses priorités de développement, il serait nécessaire que la Tunisie ait la possibilité de renforcer significativement son expertise dans le domaine du changement climatique ainsi que ses capacités institutionnelles et technologiques pour la mise en place d'un plan d'action concret de lutte contre le changement climatique. Ce plan d'action devra être doté de ressources financières suffisantes pour son exécution. Les paragraphes suivants présentent d'une manière succincte les besoins de la Tunisie dans ces domaines. Des tableaux synthétiques des besoins exprimés, de la manière dont ils peuvent être satisfaits et des résultats attendus seront également présentés à la fin du présent chapitre.

6.2 LES BESOINS DE FORMATION ET DE RENFORCEMENT DES CAPACITES EN LIAISON AVEC LA MISE EN ŒUVRE DE LA CCNUCC

L'acquisition de connaissances, grâce à une formation permanente et soutenue, et à une meilleure implication des divers intervenants du développement, dans le domaine du changement climatique, aurait des retombées concrètes sur les capacités d'expertise du pays. Ainsi, le pays renforcerait sa maîtrise des thèmes cruciaux, en rapport avec le changement climatique, et en particulier :

- l'évaluation des conséquences directes et indirectes du réchauffement climatique (climatiques, écologiques, économiques, sociales, technologiques, sanitaires, etc.);
- la conception et la mise en œuvre des stratégies de riposte : adaptation au changement climatique et lutte contre ses effets adverses;
- la conception et la mise en œuvre de stratégies d'atténuation du changement climatique;
- la définition des modalités les plus adéquates pour intégrer les préoccupations liées au changement climatique dans tous les projets de développement;
- la formulation des mécanismes institutionnels et financiers devant appuyer le traitement de la problématique du changement climatique au niveau international.

Afin d'atteindre un niveau d'expertise et de connaissance adéquats dans le domaine, les besoins de formation, pour le cas de la Tunisie, devraient s'articuler autour des thèmes suivants :

- Etude de la variabilité du climat, de sa prévisibilité et de ses éventuels changements ;
- Etude des enjeux financiers et politiques, des opportunités nouvelles et des obligations des pays vis-à-vis de la convention et vis-à-vis des protocoles qui doivent être mis en œuvre;

- Analyse des conséquences de l'intégration des préoccupations liées au changement climatique sur le développement national, et des implications d'une application stricte des termes de la CCNUCC, au niveau international, sur la Tunisie;
- Aspects directs ayant trait au changement climatique, au plan d'action et à la communication nationale :
 - ✓ évaluation de la vulnérabilité du pays face aux impacts du changement climatique (impacts écologiques, économiques, sociaux et sanitaires du changement climatique);
 - ✓ identification et analyse des options d'adaptation face au changement climatique;
 - ✓ analyses économiques, technologiques, et institutionnelles des options d'atténuation;
 - ✓ scénarios prospectifs des émissions de GES ;
 - ✓ formation sur les bonnes pratiques d'inventaire des émissions de GES (Good Practice Guidance for Inventory Preparation) ;
 - ✓ formation et recyclage permanent sur la méthodologie de l'inventaire des GES.
- Modélisation climatique et manifestations régionales du changement climatique global;
- Maîtrise des mécanismes de financement ciblant la problématique du changement climatique (GEF, CDM, etc.);
- Initiation au montage de projets;
- Renforcement des capacités de négociation des pays, aussi bien via la formation, qu'à travers la participation de représentants tunisiens aux diverses manifestations internationales, aussi bien techniques que politiques.

Par ailleurs, à côté des besoins de formation, il conviendra également de mettre en place un processus efficace d'information, de sensibilisation et de formation de base sur le changement climatique s'adressant aux décideurs politiques, d'une part, et au grand public, d'autre part.¹²⁸

En outre, des sessions spécifiques de formation doivent également être menées lors de la mise en œuvre des opérations de "veille" technologique ou de transfert de technologies proprement dit (cf. plus loin).

A côté des sessions de formation technique, il serait également primordial de multiplier les rencontres thématiques régionales. L'objet de telles rencontres serait de favoriser les échanges d'informations et d'expérience sur les différents thèmes du changement climatique (inventaire, atténuation, vulnérabilité et adaptation, etc.). Le projet NCSP¹²⁹/PNUD-GEF devrait représenter un cadre adéquat pour la multiplication de ce genre de rencontres thématiques.

6.3 LES BESOINS DE RENFORCEMENT INSTITUTIONNEL

Le changement climatique est devenu une préoccupation majeure de la planète depuis seulement une dizaine d'années. En Tunisie, c'est avec le lancement, sous financement du GEF, du projet Maghreb de renforcement des capacités dans le domaine du changement climatique, en 1995, que la problématique du changement climatique a commencé à être mieux connue. Néanmoins c'est à partir de 1996, avec le lancement du projet tunisien d'activités habilitantes du GEF, que le cercle des connaisseurs en matière de changement climatique a commencé à s'élargir.

¹²⁸ Y-compris établissements scolaires.

¹²⁹ National Communication Support Programme

Le lancement des activités entrant dans le cadre de la préparation de la communication nationale (inventaire des GES, atténuation, vulnérabilité, etc.) a également marqué la participation de nombreux intervenants dont les instances gouvernementales et non gouvernementales, des représentants des milieux universitaires et académiques, ainsi qu'un certain nombre d'experts provenant du secteur privé.

Malgré l'impact appréciable de ces deux projets, il existe encore des besoins importants de renforcement des capacités institutionnelles, nécessitant un appui soutenu. Cet appui devrait contribuer à inscrire la mobilisation sur cette question dans la durée, et surtout permettre d'intégrer les préoccupations liées au changement climatique lors de l'élaboration des stratégies sectorielles de développement et de la mise en œuvre de projets de développement.

Pour cela, la mesure de soutien institutionnel la plus déterminante consisterait en la Consolidation du Comité National sur les Changements Climatiques (CNCC). Afin de réaliser un tel objectif, ce comité devrait voir son existence officialisée. Par ailleurs, la composition de ce comité devrait être élargie à d'autres structures intéressées aux questions du changement climatique¹³⁰, et ses membres devraient être intégrés dans des réseaux internationaux afin d'avoir la possibilité d'échanges permanents d'informations avec leur homologues dans les autres pays. Ces échanges pourront se faire via les moyens modernes de communication comme l'Internet, mais également à travers la participation des membres du CNCC à des manifestations internationales à caractère technique, ainsi qu'à celles liées aux négociations et à la définition des règles de mise en œuvre de la convention (exemple : définition des règles de fonctionnement du CDM, des AIJ, etc.). Pour cela, des moyens devront nécessairement être mis à la disposition de ce comité, par les mécanismes de la convention, afin qu'il puisse fonctionner correctement.

En appui au CNCC, il serait également nécessaire d'établir une cellule nationale permanente travaillant sur le changement climatique. Les ressources financières nécessaires pour le fonctionnement d'une telle cellule atteindraient 200.000 DT par an.¹³¹ Une telle structure pourrait, notamment, assumer les responsabilités suivantes :

- Assurer le secrétariat du CNCC ;
- Assurer le suivi permanent du processus changement climatique au niveau national et international ;
- Assurer une fonction d'information, notamment par la publication de revues mensuelles ou trimestrielles ;
- Assurer le suivi de la mise en œuvre du plan d'action national changement climatique, et notamment des projets d'adaptation et d'atténuation ;
- Assurer le suivi de la mise en œuvre des obligations vis-à-vis de la convention. Un accent particulier devra être mis sur la création d'un cadre adéquat visant l'actualisation permanente des travaux d'inventaire, d'atténuation et de vulnérabilité, ainsi que de la préparation de la communication nationale ;
- Eventuellement Assurer le suivi et la comptabilité des projets CDM, selon les règles qui seront définies par la Conférence des Parties.

¹³⁰ Entre autres, l'INSTM pourrait intégrer le CNCC.

¹³¹ Soit environ \$ US 140.000/an au taux de change d'octobre 2000 (US\$ 1 = 1,4 TD). Les ressources humaines et financières d'une telle cellule devront être augmentées au fur et à mesure du développement de son volume d'activité.

6.4 LES BESOINS TECHNOLOGIQUES

Dans le domaine du changement climatique, les besoins technologiques de la Tunisie doivent être liés aux mesures à mettre en œuvre dans le cadre de la politique d'atténuation des émissions, d'une part, et d'adaptation aux effets du changement climatique, d'autre part.

LES MODALITES DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE LES PLUS ADEQUATES POUR LA TUNISIE

Le transfert de technologie revêt une grande importance pour la Tunisie, dans le cadre d'un renforcement de ses capacités à lutter contre le changement climatique.

Compte tenu du niveau de développement atteint par la Tunisie, les besoins technologiques immédiats du pays consistent d'abord en des besoins immatériels. Quant aux besoins matériels, ils sont liés aux ressources financières qui peuvent être mobilisées par les mécanismes de financement de la convention.

Le premier besoin concerne le renforcement des connaissances en matière d'évaluation même des besoins technologiques, des critères de choix de ces technologies, et d'analyse de l'adéquation de ces technologies aux besoins du pays ainsi que du rythme le plus adéquat de leur introduction.

L'impératif essentiel en matière de transferts de technologies est **l'accès rapide** à l'information, à la formation et aux modalités d'acquisition de ces technologies. En effet, l'efficacité d'une technologie se mesure également à sa capacité à fournir un « plus » technique, mais également économique, à l'établissement ou au pays qui l'acquiert. Cet accès rapide à la technologie la plus efficace permet de stimuler la concurrence, et donc de susciter une dynamique soutenue d'amélioration des performances, entraînant une baisse des atteintes à l'environnement.

L'autre impératif essentiel pour la Tunisie est d'avoir un **accès aux connaissances les plus récentes**, voire de participer aux recherches, en matière de développement de technologies ou de modes d'exploitation plus respectueux de l'équilibre de l'atmosphère. Un tel impératif peut être satisfait à travers un programme permanent d'acquisition de connaissances, grâce à la participation à des sessions de formation et à des manifestations internationales. L'échange d'informations, d'expériences, et de données via les outils les plus modernes comme l'Internet, figure parmi les moyens permettant à la Tunisie d'être à jour sur le plan technologique. A ce titre, il serait primordial de mettre en place ou de renforcer les centres de suivi technologique comme le CITET ou le Centre d'Information sur l'Energie Durable et l'Environnement (CIEDE), et de les associer aux grands réseaux internationaux.

