



République Tunisienne

Synthèse de la 4^{ème} Communication nationale
Version finale

Décembre 2023

Table des matières

TABLE DES MATIERES	II
LISTE DES TABLEAUX	IV
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES ACRONYMES / CONVENTIONS ET ABREVIATIONS.....	VII
AVANT-PROPOS	1
1 CIRCONSTANCES NATIONALES	2
1.1 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PAYS	2
1.1.1 <i>Profil climatique</i>	2
1.2 DEMOGRAPHIE ET DEVELOPPEMENT HUMAIN	3
1.3 PROFIL ECONOMIQUE DU PAYS	3
1.4 CADRE STRATEGIQUE DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES.....	4
1.4.1 <i>Un engagement continu vis-à-vis de la lutte contre le changement climatique</i>	4
1.4.2 <i>Stratégie Nationale de Développement Neutre en Carbone et Résilient aux Changements Climatiques (SNDNC-RCC)</i>	4
1.4.3 <i>Une CDN actualisée encore plus ambitieuse</i>	5
1.5 CONTEXTE ENERGETIQUE ET POLITIQUE DE TRANSITION ENERGETIQUE	5
1.5.1 <i>Un déséquilibre croissant du bilan énergétique</i>	5
1.5.2 <i>Une volonté ancienne de transition énergétique</i>	6
1.6 DISPOSITIFS INSTITUTIONNELS ET GOUVERNANCE CLIMATIQUE	6
2 ARRANGEMENTS INSTITUTIONNELS LIES AU MRV	7
2.1 SITUATION ACTUELLE DU SYSTEME DE TRANSPARENCE EN TUNISIE	7
2.1.1 <i>Le système d'inventaire national de GES</i>	7
2.1.2 <i>Le MRV des actions d'atténuation dans le secteur de l'énergie</i>	7
2.2 LE SYSTEME NATIONAL DE TRANSPARENCE DANS LE DOMAINE DE L'ATTENUATION.....	8
3 INVENTAIRE NATIONAL DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	9
INTRODUCTION	9
3.1 SYNTHESE DES RESULTATS DE L'INVENTAIRE DES GES ET ANALYSES COMPAREES DES TRAJECTOIRES	9
3.1.1 <i>Résultat global de l'inventaire national de GES de l'année 2021</i>	9
3.1.1.1 Résultats des émissions brutes/absorptions de gaz directs	9
3.1.1.2 Résultats des émissions nettes de gaz directs	11
3.1.1.3 Résultats des émissions de gaz indirects	12
3.1.2 <i>Dynamique récente 2010-2022</i>	12
3.1.3 <i>Dynamique longue 1990-2022</i>	15
3.2 L'ENERGIE (CRF 1).....	18
3.2.1 <i>Résultat global de l'inventaire du secteur de l'énergie pour l'année 2021 et évolution des structures des émissions</i>	18
3.2.2 <i>Trajectoires historiques</i>	20
3.2.2.1 Historique 2010-2022	20
3.2.2.2 Historique 1990-2022	20
3.3 PROCÉDÉS INDUSTRIELS ET UTILISATION DES PRODUITS (CRF 2)	21
3.3.1 <i>Résultat global de l'inventaire du secteur des procédés pour l'année 2021</i>	21
3.3.2 <i>Trajectoires historiques</i>	22
3.3.2.1 Historique 2010-2022	22
3.3.2.2 Historique 1990-2022	23
3.4 L'AGRICULTURE, LA FORESTERIE ET LES AUTRES AFFECTATIONS DES TERRES (AFAT-CRF3 &4).....	23
3.4.1 <i>Résultat global de l'inventaire du secteur AFAT pour l'année 2021</i>	23
3.4.2 <i>Trajectoires historiques</i>	24
3.4.2.1 Historique 2010-2022	24
3.4.2.2 Historique 1990-2022	25

3.5	LES DÉCHETS (CRF-5)	26
3.5.1	<i>Résultat global de l'inventaire du secteur des déchets pour l'année 2021</i>	27
3.5.2	<i>Trajectoires historiques</i>	27
3.5.2.1	Historique 2010-2022	27
3.5.2.2	Historique 1990-2022	28
4	POLITIQUES ET MESURES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GES	29
4.1	INTRODUCTION	29
4.2	POLITIQUE D'ATTENUATION AU NIVEAU NATIONAL	29
4.3	POLITIQUE D'ATTENUATION PAR SECTEUR	31
4.3.1	<i>Secteur de l'énergie</i>	31
4.3.1.1	Evolution des indicateurs d'émissions de GES dans le secteur de l'énergie sur la période 2010-2022 ..	31
4.3.1.2	Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)	32
4.3.1.3	Plan d'actions sur la période 2023-2030	37
4.3.1.4	Synthèse des différents travaux de prospective	38
4.3.2	<i>Secteur des procédés industriels et utilisation des produits</i>	43
4.3.2.1	Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)	43
4.3.2.2	Plan d'actions sur la période 2023-2030	44
4.3.3	<i>Secteur de l'AFAT</i>	45
4.3.3.1	Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)	45
4.3.3.2	Plan d'actions sur la période 2022-2030	47
4.3.4	<i>Secteur des déchets</i>	49
4.3.4.1	Déchets solides	49
4.3.4.1.1	<i>Rétrospective</i>	49
4.3.4.1.2	<i>Perspectives 2030</i>	50
4.3.4.2	Assainissement	51
4.3.4.2.1	<i>Rétrospective</i>	51
4.3.4.2.2	<i>Perspectives 2030</i>	52
5	IMPACT, VULNERABILITE ET ADAPTATION	53
5.1	SCÉNARIOS, APPROCHES ET MÉTHODES D'ÉVALUATION	54
5.2	MISES A JOUR DES SYNTHÈSES SECTORIELLES SUR LA VULNERABILITE ET LES INCIDENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES	59
5.2.1	<i>Secteur Ressources en eau</i>	60
5.2.2	<i>Secteur Agriculture et écosystèmes terrestres</i>	62
5.2.3	<i>Secteur Littoral, pêche et écosystèmes maritimes</i>	66
5.2.4	<i>Secteur Tourisme</i>	67
5.2.5	<i>Secteur Santé</i>	69
5.2.6	<i>Domaine transversal : Aménagement du territoire et urbanisme</i>	69
5.2.7	<i>Domaine transversal : Réduction des Risques de Catastrophes</i>	70
5.3	STRATEGIES ET MESURES D'ADAPTATION	71
6	SOUTIENS ET BESOINS DE RESSOURCES FINANCIERES, DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET DE RENFORCEMENT DE CAPACITE	74
6.1	APPUI NECESSAIRES SUR LA PERIODE 2023-2030	74
6.1.1	<i>Besoins de financement des investissements</i>	74
6.1.1.1	Pour le volet « Atténuation »	74
6.1.1.2	Pour le volet « Adaptation »	75
6.1.2	<i>Besoins en Renforcement de capacité</i>	75
6.1.3	<i>Besoins prioritaires d'appui de court terme</i>	75
6.2	APPUI FINANCIER REÇU	76
6.3	TRANSFERT DE TECHNOLOGIE	77
7	RECHERCHE ET