De même, il serait impératif que la Tunisie ait la possibilité **d'acquérir une maîtrise parfaite** des technologies devant être adoptées, à un coût de transaction supportable. Cette maîtrise touche à tous les aspects du transfert de technologie, et passe par un renforcement des capacités :

- De consulting et de conseil ;
- De mise en place des mécanismes institutionnels et financiers adéquats ;
- De gestion de ces technologies ;
- D'adaptation des technologies aux conditions locales ;
- D'entretien et de maintenance de ces technologies, voire de leur reproduction.

Enfin, le dernier impératif pour la Tunisie serait d'avoir accès à des modalités avantageuses de financement des technologies et des procédés, de transfert du savoir-faire, d'accès permanent aux réseaux internationaux., et de renforcement du cadre de maintien de l'information technologique en Tunisie.

MISE EN ŒUVRE DES OPTIONS D'ATTENUATION

Pratiquement, l'ensemble des 47 mesures d'atténuation identifiées dans la présente communication, doivent faire l'objet d'une approche spécifique de transfert de technologie.

Par exemple, dans le domaine des audits énergétiques et des contrat-programmes, la Tunisie pourrait tirer de nombreux bénéfices d'un échange d'informations et d'expériences avec d'autres pays ayant lancé la même initiative, notamment les pays industrialisés où la politique de maîtrise de l'énergie est fortement engagée, mais aussi avec des pays ayant le même niveau de développement. En particulier, la Tunisie serait intéressée d'avoir une idée précise des modalités de suivi et d'évaluation, ainsi que des moyens incitatifs les plus adéquats.

En outre, la Tunisie pourrait également profiter d'expériences précises d'établissement de cadres d'assistance technique, de soutien aux programmes de maîtrise de l'énergie et de modalités d'appui aux établissements désireux de mettre en œuvre des mesures de maîtrise de l'énergie.

De même, dans le domaine des performances thermiques des bâtiments, il serait intéressant que la Tunisie ait accès aux résultats des derniers développements des technologies permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, aussi bien en terme de connaissances en thermique des bâtiments que de conception de nouveaux matériaux, procédés, ou équipements.

Dans le domaine de la normalisation et de la certification énergétique des appareils électroménagers, il serait nécessaire que la Tunisie ait également accès aux derniers développements technologiques (amélioration des rendements, modalités de fabrication, modalités de diffusion, etc.) afin de les intégrer rapidement dans son offre technologique aux consommateurs. Pour cela, les échanges d'information et d'expériences, ainsi que la formation sur les nouveaux procédés et l'apprentissage sur les moyens de développer soit-même des technologies plus efficaces, revêtent un intérêt primordial

Dans le domaine des transports, des connaissances devraient être acquises afin d'identifier des options supplémentaires d'atténuation des émissions. Par exemple, il serait intéressant d'avoir une appréciation sur les impacts énergétiques et environnementaux de la mise en place d'un plan directeur des transports d'une ville, et sur les modalités de leur mise en œuvre. Pour cela, les échanges d'informations et d'expériences sont également primordiaux. Il en est de même pour l'expérience de la mise en place de centrales de fret, qui n'a jamais encore été tentée en Tunisie; il serait important de recueillir les enseignements d'autres pays sur l'impact réel de ces centrales et sur les modalités de leur mise en place.

En ce qui concerne l'option de consultation préalable et l'adoption des technologies les plus performantes, la Tunisie devrait pouvoir avoir accès aux bases de données technologiques, et obtenir des informations précises sur les procédés et technologies susceptibles d'être importés (caractéristiques, modes d'acquisition, formation, etc.). Pour cela, la Tunisie devrait avoir la possibilité de faire partie d'un réseau international de "veille" technologique, sur les technologies atténuatrices de GES, et de recevoir des formations permanentes à l'adresse des cadres tunisiens qui seront chargés de maintenir la base de données. A ce titre, le CIEDE, en cours de mise en place en Tunisie, devrait constituer le cadre adéquat, et il devrait, par conséquent recevoir un appui permanent, notamment par le biais de connections aux grands réseaux et de participation aux formations et manifestations internationales.

En matière d'énergies renouvelables (ex : photovoltaïque, éolienne), et compte tenu du potentiel dont dispose la Tunisie, il serait utile que les scientifiques tunisiens soient impliqués dans les programmes de recherche-développement au sein des grands laboratoires internationaux. Dans une phase d'exploitation, il serait également intéressant de recueillir les résultats d'expériences étrangères, en particulier de mise en place d'aérogénérateurs (modalités d'introduction dans le réseau, modalités de gestion, fiabilité, comportement du réseau, sécurité de production d'électricité, maintenance, re-programmation des capacités du réseau traditionnel, etc.).

En outre, l'introduction de la cogénération nécessite également un effort similaire d'acquisition des connaissances.

La même situation prévaut pour les chauffe-eau solaires. Pour cette technologie, l'accent devrait être mis sur les échanges d'informations avec les pays ayant déjà une longue expérience dans le domaine de la diffusion comme la Grèce, la Turquie, l'Australie, etc.

A côté de cela, les capacités tunisiennes de consulting et de conseil doivent être renforcées considérablement, afin de permettre au pays d'être indépendant en matière d'études d'opportunités et de dimensionnement de telles technologies. Il en est de même des capacités de maintenance et d'entretien qui doivent être constamment adaptées aux nouvelles technologies.

Les mêmes types d'échange d'expérience seraient également importants pour faciliter la valorisation du méthane provenant des décharges d'ordures, des stations de traitement des eaux usées, ainsi que des industries agroalimentaires.

De même, la Tunisie aurait besoin de renforcement des capacités en matière d'introduction d'énergies alternatives pour le transport, et notamment les bio-énergies, le GPL et le GNC. Un accent particulier devra être mis sur la maîtrise des réseaux de distribution d'énergie, ainsi que sur la production des équipements de conversion aux énergies alternatives.

Dans le domaine agricole, il s'agit pour la Tunisie, d'être associée aux programmes de recherche-développement en matière de réduction des émissions de CH₄ dans l'élevage ou d'optimisation de l'utilisation des engrais, voire d'amélioration des bilans carbone et azote des sols.

En matière forestière, la Tunisie devrait également être associée ou pouvoir accéder aux résultats des recherches, visant l'amélioration des espèces, des modes de reproduction, de reboisement ou d'aménagement des massifs forestiers.

VULNERABILITE ET ADAPTATION

En ce qui concerne la vulnérabilité, la Tunisie devrait acquérir un savoir-faire dans le domaine de l'évaluation et du suivi des niveaux de la mer, et des effets directs et indirects des changements climatiques sur les écosystèmes naturels et sur les activités économiques telle que l'agriculture, ainsi que sur la santé. Elle doit, à ce titre, être connectée à des réseaux internationaux spécialisés sur ce sujet. La collecte des informations et les modalités de leur stockage et analyse sont également des sujets importants d'acquisition des connaissances.

Enfin, en matière de lutte contre les effets adverses du changement climatique et d'adaptation, il serait important que la Tunisie soit associée et ait un accès rapide aux résultats des recherches sur les espèces végétales et animales les plus résistantes aux variations et changements

climatiques. De même, les techniques les plus efficaces contre l'élévation des niveaux de la mer, notamment pratiquées par les pays à risque comme les Pays-Bas, doivent être facilement accessibles.

6.5 LES BESOINS DE FINANCEMENT

A ce jour, les études sur l'atténuation des GES ainsi que sur l'adaptation à l'élévation des niveaux de la mer, menées dans le cadre des projets TUN¹³² et RAB¹³³ ne sont pas encore achevées. La dernière étape comportera une évaluation des coûts de mise en œuvre de l'ensemble des options d'atténuation et l'établissement de courbes de coûts, ainsi que l'évaluation des coûts d'adaptation face à l'élévation des niveaux de la mer. Les résultats de ces travaux devront être publiés, avant la fin de l'année 2001.

Néanmoins, d'ores et déjà, quelques enseignements importants se profilent à partir des premiers résultats obtenus des études d'atténuation des GES. Parmi les enseignements les plus importants, il est apparu que la majorité des options se placent dans des fourchettes de coût ne dépassant pas les 30 dinars/TE-CO₂ évitée. Ainsi, toutes les options des secteurs forêt et déchets et au moins 27 options du secteur de l'énergie ont un coût inférieur à ce montant. En outre, plus de 20 options du secteur de l'énergie ont un coût « négatif » ce qui en fait des actions « sans regret ».

Concernant la vulnérabilité, hormis l'impact de l'EANM, aucune étude n'a été menée à ce jour, sur la vulnérabilité des forêts et de l'agriculture continentale face aux changements climatiques, et sur l'identification des mesures d'adaptation. Des ressources devront être mobilisées, sur ces aspects, dans le futur, afin de compléter l'étude de la vulnérabilité.

En ce qui concerne les besoins liés à la communication des informations à la Conférence des Parties, une bonne partie des besoins ont été exprimés dans le paragraphe 6.3 ci-dessus (Renforcement institutionnel), relatif à la création d'une cellule changement climatique.

Néanmoins, des ressources financières supplémentaires seraient requises en vue d'assurer la continuité des travaux visant la préparation de la communication nationale à la Conférence des Parties. On peut citer spécialement six aspects sur lesquels des ressources supplémentaires devraient pouvoir être mobilisées :

- Améliorer la fiabilité de l'inventaire des GES en réalisant des recherches sur les facteurs d'émission et sur les données d'activité, en particulier ceux pour lesquels des faiblesses ont été identifiées, en ce qui concerne leur application à la Tunisie¹³⁴. Cette activité devrait, de préférence, se faire dans le cadre de programmes internationaux ou régionaux. L'accent devrait également être mis, sur l'intensification des interactions avec des initiatives similaires menées au niveau international et visant le même objectif ;
- Faciliter l'accès aux modèles prospectifs utilisés, notamment dans le domaine de l'énergie ou de la climatologie.
- Conduire des études consistantes dans le domaine de la vulnérabilité et de l'adaptation, et surtout sur les aspects liés à l'évaluation économique de la vulnérabilité et des coûts d'adaptation ;

¹³² Projet GEF d'activités habilitantes : TUN/95/G 31

¹³³ Projet GEF d'activités habilitantes : RAB/94/G 31

¹³⁴ Se référer au chapitre inventaire.

- Permettre aux experts tunisiens, chargés de la gestion du processus changement climatique, en Tunisie, d'être toujours à jour, en matière de méthodologies d'analyse et d'évaluation relatives aux trois aspects ci-dessus ;
- Préparer des propositions de projets pour l'atténuation des GES et l'adaptation aux effets du changement climatique, et mettre en place des financements pour la concrétisation de ces projets ;
- Créer un processus de suivi permanent des développements technologiques au niveau international, sur les questions liées aux changements climatiques, d'évaluation des besoins technologiques de la Tunisie, et de définition des modalités les plus adéquates pour leur acquisition.

Les tableaux 6.1, 6.2, 6.3 et 6.4 récapitulent respectivement l'ensemble des besoins de formation, de renforcement institutionnel, de besoins technologiques et de besoins de financement, ainsi que les actions proposées pour satisfaire ces besoins, et les résultats escomptés de ces actions.

Tableau 6.1 : Besoins de formation

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Variabilité du climat, prévisibilité de ses éventuels changements ; • Modélisation climatique et manifestations régionales du changement climatique global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation ; • Participation à des recherches internationales ; • Participation à des réseaux scientifiques • Implication d'un nombre important de chercheurs, praticiens, etc. • Rencontres thématiques et d'échange 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des connaissances • Conception et mise en œuvre de stratégies de riposte : adaptation au changement climatique et lutte contre ses effets adverses
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation de la vulnérabilité du pays face aux impacts du changement climatique (impacts écologiques, économiques, sociaux et sanitaires du changement climatique) • Identification et analyse des options d'adaptation face au changement climatique; 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation ; • Participation à des recherches internationales ; • Participation à des réseaux internationaux • Rencontres thématiques et d'échange 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration des connaissances • Evaluation des risques • Préparation de stratégies de riposte contre les effets adverses du changement climatique
<ul style="list-style-type: none"> • Enjeux économiques, financiers et politiques du changement climatique ; • Opportunités nouvelles et obligations des pays vis-à-vis de la convention et des protocoles ; • Implications d'une application stricte des termes de la CCNUCC, au niveau international, sur la Tunisie; 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation et d'information ; • Accès à des sites Web spécialisés • Participation à des rencontres internationales (techniques mais également SBI, COP, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités de négociation ; • Participation plus effective à la mise en place de propositions ; • Evaluation adéquate des enjeux ; • Intégration des préoccupations liées au changement climatique sur le développement national ; • Identification d'opportunités associant développement et protection de l'environnement.
<ul style="list-style-type: none"> • Scénarios prospectifs des émissions de GES ; • Analyses économiques, technologiques, et institutionnelles des options d'atténuation des GES 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation; • Rencontres thématiques et d'échange ; • Participation à des réseaux internationaux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place d'une stratégie d'atténuation • Identification des options les plus appropriées pour le pays ; • Evaluation adéquate des résultats de ces options • Préparation de requêtes de financement.

Tableau 6.1 : Besoins de formation (suite)

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Formation sur les bonnes pratiques d'inventaire des émissions de GES (Good Practice Guidance for Inventory Preparation) ; • Formation et recyclage permanent sur la méthodologie de l'inventaire des GES. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation ; • Rencontres thématiques et d'échange • Participation à l'amélioration de la méthodologie d'inventaire des GES 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualisation de l'inventaire des GES ; • Conformité avec les méthodologies adoptées par la COP
<ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise des mécanismes de financement ciblant la problématique du changement climatique (GEF, CDM, etc.); • Initiation au montage de projets; 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation ; • Participation à des rencontres internationales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation de propositions de projets • Préparation de requêtes de financement
<ul style="list-style-type: none"> • Formation sur la mise en œuvre des opérations de "veille" technologique ou de transfert de technologies 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers de formation ; • Participation à des rencontres internationales ; • Participation à des réseaux internationaux ; • Accès à des sites Web spécialisés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Préparation de propositions de projets • Préparation de requêtes de financement
<ul style="list-style-type: none"> • Information, sensibilisation et formation de base sur les changements climatiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Ateliers d'information, de sensibilisation et de formation • Campagnes de sensibilisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation des décideurs politiques, du grand public, des jeunes, etc.

Tableau 6.2 : Besoins de renforcement institutionnel

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Consolidation du Comité National sur les Changements Climatiques (CNCC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Officialisation de l'existence du CNCC ; • Composition à élargir avec l'incorporation d'autres structures concernées par la problématique changement climatique ; • Participation des membres du CNCC à des réseaux et rencontres internationaux ; • Création d'une cellule nationale permanente changement climatique assumant, notamment : <ul style="list-style-type: none"> ✓ La fonction de secrétariat du CNCC ; ✓ Une fonction d'information, notamment par la publication de revues mensuelles ou trimestrielles ; ✓ Le suivi de la mise en œuvre du plan d'action national changement climatique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inscrire la mobilisation sur la question du changement climatique dans la durée • Intégrer les préoccupations liées au changement climatique lors de l'élaboration des stratégies sectorielles de développement et de la mise en œuvre de projets de développement ; • Suivi permanent du processus changement climatique au niveau national et international ; • Suivi de la mise en œuvre adéquate des obligations vis-à-vis de la CCNUCC • Eventuellement, suivi et comptabilité des projets CDM, selon les règles qui seront définies par la Conférence des Parties.

Tableau 6.3 : Besoins technologiques

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des connaissances en matière : <ul style="list-style-type: none"> ✓ d'évaluation des besoins technologiques ; ✓ d'identification des critères de choix de ces technologies ; ✓ d'analyse de l'adéquation de ces technologies aux besoins du pays ainsi que du rythme le plus adéquat de leur introduction. 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès rapide à l'information, à la formation et aux modalités d'acquisition de ces technologies • Accès facile aux technologies les plus récentes • Ateliers de formation ; • Participation à des rencontres internationales ; • Participation à des réseaux internationaux ; • Participation aux recherches internationales • Accès à des sites Web spécialisés. • Implication du CIEDE et du CITET 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation rapide des besoins ; • Adoption rapide du système économique des technologies les plus propres et les plus efficaces ; • Adaptation rapide de technologies propres aux besoins du pays ; • Intégration des préoccupations liées aux changements climatiques dans les choix d'investissement ; • Renforcement de la compétitivité et du dynamisme de l'économie nationale
<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités de maîtrise et d'acquisition des technologies 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès à des financements internationaux avantageux ; • Ateliers de formation ; • Participation à des rencontres internationales ; • Participation à des réseaux internationaux ; • Renforcement institutionnel sur les questions technologiques ; • Consolidation des mécanismes de financement nationaux • Accès à des sites Web spécialisés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maîtrise de tous les aspects du transfert de technologie, par des experts nationaux, par un renforcement des capacités: <ul style="list-style-type: none"> ✓ de consulting et de conseil ; ✓ de gestion des technologies nouvelles ; ✓ d'adaptation des technologies aux conditions locales ; ✓ d'entretien, de maintenance et de reproduction de ces technologies ; • Réduction des coûts de transaction

Besoins technologiques (Suite)

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Mise en place de programmes d'atténuation des GES dans les secteurs : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Energie ; ✓ Forêt ✓ Déchets ; ✓ Agriculture ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès à des financements avantageux ; • Accès aux bases de données technologiques • Participation à des rencontres internationales ; • Participation à des réseaux d'échange d'expériences et d'informations ; • Participation à des réseaux internationaux de "veille" technologique ; • Formation sur les modalités de suivi et d'évaluation, ainsi que sur les moyens incitatifs et modalités d'appui les plus adéquats à mettre en place pour encourager les projets d'atténuation des GES ; • Implication dans des recherches internationales 	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des actions préconisées par le plan d'action changement climatique • Modernisation de l'appareil de production ; • Diversification de l'offre technologique • Dynamisation de la structure économique ; • Amélioration de l'efficacité et de la compétitivité de l'économie nationale ; • Préservation des équilibres écologiques.
<ul style="list-style-type: none"> • Lancement d'étude approfondies sur la vulnérabilité; en particulier : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Suivi de l'élévation des niveaux de la mer ; ✓ effets directs et indirects des changements climatiques sur les écosystèmes naturels ; ✓ effets directs et indirects des changements climatiques sur les activités économiques telle que l'agriculture, ainsi que sur la santé. • Mise en place de programmes d'adaptation 	<ul style="list-style-type: none"> • Accès à des financements avantageux ; • Acquisition de matériels et de logiciels informatiques performants ; • Accès aux bases de données • Participation à des rencontres internationales ; • Participation à des réseaux d'échange d'expériences et d'informations ; • Formation ; • Implication dans des recherches internationales ; • Accès rapide aux résultats des recherches sur les espèces végétales et animales les plus résistantes aux variations et changements climatiques ; • Accès aux technologies les plus moderne de lutte contre l'élévation des niveaux de la mer 	<ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des actions préconisées par le plan d'action changement climatique ; • Préparation adéquate des mesures concrètes de lutte contre les effets adverses du changement climatique • Préservation des équilibres écologiques ; • Préservation des équilibres économiques et sociaux.

Tableau 6.4 : Besoins de financement

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> • Maintien d'une cellule changement climatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocation d'un financement permanent pour le fonctionnement de la cellule (environ 140 000 US\$ par an) 	<ul style="list-style-type: none"> • Suivi adéquat du processus changement climatique
<ul style="list-style-type: none"> • Maintien du CIEDE 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocation d'un financement permanent pour le fonctionnement du CIEDE (environ 100 000 US\$ par an) 	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure diffusion de l'information et des connaissances ; • Sensibilisation ; • Connexion aux réseaux internationaux.
<ul style="list-style-type: none"> • Réponse aux besoins de formation exprimés ci-dessus 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocation de financements sur des projets : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Nationaux ; ✓ Régionaux ; ✓ Internationaux (ex : NCSP). • Estimation des besoins de financement en cours 	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités du pays à traiter la problématique changement climatique (voir également détail des résultats attendus dans la composante : besoins de formation).
<ul style="list-style-type: none"> • Travaux entrant dans le cadre de la préparation des composantes de la communication nationale 	<ul style="list-style-type: none"> • Allocation d'un financement pour répondre adéquatement aux obligations liées à la convention (environ 180 000 US\$ par an) 	<ul style="list-style-type: none"> • Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC.
<ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la fiabilité de l'inventaire des GES 	<ul style="list-style-type: none"> • Recherches sur les facteurs d'émission et sur les données d'activité, en particulier ceux pour lesquels des faiblesses ont été identifiées. • Activité à envisager dans le cadre de programmes internationaux ou régionaux ; • Estimation des besoins de financement en cours 	<ul style="list-style-type: none"> • Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC

Besoins de financement (Suite)

Thème concerné	Description/approche d'exécution	Résultats attendus
<ul style="list-style-type: none"> Facilitation de l'accès aux modèles prospectifs utilisés, notamment dans le domaine de l'énergie ou de la climatologie ; Conduite d'études consistantes dans le domaine de la vulnérabilité (EANM, forêts, agriculture, santé, biodiversité, etc.) et de l'adaptation, et surtout sur les aspects liés à l'évaluation économique ; 	<ul style="list-style-type: none"> Acquisition de matériels et de logiciels Participation à des sessions de formation ainsi qu'à des rencontres internationales ; Mise en place d'études et de recherches Estimation des besoins de financement en cours 	<ul style="list-style-type: none"> Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC Amélioration des connaissances sur les impacts écologiques, économiques et sociaux des changements climatiques
<ul style="list-style-type: none"> Création d'un processus de suivi permanent des développements technologiques au niveau international, sur les questions liées aux changements climatiques, d'évaluation des besoins technologiques de la Tunisie, et de définition des modalités les plus adéquates pour leur acquisition. 	<ul style="list-style-type: none"> Besoins de financement liés aux activités mentionnées dans le tableau relatif aux besoins technologiques <ul style="list-style-type: none"> ✓ Acquisition des connaissances ; ✓ Acquisition des technologies elles-mêmes. 	<ul style="list-style-type: none"> Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC Se référer au tableau relatif aux besoins technologiques
<ul style="list-style-type: none"> Plan d'action d'atténuation Préparation de propositions de projets 	<ul style="list-style-type: none"> Financement des mesures composant le plan d'action : <ul style="list-style-type: none"> ✓ 20 actions à coût négatif dans le secteur de l'énergie ; ✓ 7 actions dans le secteur énergie et toutes les actions des secteurs forêts et déchets à coût inférieur à 22 US\$/TECO₂. Estimation des besoins de financement en cours¹³⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC Se référer au scénario d'atténuation
<ul style="list-style-type: none"> Plan d'action d'adaptation Préparation de proposition de projets 	<ul style="list-style-type: none"> Financement des mesures composant le plan d'action Estimation des besoins de financement en cours 	<ul style="list-style-type: none"> Réponse adéquate aux engagements liés à la CCNUCC Meilleure adaptation aux effets adverses du changement climatique

¹³⁵ Le document spécifique sur l'atténuation des GES intégrera le coût de mise en place du plan d'action atténuation.

ANNEXES

ANNEXE 1

APPROCHES SECTORIELLES DE CONSTRUCTION DU SCENARIO DE REFERENCE ET PRESENTATION DES RESULTATS

□ L'énergie

A/ L'approche prospective pour les simulations énergétiques

Traditionnellement, le PIB était le paramètre de base influençant les évolutions énergétiques, d'où l'utilisation d'approches « descendantes ». Pour la présente simulation, le PIB **ne servira que comme repère** et indicateur exogène pour la projection des valeurs ajoutées sectorielles. En effet, les grandes orientations stratégiques en matière de développement, et les mutations profondes, aussi bien énergétiques qu'économiques qu'a connues la société tunisienne et qui s'amplifieront dans le futur (exemple : orientation vers des industries moins énergivores, tertiairisation de l'économie), doivent normalement conduire à une économie moins intensive en énergie. Par conséquent, une approche prospective « ascendante », plus fine, s'appuyant sur l'évolution structurelle du PIB par secteur et par branche, voire par produit, a été adoptée car reflétant mieux les tendances structurelles de l'économie tunisienne.

Les tendances implicitement « atténuatrices de GES » du développement économique et énergétique de la Tunisie, et donc protectrices de l'environnement global, se traduisant par une baisse des intensités énergétiques, sont une caractéristique fondamentale de la Tunisie. Ce rappel est nécessaire pour comprendre la réelle signification des scénarios de référence et d'atténuation, et juger à leur juste valeur les retombées du programme envisagé, destiné à atténuer la croissance des émissions dues au secteur de l'énergie.

Ainsi, les grands efforts fournis en Tunisie, en matière de maîtrise de l'énergie depuis 1985, et qui ont produit des résultats importants, se sont déjà intégrés dans les courbes tendanciennes d'évolution de la consommation totale, des intensités énergétiques sectorielles¹³⁶, et des émissions, qu'ils ont déjà servi à tasser. L'orientation accentuée de l'offre vers l'option gaz naturel, a de plus, amplifié ces tendances à l'atténuation de la croissance des émissions de GES.

B/ Simulations des déterminants de la demande d'énergie¹³⁷

Comme il a été précisé, les simulations se sont essentiellement basées sur une projection des valeurs ajoutées sectorielles et par branche, ainsi que sur les données physiques de production pour les industries grosses consommatrices. En ce qui concerne les ménages, les données de population par milieu, ainsi que les déterminants socio-économiques de la demande comme le niveau de vie, l'électrification, etc., ont été utilisés. Le tableau A.1.1 présente les hypothèses respectives de croissance des valeurs ajoutées sectorielles en Tunisie :

¹³⁶ Par exemple, dans le scénario de référence, l'intensité énergétique du secteur industriel devrait passer à 0,218 tep par 1000 DT de Valeur Ajoutée, à l'horizon 2020, alors que cette intensité atteignait 0,354 en 1997, soit une baisse de 38% sur toute la période, en considérant un prolongement des tendances actuelles.

¹³⁷ Pour plus de détails, se reporter au document 2 : « *Potentiel d'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'énergie en Tunisie* » élaboré par l'étude « Projection des émissions de gaz à effet de serre, dans le cadre d'une stratégie tunisienne d'atténuation des GES », 1999-2000, Tunis, Agence Nationale des Energies Renouvelables/Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/APEX Conseil.

Tableau A.1.1 : Evolution des valeurs ajoutées sectorielles au coût des facteurs aux prix constants de 1990 en Tunisie selon le scénario économique adopté (Millions de dinars)

	1997		2010		2020	
	Valeur Ajoutée (millions de DT)	Structure (%)	Valeur Ajoutée (millions de DT)	Structure (%)	Valeur Ajoutée (millions de DT)	Structure (%)
Secteur agricole	2 097,8	16,1%	3 563,5	11,9%	4 536,4	9,3%
Secteur des services	6 593,0	50,5%	15 870,8	53,0%	27 413,1	56,2%
Secteur industriel	4 355,3	33,4%	10 510,7	35,1%	16 828,5	34,5%
<i>dont, industries manufacturières</i>	2 644,7	20,3%	7 546,1	25,2%	12 828,6	26,3%
<i>dont, industries non manufacturières</i>	1 710,6	13,1%	2 964,6	9,9%	3 999,9	8,2%
Total PIB	13 046,1	100,0%	29 945,0	100,0%	48 778,0	100,0%

C/ Le modèle prospectif utilisé

L'Agence Nationale des Energies Renouvelables réalise, à fréquence régulière, des réactualisations de ses projections de la **demande d'énergie**, en utilisant MEDEE-S comme support de modélisation. Une simulation sur MEDEE-S a été réalisée pour les besoins spécifiques de l'étude d'atténuation des GES du secteur de l'énergie.

En ce qui concerne l'utilisation de la biomasse, les projections se sont basées sur un modèle spécifique, combinant des paramètres divers comme la croissance du PIB, les modalités de répartition des fruits de cette croissance à travers les différentes couches sociales, l'évolution des paramètres démographiques, ainsi que l'évolution des comportements de consommation par énergie et par usage, etc.

Les simulations portant sur **l'offre d'énergie**, ont distingué l'offre d'hydrocarbures et l'offre d'électricité. L'offre d'hydrocarbures a été simulée à partir, d'une part, de la demande projetée pour le scénario de référence, et d'autre part, des perspectives relatives à la production nationale de pétrole brut, de gaz naturel, de raffinage de produits pétroliers, et de la redevance gaz, ainsi que de l'importation de produits pétroliers et de gaz.

En ce qui concerne l'offre électrique, les simulations ont été réalisées en utilisant le modèle d'optimisation WASP, grâce au concours de la STEG.

D/ Projections énergétiques pour le scénario de référence

La consommation tunisienne d'énergie primaire (incluant la biomasse) a atteint 6,9 millions de tep en 1997. La répartition de la demande primaire d'énergie montre l'importance des produits pétroliers qui représentent 53% de la demande primaire d'énergie, puis du gaz naturel, qui représente 30% du bilan en énergie primaire (tableau A.1.2). Par ailleurs, la biomasse représente également une proportion non négligeable du bilan en énergie primaire, avec 16 %.

Tableau A.1.2 : Consommation d'énergie primaire en Tunisie par forme d'énergie (année : 1997)

	Consommation d'énergie primaire (1000 tep)	Répartition hors biomasse (%)	Répartition incluant la biomasse (%)
Produits pétroliers	3.687	62,9%	53,1%
Gaz naturel	2.087	35,6%	30,0%
Coke	74	1,3%	1,1%
Hydroélectricité (ou électricité importée)	13	0,2%	0,2%
TOTAL hors biomasse	5.861	100 %	84,4%
Biomasse	1.082		15,6%
TOTAL incluant la biomasse	6.943		100 %

Le tableau A.1.3 présente la répartition de la consommation d'énergie finale par forme d'énergie pour l'année 1997 :

Tableau A.1.3 : Consommation d'énergie finale en Tunisie par forme d'énergie (année : 1997)

	Consommation d'énergie finale (1000 tep)	Répartition hors biomasse (%)	Répartition incluant la biomasse (%)
Produits pétroliers(*)	3.486	75,6%	63,0%
Gaz naturel	483	10,5%	8,7%
Coke	74	1,6%	1,4%
Electricité	566	12,3%	10,2%
TOTAL hors biomasse-énergie	4.609	100 %	83,3%
Biomasse	927		16,7%
TOTAL incluant la biomasse-énergie	5.536		100,0%

(*) Données incluant les consommations non énergétiques estimées à 151 ktep en 1997.

D'après les résultats des simulations, la consommation tunisienne en énergie primaire (incluant la biomasse) passerait à 13 millions de tep à l'horizon 2010, soit pratiquement un doublement en 13 ans, représentant une croissance annuelle moyenne d'environ 5 %. A l'horizon 2020, la demande d'énergie primaire atteindrait 20 millions de tep, enregistrant une croissance annuelle moyenne d'environ 4 % sur la période 2010-2020.

Il est important de distinguer les croissances contrastées de la biomasse-énergie, d'une part, et des autres formes d'énergie, d'autre part. En effet, alors que la demande de biomasse-énergie croît au rythme annuel de 0,4% à l'horizon 2010 et accuse une croissance négative de -1% entre 2010 et 2020, la demande des autres énergies enregistre une croissance soutenue de 5,7% entre 1997 et 2010, et de 4,4% entre 2010 et 2020. Les tableaux A.1.4 et A.1.5 présentent les données de consommation d'énergie primaire et finale ainsi que leur distribution par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020 :

Tableau A.1.4 : Evolution de la consommation d'énergie primaire en Tunisie par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)

	2010		2020	
	1000 tep	(%)	1000 tep	(%)
Produits pétroliers	7 368	55,7%	11 074	54,6%
Gaz naturel	4 476	33,8%	7 786	38,4%
Biomasse	1 146	8,7%	1 035	5,1%
Coke	121	0,9%	150	0,8%
Autres Energies renouvelables	113	0,9%	220	1,1%
TOTAL	13 224	100 %	20 265	100 %

Tableau A.1.5 : Evolution de la consommation d'énergie finale en Tunisie par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020 (scénario de référence)

	2010		2020	
	(1000 tep)	(%)	(1000 tep)	(%)
Produits pétroliers(*)	6.230	60,8 %	8.788	58,5 %
Gaz naturel	1.415	13,8 %	2.530	16,9 %
Biomasse	935	9,1 %	793	5,3 %
Coke	121	1,2 %	150	1,0 %
Electricité	1.449	14,1 %	2.546	17,0 %
Energies renouvelables	100	1,0 %	207	1,4 %
TOTAL	10.250	100 %	15.014	100 %

(*) incluant utilisations non énergétiques

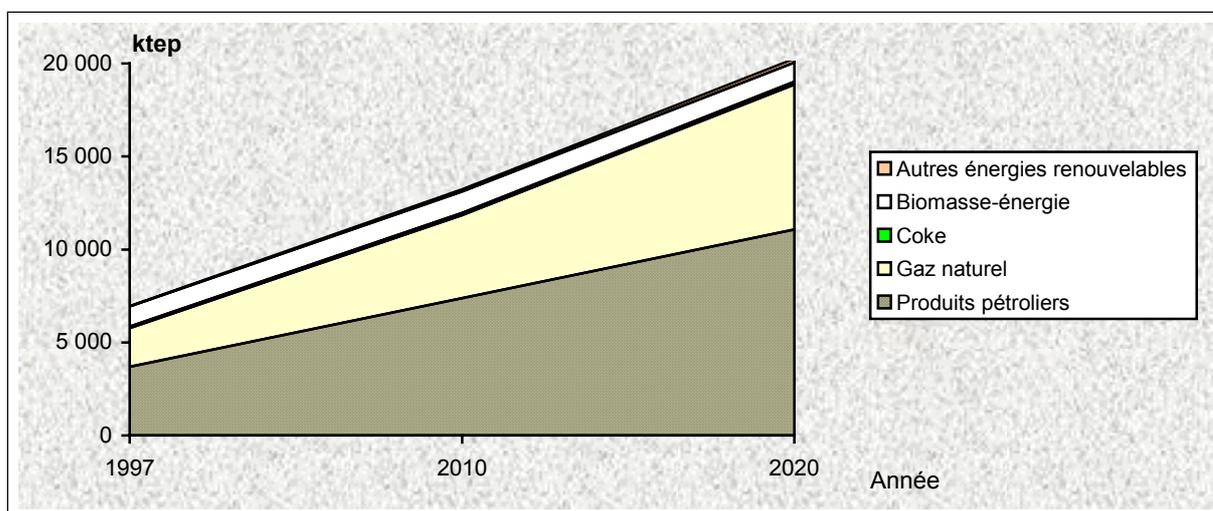


Figure A.1.1 : Evolution de la consommation d'énergie primaire par forme d'énergie aux horizons 2010 et 2020- Scénario de référence (ktep)

□ **L'agriculture**

Dans le cas de la Tunisie, les produits les plus déterminants dans les émissions de GES du secteur agricole sont la viande et le lait, d'une part, et la production végétale, en particulier les céréales et l'arboriculture, d'autre part.

Sur la base de la consommation actuelle et des tendances observées au cours des 15 dernières années, la consommation des principaux produits agricoles peut être estimée comme suit :

Tableau A.1.6 : Perspectives d'évolution de la consommation des principaux produits agricoles dont la production contribue aux émissions de GES du secteur

	1997	2010	2020
Céréales			
Consommation (kg/habitant/an)	185,1	173,5	163,9
Consommation totale (1000 t)	1 706	1 926	2 048
Viande			
Consommation (kg/habitant/an)	21,4	24,5	27
Consommation totale (1000 t)	198	272	338
Lait			
Consommation (kg/habitant/an)	66	74	80
Consommation totale (1000 t)	613	822	1 003

A partir de ces tendances de consommation, et des perspectives de développement des rendements agricoles en Tunisie, il a été possible de dériver les données d'activité nécessaires pour le calcul des émissions du scénario de référence.

En ce qui concerne les **céréales**, il est admis que les superficies qui y seraient affectées, déclineraient du fait de l'ouverture aux marchés mondiaux, et de l'augmentation des rendements en Tunisie. Ainsi, la superficie moyenne occupée retomberait à 1.900.000 hectares seulement, jachère comprise, à l'horizon 2020. Bien entendu, ce changement d'affectation des terres céréalières, au profit de la production arboricole, des plantations fourragères et éventuellement de la production maraîchère, devrait avoir des incidences importantes en matière d'émissions de GES, en particulier celles consécutives à l'utilisation des engrais.

En outre, **l'oléiculture** est la deuxième activité agricole en Tunisie, et la source du principal secteur exportateur de la branche agroalimentaire, en l'occurrence l'huile d'olive. Sur 2,07 millions d'hectares occupés par l'arboriculture en 1997, l'olivier en occupe plus des $\frac{3}{4}$.

Les perspectives de développement de la production et du commerce international des huiles d'olive tunisiennes se trouvent, outre la climatologie, fortement conditionnées par le rajeunissement des plantations. En outre, elles seront influencées par la concurrence des huiles de graine importées et les incertitudes qui pèsent sur les marchés extérieurs. Partant de telles considérations, on peut admettre que la tendance à l'accroissement des superficies arboricoles et oléicoles connaîtrait une certaine saturation dans le futur. Ainsi, les superficies arboricoles passeraient à 2,14 millions d'hectares seulement en 2010 et à 2,267 millions d'hectares en 2020, soit une croissance annuelle de 0,4% par an sur la période 1997-2010.

L'utilisation des **engrais** connaîtrait, quant à elle, une augmentation sensible malgré la diminution notable des emblavures céréalières. Cette augmentation résulterait notamment de l'intensification soutenue de la céréaliculture dans les zones à haut potentiel de production ainsi que de l'augmentation des cultures irriguées. Ainsi, il est probable que l'utilisation des engrais augmente à un taux annuel moyen de l'ordre de 1,5%.

N'ayant pas encore atteint le niveau d'autosuffisance en **viandes rouges**, à l'exception des besoins de viande ovine, la production de viandes rouges tunisiennes devrait connaître une croissance régulière, en parfaite corrélation avec l'amélioration constante du niveau de vie.

A l'horizon 2020, on assisterait à un quasi-doublement de la demande de viandes bovines, d'où une croissance au moins équivalente de la production afin d'atteindre un niveau minimum de couverture des besoins par la production locale.

En ce qui concerne la **production laitière**, la stratégie d'autosuffisance devrait se poursuivre dans le futur, d'où une croissance de la production équivalente à celle de la demande.

□ **La forêt et les changements d'affectation des sols**

Les reboisements et les plantations pastorales constituent la composante la plus importante du programme de développement forestier 1990-2001, dénommé par ailleurs « Programme national de reboisement ». La stratégie nationale de développement forestier pour la période 2002-2011 a reconduit les mêmes objectifs ambitieux de la décennie précédente, bien que celle-ci n'ait permis que la réalisation partielle des objectifs, en raison des contraintes logistiques et de financement. Afin de se conformer aux réalités, le scénario de référence a donc été considéré en tenant en compte du rapport réalisations/prévisions issu de l'expérience passée.

La même approche a été également utilisée pour la formulation du scénario de référence en matière **d'amélioration et d'aménagement des parcours**, dont la stratégie nationale de développement comporte également des objectifs ambitieux.

En matière de **rationalisation de la gestion des ressources forestières**, les politiques forestières qui se sont succédées depuis la fin du siècle dernier ont été dominées par les impératifs de préservation, voire de renforcement des assiettes foncières du domaine forestier public et par les préoccupations de la conservation et de la « restauration » de l'état forestier sur tous les terrains soumis au régime forestier. Cependant, de telles approches ont conduit le plus souvent, à la régression du couvert forestier ainsi qu'à l'amplification des processus de dégradation, dans la mesure où elles n'ont pas su concilier les besoins économiques et sociaux croissants de la population forestière avec les impératifs de conservation.

La mise en œuvre du premier projet de développement forestier PDF I (1988), a débouché sur la révision du Code forestier, qui met dorénavant l'accent sur une approche participative intégrée, tout en se conformant aux impératifs de la promotion d'un développement durable. Depuis, un effort considérable a été consenti ; les procédés et les outils de mise en œuvre d'une telle approche ne cessent d'être élaborés, ajustés et entérinés, et laissent entrevoir des résultats encourageants.

Une telle orientation se trouve bien confortée dans la stratégie nationale pour le développement du secteur forestier et pastoral pour la décennie 2002-2011. Néanmoins, en matière d'amélioration pastorale, les taux de réalisation restent en deçà des prévisions, et le scénario de référence supposera, par conséquent, un taux de réalisation moindre que ce qui est programmé.

En outre, il a été admis que l'accroissement de la productivité des parcours sera prélevé par le cheptel d'élevage et que les terres de parcours connaîtront une légère amélioration de leur taux de matière organique, ce qui correspond à un stockage de carbone organique dans le sol.

Dans le domaine de **l'utilisation énergétique** des produits forestiers,¹³⁸ les perspectives futures laissent entrevoir un accroissement de la demande en bois-énergie de l'ordre de 0,5 % par an, ce qui donne une demande globale de 2,8 millions de tonnes de bois primaire à l'horizon 2010.

Avec le prolongement du processus d'urbanisation et l'évolution logique des conditions de vie, les besoins de bois-énergie iraient en diminuant au profit d'autres sources d'énergie, notamment fossiles. Ainsi une décroissance de l'ordre de 1% par an à partir de 2010 serait enregistrée, ce qui donne une demande globale de l'ordre de 2,6 millions de tonnes de bois primaire à l'horizon 2020.

En ce qui concerne la **biomasse forestière autre que le bois-énergie** (bois de service, bois de trituration, artisanat, etc..), son utilisation demeure limitée car elle est déterminée essentiellement par l'offre de produits, lesquels sont peu variés et limités en volume.¹³⁹ Ainsi, pour le scénario de référence, on a admis que la demande pour de telles utilisations restera déterminée par l'offre qui évoluera au rythme des reboisements et des aménagements forestiers.

Dans le domaine du **changement d'affectation des sols**, on se référera aux scénarii de production agricole, notamment ceux relatifs à la céréaliculture et l'arboriculture qui détermineront de tels changements, dans une large mesure. Ainsi, des superficies significatives de céréales et de jachères devraient être converties en

- arboriculture (oléiculture surtout) ;
- fourrages cultivés (Nord uniquement) ;
- plantations fourragères (parcours amélioré à *Acacia* spp.) ;
- maraîchage.

□ **Les déchets**

A/ Les déchets solides

L'évolution future du secteur des déchets solides dépendra de deux facteurs essentiels. Tout d'abord, de l'évolution des modes de consommation et de production de la société tunisienne, ensuite de l'action des pouvoirs publics, ainsi que de l'ensemble des acteurs sociaux, visant une meilleure gestion des déchets. Ces actions concernent en particulier, la réduction des déchets à la source, l'amélioration des systèmes de collecte et la réalisation d'infrastructures de traitement et de stockage des déchets.

¹³⁸ « Analyse du Bilan Bois-énergie et identification d'un plan d'action », SCET-SCC-Direction Générale des Forêts, 1998

¹³⁹ 4,3% seulement de la biomasse totale utilisée.

Les tendances historiques de la **production spécifique des déchets**, observées à l'échelle internationale (Europe et OCDE),¹⁴⁰ font apparaître un couplage entre la production spécifique des déchets et la croissance du PIB, suivi d'un quasi-découplage consécutif à une combinaison de facteurs liés aux modes d'alimentation et à la manière dont la gestion des déchets est pensée. En Tunisie, malgré la carence des données statistiques en matière de déchets solides, les estimations disponibles montrent une corrélation similaire entre la production spécifique des déchets et la croissance du PIB.

L'adoption d'une tendance couplant production des déchets solides et PIB à moyen terme, et tenant compte d'un certain facteur de saturation de la production de déchets solides à plus long terme, conduirait à une production spécifique de 883 kg/personne/an à l'horizon 2020.

En ce qui concerne la **composition des déchets**, les tendances observées en Tunisie comme à l'étranger, montrent une évolution à la baisse de la fraction organique (hors papiers et cartons) au profit d'une part de plus en plus croissante des plastiques et des papiers et cartons. Le scénario proposé dans ce domaine repose sur une hypothèse de récupération progressive à la source des fractions recyclables (plastiques, métaux, papiers et cartons). Le marché de la récupération et du recyclage des déchets est déjà en place en Tunisie, mais opère actuellement d'une manière timide. Néanmoins, l'accroissement des gisements de déchets d'une part, et le progrès technique dans les industries de recyclage d'autre part, vont devoir permettre à ce secteur d'évoluer dans l'avenir.

Au niveau du scénario de référence, le secteur devrait évoluer suivant les tendances naturelles (accroissement du gisement et progrès technique) avec toutefois, la prise en compte des actions et programmes publics actuels en la matière (Eco-lef, projets pilotes de collecte sélective et de compostage des déchets). Il est également supposé que parmi les fractions organiques, la proportion des papiers et cartons n'augmente pas fortement et ce, en raison de l'hypothèse de récupération à la source. Ainsi, la composition des déchets solides devrait évoluer conformément au tableau A.1.7 dans le scénario tendanciel :

Tableau A.1.7 : Fraction des déchets solides donnant lieu à des émissions en Tunisie

Fractions	1997	2010	2020
Déchets organiques : (déchets contribuant aux émissions de GES)	85%	75%	70%
<i>Dont :</i>			
- Papier et textiles (part en décharge)	19%	20%	25%
- Déchets de cuisine	60%	47%	33%
- Déchets de jardin et autres fractions organiques	6%	8%	12%

La fraction des déchets mis en décharge dépend de trois facteurs essentiels: (i) Le taux de couverture de la collecte municipale; (ii) La composition des déchets par matière; (iii) L'existence ou non d'une collecte sélective.

Concernant le premier facteur, une nette amélioration de la couverture de la collecte municipale des déchets a été considérée dans le scénario tendanciel. Ce taux atteindrait 100% à l'horizon 2010. La prise en compte des hypothèses relatives à l'évolution de la composition des déchets par matière et à la récupération à la source, impliquerait un taux de mise en décharge inférieur à 1.

¹⁴⁰ REF [16] et [17] de l'étude déchets.

La multiplication des trois facteurs précédents se traduirait par des ratios de mise en décharge respectivement de 90% et 80% en 2010 et 2020, contre 80% en 1997.

Le programme actuel des pouvoirs publics en matière de **mise en décharge**, prévoit la réalisation de décharges contrôlées dans l'ensemble des villes chef lieu de gouvernorat et dans les villes touristiques importantes. La réalisation de ce programme qui a démarré depuis le début du neuvième Plan, sera achevée au cours du onzième Plan (2007-2011). A partir de 2015, le programme envisage la réalisation de capacités additionnelles par extension des décharges contrôlées, de sorte à couvrir la production totale des déchets municipaux urbains.

La prise en compte des prévisions du PRONAGDES dans ce domaine laisse supposer qu'à partir de 2010 toutes les décharges seront contrôlées.

Il est à remarquer, dans ce contexte, que la réalisation des décharges contrôlées aura pour conséquence une forte augmentation des émissions de CH₄ (voir résultats de projection plus loin). Ceci est dû à la conception des décharges contrôlées qui, en créant des conditions anaérobies, favorisent la génération du méthane.

Ce phénomène devrait impliquer une prise en considération des émissions de GES lors de la réalisation du programme national des décharges contrôlées. Le recours à des actions et techniques de récupération de gaz se trouve pleinement justifié dans ce cadre. Ces options seront examinées dans les sections suivantes du présent chapitre.

B/ Les déchets liquides

Au cours des deux prochaines décennies, le secteur de l'assainissement devrait connaître des développements importants :

- En terme quantitatif, les prévisions de l'ONAS tablent sur un taux de branchement de 95% à l'horizon 2011 et de 100% à partir de 2017.
- En terme qualitatif, trois aspects majeurs caractériseront le secteur de l'assainissement à long terme :
 - Tendances vers la privatisation des infrastructures d'assainissement, sous forme de BOT¹⁴¹ ou de concessions. Ce choix impliquerait, pour des raisons d'économies d'échelle, la conception de stations de grande taille;¹⁴²
 - Options s'orientant vers une forte pénétration des procédés anaérobie. Selon cette hypothèse, le traitement anaérobie des boues représenterait 40% de l'ensemble des procédés d'épuration en 2010 et 2020, contre seulement 12% en 1997 ;
 - La récupération de CH₄ est pratiquée dans quelques stations de l'ONAS, mais d'une manière mineure. Celles-ci sont donc intégrées dans le scénario de référence. Les grandes stations projetées dans les cinq à dix prochaines années (Tunis-Ouest, Sousse-Ouest et Sfax), pourraient comporter des installations de valorisation de gaz. Néanmoins, la réalisation de telles installations de valorisation n'est pas programmée dans le schéma de financement initial, d'où leur exclusion du scénario de référence.

¹⁴¹ Build-Operate and Transfer.

¹⁴² Ceci ne signifie nullement l'abandon de stations de petite et moyenne taille, lesquelles sont plus appropriées dans les petites et moyennes villes.

Une étude effectuée par l'ONAS en 1995¹⁴³, présente des projections de capacités de traitement jusqu'à l'horizon 2029. Ces projections reposent sur un accroissement de la demande en eau potable de 5% par an jusqu'à 2011, puis de 3% par an de 2012 à 2021. Ce ralentissement du rythme d'accroissement de la demande serait lié au fléchissement de l'accroissement démographique et de la croissance du PIB. Ainsi :

- L'accroissement des volumes d'eau épurés serait de 5,6% par an jusqu'à 2011, puis égal à l'accroissement de la demande en eau potable, soit 3% par an à partir de cet horizon ;
- Les capacités de branchement projetées seraient de 5,2 millions éq. hab. en 2010 et de 6,9 millions éq. hab. en 2020, contre 3,3 millions éq. hab. en 1997 ;
- Exprimées en terme de DBO₅, ces capacités seraient de l'ordre de 26,2 kg/personne/an et de 32 kg/personne/an respectivement en 2010 et 2020, contre 19,7 kg en 1997 ;
- Le volume total de boues serait de 4,4 Millions m³/an en 2010 et de 7,2 Millions m³/an en 2020, contre 2,2 Millions m³/an en 1997.

¹⁴³ « Etude sur le recouvrement des coûts et l'optimisation des investissements à l'ONAS; Deuxième partie: Analyse de la demande et estimation des coûts marginaux », Juillet 1995.

Tableau A.1.8 : Secteur des déchets - Hypothèses du scénario de référence (2010 et 2020)

INTITULE	Unités	1997	2010	2020
DECHETS SOLIDES				
Population urbaine couverte par la collecte municipale	personnes	5 704 085	7 286 286	8 567 021
Production unitaire de déchets par habitant	kg/per/jour	0.617	1.107	1.349
Fraction des déchets mise en décharge	ratio	0.8	0.9	0.8
Répartition des déchets par type de décharge:				
- en décharge contrôlée	ratio	0	1	1
- en décharge non contrôlée >= 5 m	ratio	0	0	0
- en décharge non contrôlée < 5 m	ratio	1	0	0
Structure des déchets organiques par type de matière				
- Papier et textiles	ratio	0.190	0.200	0.250
- Déchets de jardin et autres organiques non alimentaires	ratio	0.060	0.080	0.120
- Déchets de cuisine	ratio	0.600	0.469	0.329
- Bois et fibres végétales	ratio	0.002	0.001	0.001
DECHETS LIQUIDES				
DBO5 par personne et par an (capacité des STEP)	kg/per./an	19.7	26.2	32.0
Capacité des STEP en million d'équivalent habitant	M.eq.hab.	3.3	5.2	6.9
Volume total d'eau usée traitée par an	Mm ³ /an	123	245	401
Volume total de boues par an	Mm ³ /an	2.2	4.4	7.2
Répartition des eaux traitées par type de système:				
- Boue Activée + Digestion Anaérobie	ratio	0.121	0.4000	0.4000
- Chenal d'Oxydation	ratio	0.410	0.2500	0.2500
- Lagunage naturel	ratio	0.083	0.0500	0.0500
- Boue Activée + Stabilisation aérobie	ratio	0.145	0.1200	0.1400
- Aération Prolongée	ratio	0.124	0.0950	0.0990
- Lit Bactérien	Ratio	0.007	0.0050	0.0009
- Lagunage Aéré	Ratio	0.110	0.0800	0.0600
Répartition des boues par type de système:				
- Boue Activée + Digestion Anaérobie	Ratio	0.164	0.4500	0.4500
- Chenal d'Oxydation	Ratio	0.635	0.3300	0.3300
- Lagunage naturel	Ratio	0.000	0.0000	0.0000
- Boue Activée + Stabilisation aérobie	Ratio	0.084	0.1410	0.1640
- Aération Prolongée	Ratio	0.092	0.0700	0.0500
- Lit Bactérien	Ratio	0.004	0.0010	0.0010
- Lagunage Aéré	Ratio	0.021	0.0080	0.0050
Taux de récupération de CH ₄	Ratio	0.00	0.10	0.20
DECHETS HUMAINS (fèces)				
Consommation de protéines	kg/per/an	24.8	28.2	31.2
Population totale de la Tunisie (1000 d'habitants)	personnes	9 215	11 124	12 506

ANNEXE 2

BIBLIOGRAPHIE

1. Rapport national pour la deuxième Conférence des Nations Unies sur les Etablissements humains (HABITAT 2, ISTANBUL, 3-14 JUIN 1996); Tunis, 1996. Ministère de l'équipement et de l'habitat.
2. Rapport Tunisien sur le Développement Humain – Ministère du Développement économique/PNUD 1999
3. Troisième évaluation de la Mise En Œuvre De La Stratégie De La Santé Pour Tous D'ici L'an 2000 ; Rapport De La Tunisie, 1997. Ministère de la Santé Publique.
4. Neuvième Plan de développement 1997-2001; juillet 1997. République tunisienne.
5. Neuvième Plan de Développement Economique et Social (1997-2001); Le Développement Agricole et les Ressources Naturelles; Rapport Général, Juillet 1997. République Tunisienne, Ministère de l'Agriculture.
6. Préparation du 9e Plan, étude stratégique N° 9 : Les potentiels de valorisation des énergies renouvelables en Tunisie. Rapport final – Volume 1 - janvier 1996, Agence pour la Maîtrise de l'Energie, Banque Mondiale (étude réalisée par INESTENE).
7. Préparation du 9e Plan, étude stratégique N° 9 : Les potentiels de valorisation des énergies renouvelables en Tunisie. Rapport final – volume 2 – Analyse détaillée des filières renouvelables. janvier 1996, Agence pour la Maîtrise de l'Energie, Banque Mondiale (étude réalisée par INESTENE).
8. Banque Centrale de Tunisie, Rapport Annuel 1998
9. Banque Centrale de Tunisie : Statistiques Financières N° 123, juin 1998.
10. Annuaire Statistique de la Tunisie; Année 1995, Volume N°38, mai 1997. Institut National de la Statistique
11. Annuaire statistique de la Tunisie Année 1996, Volume N°39, avril 1998. Institut National de la Statistique.
12. Statistiques du commerce extérieur N°27 Année 1996. Institut National de la Statistique.
13. Enquête sur les Structures des Exploitations Agricoles 1994-1995, avril 1996. Ministère de l'Agriculture, DG/PDIA.
14. Enquête Nationale sur le Budget et la consommation des ménages - 1990; Volume A : Résultats de l'enquête budgétaire, Juin 1993. Egalement Enquête 1995. Institut National de la Statistique
15. Recensement Général de la Population et de l'Habitat 1984; Conditions d'habitat en Tunisie. Institut National de la Statistique.
16. Premiers résultats du Recensement Général de la Population et de l'Habitat 1994; Institut National de la Statistique, décembre 1994.
17. Recensement Général de la Population et de l'Habitat 1994; Ménages et conditions d'habitat, juin 1995. Institut National de la Statistique.
18. Recensement Général de la population et de l'Habitat 1994; Caractéristiques Economiques de la population. Institut National de la Statistique.
19. Recensement Général de la Population et de l'Habitat 1994, Volume Migration intérieure. Institut National de la Statistique.
20. Projection de la population 1995 - 2030, Niveau National, Volume I; juillet 1996. Institut National de la Statistique.
21. Rapport annuel sur les indicateurs d'infrastructure 1997; décembre 1997. République Tunisienne, Ministère du Développement Economique, Institut National de la Statistique.
22. Journal Officiel de la République Tunisienne n° 79 du 19 octobre 1993 : Décret n° 93-2961 du 11 octobre 1993 relatif à la création d'une commission nationale de développement durable.
23. ATLAS CLIMATIQUE, Institut National de la Météorologie, Tunisie 1999
24. Quelques traits caractéristiques du climat en Tunisie, séminaire “ La météorologie au service du développement durable », Tunis, 20-21 avril 2000, Yadh Labane & Souméya Ben Rached

25. Etude d'opportunité du schéma Directeur de l'INM. Abdelkader Ben Jemaa et Latifa Aounallah-Jnifene, Institut National de la Météorologie. Août 1999.
26. Rapport national l'Etat de l'environnement : éditions de 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 et 1999. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire – Tunisie.
27. Etude sur la gestion des déchets solides dans le District de Tunis, GKW Consult/SCET Tunisie, MEAT/ANPE, 1994. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire.
28. Rapports d'activité 1995, 1997 et 1998. Office National de l'Assainissement - République Tunisienne.
29. Rapports d'activité 1995, 1997, 1998, et 1999. Agence Nationale des Energies Renouvelables - République Tunisienne.
30. La maîtrise de l'énergie en Tunisie : genèse et développement – Agence de Maîtrise de l'Energie, Tunis 1988.
31. Prévisions à long terme de la demande d'énergie en Tunisie – un scénario pour 2021. Mounir Majdoub, Agence de Maîtrise de l'Energie, octobre 1988.
32. Energie 2001 – Ministère de l'Economie Nationale, République Tunisienne 1993.
33. Energie 21 – Analyse de la Demande et Maîtrise de l'Energie – Agence de Maîtrise de l'Energie, Tunis 1997.
34. La Maîtrise de l'Energie- Passé et Avenir – Agence pour la Maîtrise de l'Energie, Tunis 1997.
35. Etat d'avancement des projets – Direction de l'utilisation rationnelle de l'énergie. Agence pour la Maîtrise de l'Energie, novembre 1997.
36. Bilan énergétique national – Année 1997. Agence pour la Maîtrise de l'Energie, septembre 1998.
37. Revue tunisienne de l'énergie – Spécial Electricité. Ministère de l'Industrie, 4^{ème} trimestre 1997.
38. Revue tunisienne de l'énergie. Ministère de l'Industrie, 3^{ème} trimestre 1997.
39. L'électrification rurale de base solaire en Tunisie – Approche et Réalisation (Tome 1). Agence pour la Maîtrise de l'Energie, GTZ. Tunis, 1998.
40. L'électrification rurale de base solaire en Tunisie – Approche et Réalisation (Tome 2). Agence pour la Maîtrise de l'Energie, GTZ. Tunis, 1998.
41. Actualisation du plan de circulation de la ville de Tunis. Ministère du transport, Municipalité de Tunis, Agence Nationale des Energies Renouvelables et Institut Catalan de l'Energie, 1998.
42. Stratégies et politiques énergétiques au Maghreb et en Egypte. IEPF, 1992.
43. Politique d'efficacité de l'énergie et Environnement – expériences pratiques dans les pays en développement. IDE/Banque Mondiale, 1994.
44. L'énergie en Afrique – situation énergétique de 34 pays. ENDA-IEPE. 1995.
45. Programme d'Action National de Lutte Contre La Désertification. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, République Tunisienne, 1998.
46. Programme d'Action National de Lutte Contre La Désertification – Note de synthèse. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, République Tunisienne, 1998.
47. Etudes de la Diversité Biologique De La Tunisie – Rapport de Synthèse. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, République tunisienne, 1998.
48. Plan d'Action de la Diversité Biologique. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, République Tunisienne, avril 1998.

49. République tunisienne, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire : Programme D'action National de L'environnement et du Développement Durable Pour Le 21ème Siècle; Agenda 21 National, Tunis, 1995.
50. Inventaire des gaz à effet de serre en Tunisie - Année 1994. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire - République tunisienne. Septembre 1999.
51. Projection des émissions de gaz à effet de serre dues à l'énergie dans le cadre d'une stratégie tunisienne d'atténuation. Rapport intermédiaire N°1 - Août 1999 : Structure de l'année de base et construction des scénarios. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/Agence Nationale des Energies Renouvelables/APEX Conseil.
52. Projection des émissions de gaz à effet de serre dues à l'énergie dans le cadre d'une stratégie tunisienne d'atténuation. Rapport intermédiaire N°2 – Janvier 2000 : Potentiel d'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'énergie. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/Agence Nationale des Energies Renouvelables/APEX Conseil.
53. Projection des émissions de gaz à effet de serre dues à l'énergie dans le cadre d'une stratégie tunisienne d'atténuation. Rapport Final – Décembre 2000 : Atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'énergie. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/Agence Nationale des Energies Renouvelables/APEX Conseil.
54. Identification et évaluation des options d'atténuation des Gaz à Effet de Serre dans le secteur des déchets en Tunisie. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Mars 2000. Mounir Majdoub et Ilyès Abdeljaouad.
55. Etude d'identification et évaluation des options d'atténuation des GES dans les secteurs agricole et forestier, vol 1, septembre 2000.
56. Etude d'identification et évaluation des options d'atténuation des GES dans les secteurs agricole et forestier, vol 2, novembre 2000.
57. Concept et identification des options d'atténuation des gaz à effet de serre – cas des procédés industriels. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/TUN95/G31/3CT-Mohamed Rached Ben Azouz. Mai 1998.
58. Elévation Accélérée du niveau de la mer en Tunisie – Vulnérabilité et Adaptation, Rapport final étape 1. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/IHE, avril 2000, République Tunisienne.
59. Elévation Accélérée du niveau de la mer en Tunisie – Vulnérabilité et Adaptation, Vulnérabilité de la Tunisie à l'élévation du niveau de la mer due aux changements climatiques, Rapport définitif 2c. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/IHE, mai 2000, République Tunisienne.
60. Elévation Accélérée du niveau de la mer en Tunisie – Vulnérabilité et Adaptation, Grille Générale d'analyse de la vulnérabilité à l'élévation accélérée du niveau de la mer, Rapport définitif 2b. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/IHE, juillet 2000, République Tunisienne.
61. Elévation Accélérée du niveau de la mer en Tunisie – Vulnérabilité et Adaptation, Bilan des réalisations Tunisiennes dans le cadre de la protection du littoral, Rapport 3. Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire/IHE, avril 2000, République Tunisienne.
62. Identification et évaluation de l'arsenal juridique relatif aux émissions des gaz à effet de serre (Activité At211), TUN95/G31, Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Direction de l'Environnement Industriel, Trabtech Consult. Juillet 1999.
63. Projet Maghrébin sur les changements climatiques - Actes de la troisième réunion du comité consultatif technique – changements climatiques et pollution atmosphérique par le trafic routier. Alger, 29-30 Juin 1998.

64. Examen des Politiques, Institutions, et Expertises liées au Changement Climatique en Tunisie – rapport final – Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire/RAB94/G31-APEX Conseil. Mai 1997.
65. Etude d’opportunité de création d’un centre d’information sur l’énergie durable et l’environnement (CIEDE) en Tunisie. Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire/RAB94/G31-APEX Conseil. Septembre 1996
66. Politique tunisienne de développement et contribution à l’atténuation du changement climatique – rapport 2 sur 4. Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire/RAB94/G31-APEX Conseil. Novembre 1998.
67. De Rio à Buenos Aires : contours et détours du processus lié au changement climatique – une contribution de la Tunisie – rapport 3 sur 4. Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire/RAB94/G31-APEX Conseil. Novembre 1998.
68. La Tunisie, le développement durable et le changement climatique - rapport 4 sur 4. Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire/RAB94/G31-APEX Conseil. Novembre 1998.
69. Changements Climatiques et Ressources en eau dans les pays du Maghreb – Enjeux et perspectives. RAB94/G31, juin 1998.
70. Formation 2000. Centre International des Technologies de l’Environnement de Tunis, Ministère de l’Environnement et de l’Aménagement du Territoire.
71. Résultats Du Premier Inventaire Forestier National En Tunisie. Ministère de l’Agriculture - Direction Générale des Forêts. République tunisienne, 1995.
72. La filière Bois actuelle : quelles potentialités, quels besoins, quelles contraintes, quels atouts ? Projet TCP/TUN/8852. Ministère de l’Agriculture, Direction de la régie d’exploitation forestière-Tunis , FAO, CTFT-Paris. Tunis, 1990.
73. Analyse du bilan bois-énergie et identification d’un plan d’action – Phase 1 : Analyse de l’offre et de la demande actuelles de la filière bois-énergie. Tunisie - Ministère de l’Agriculture, Direction Générale des Forêts, SCET-Tunisie/ScandiaConsult, octobre 1998.
74. Analyse du bilan bois-énergie et identification d’un plan d’action – Phase 2 : Projection de l’offre, de la demande et du bilan offre-demande de bois-énergie. Tunisie - Ministère de l’Agriculture, Direction Générale des Forêts, SCET-Tunisie/ScandiaConsult, octobre 1998.
75. Analyse du bilan bois-énergie et identification d’un plan d’action – Phase 3 : Plan d’Action. Tunisie - Ministère de l’Agriculture, Direction Générale des Forêts, SCET-Tunisie/ScandiaConsult, mai 1999.
76. Analyse du bilan bois-énergie et identification d’un plan d’action – Rapport Final de Synthèse. Tunisie - Ministère de l’Agriculture, Direction Générale des Forêts, SCET-Tunisie/ScandiaConsult, juin 1999.
77. Techniques, Politiques et Mesures d’atténuation des changements climatiques. Document technique 1 du GIEC. IPCC, novembre 1996.
78. Rapport spécial du GIEC - Questions méthodologiques et technologiques dans le transfert de technologie – Résumé à l’intention des décideurs. IPCC, 2000.
79. Rapport spécial du GIEC – Utilisation des terres, Changements d’affectation des terres et foresterie – Résumé à l’intention des décideurs. IPCC, 2000.
80. Methodological and technological issues in technology transfer. IPCC, 2000.
81. IPCC Special report – Emission scenarios – Summary for policy makers. IPCC, 2000.
82. Australia’s Second National Report under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Novembre 1997.
83. L’automobile et les Changements Climatiques. Agence Internationale de l’Energie, Paris, 1993.

84. Promoting development while limiting greenhouse gas emissions – Trends and Baselines. UNDP-WRI, 1999.
85. Bilan et gestion des gaz à effet de serre dans l'espace rural. Colloque national, Paris, 18-19 mai 1999. Académie d'Agriculture de France, INRA, ADEME, France.
86. Texte de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
87. Texte du protocole de Kyoto à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
88. Initial National Communication to the United Nations Framework Convention on Climate Change. Arab Republic of Egypt. July 1999.
89. Lebanon's First National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change – Final report. 1999.
90. The Philippines' Initial National Communication on Climate Change. December 1999.
91. Climate Change – The UK Programme. United Kingdom's Report under the Framework Convention on Climate Change. January 1994.
92. Climate Change – The New Zealand Response – New Zealand First National Communication under the Framework Convention on Climate Change. September 1994.
93. Netherlands' National Communication on Climate Change Policies. August 1994.
94. Japan's Action Report on Climate Change. The Government of Japan, 1994.
95. Convention Cadre des Nations Unies sur les changements Climatiques – Rapport de la Suisse, 1994.
96. Approche méthodologique des enquêtes de base et d'estimation de l'offre provenant de l'arboriculture - Ministère de l'Agriculture, Direction Générale des Forêts, SCET-Tunisie/ScandiaConsult, 1999.

ANNEXE 3

NOTE SUCCINCTE SUR LE POTENTIEL DE BIOMASSE DE L'OLIVERAIE EN TUNISIE

A côté des ressources en bois provenant des forêts utilisables à des fins énergétiques, l'arboriculture et plus précisément les oliviers, présentent un potentiel très important, d'absorption du carbone, et constituent la première ressource de bois-énergie en Tunisie.

La croissance annuelle en bois du stock des différentes catégories d'arbre (nombre de pieds), dont une bonne partie est taillée annuellement, qui se traduit par l'absorption d'importantes quantités de carbone, est théoriquement calculée sur la base des paramètres déterminants suivants :

- Le type d'arbre (olivier, oranger, amandier, etc.);
- La région (impacts simultanés des données climatologiques, pédologiques, etc.);
- La classe d'âge.

Le tableau suivant présente les données disponibles pour les oliviers :

Tableau A.3.1 : Données sur la croissance annuelle en biomasse des oliviers en Tunisie

Type de plantation	kg biomasse/pied/an(*)		(%) bois(**)	
	Sud	Nord	Sud	Nord
Jeunes plantations	38	30	56%	71%
Plantations adultes	69	75	70%	83%
Plantations sénescences et rajeunies	227,5	100	86%	94%

(*) Il s'agit d'estimations en terme de matière humide. Pour estimer les quantités de matière sèche, un facteur de 0,5 est habituellement utilisé.

(**) Considérant que seules les feuilles sont habituellement affectées à l'alimentation du bétail, les pourcentages reportés ci-dessus comprennent toute la biomasse pouvant normalement être affectée aux usages énergétiques (gros bois, branchages et brindilles) ou autres usages potentiels (artisanat).

Source : "Les sous-produits de l'olivier". Ali Nefzaoui, M'Naouar Zidani, Institut de l'olivier, Ministère de l'Agriculture, 1987.

Le tableau A.3.2 indique les normes de production de bois, utilisées pour les simulations d'offre potentielle de bois provenant des oliviers en Tunisie. La multiplication des données de ce tableau avec l'effectif des différents types de plantation par âge et par région permet, ainsi, d'estimer les quantités de bois théoriquement disponibles, dont celles destinées aux usages énergétiques.

Tableau A.3.2 : Potentiel de bois de taille des oliviers par type de plantation en Tunisie (kg/pied/an)

Type de plantation	kg bois/pied/an	
	Sud	Nord
Jeunes plantations (1-10 ans d'âge)	21,3	21,3
Plantations adultes (11 à 70 ans d'âge)	48,3	62,3
Plantations sénescences et rajeunies (plus de 70 ans d'âge)	195,7	94,0

Par ailleurs, les estimations relatives à l'effectif des arbres par type, sont actualisées tous les ans, et leur répartition par tranche d'âge a pu être simulée.¹⁴⁴ L'ensemble de ces calculs, réalisés par Gouvernorat, a débouché sur les résultats du tableau A.3.3 :

Tableau A.3.3 : Potentiel total de biomasse (y compris feuilles) des oliviers en Tunisie en 1997 (Tonnes)

	Sud	Nord	Total
Jeunes plantations	154 848	65 731	220 579
Plantations adultes	1 980 513	972 275	2 952 787
Plantations sénescentes et rajeunies	1 917 822	84 929	2 002 751
Total	4 053 182	1 122 935	5 176 117

Il faut noter que si l'on exclut les feuilles, habituellement servant à l'alimentation du bétail, le potentiel bois provenant des oliviers (utilisé à des fins énergétiques ou pour la confection de quelques produits artisanaux) atteindrait les chiffres indiqués sur le tableau A.3.4 :

Tableau A.3.4 : Potentiel total de bois des oliviers en Tunisie en 1997 (Tonnes)

	Sud	Nord	Total
Jeunes plantations	86 715	46 669	133 384
Plantations adultes	1 386 359	806 988	2 193 347
Plantations sénescentes et rajeunies	1 649 327	79 834	1 729 160
Total	3 122 400	933 491	4 055 891

Si ce potentiel correspond théoriquement à l'accroissement annuel du bois d'olivier que l'on doit retrouver sur pieds, cela n'est, en réalité, pas le cas. Pour des raisons de productivité, les oliviers, doivent, en effet être taillés selon une fréquence régulière (taille légère tous les ans, taille de fructification tous les 2 ans, et enfin taille de rajeunissement selon une fréquence beaucoup plus longue). Bien que la taille des oliviers n'est pas toujours effectuée selon un mode optimal, elle est systématiquement pratiquée, ce qui permet d'augmenter l'accroissement annuel en biomasse des oliviers, et donc leur capacité d'absorption de carbone. Ainsi, avec le développement de l'oliveraie, le capital de carbone qu'il stocke augmente en conséquence, et ceci malgré le recyclage d'une partie non négligeable de ce carbone, et son rejet dans l'atmosphère, à travers l'utilisation des produits de la taille, soit pour l'alimentation des animaux, soit pour l'énergie ou l'artisanat.

¹⁴⁴ Pour l'année 1997, l'effectif d'oliviers a atteint 57 millions de pieds.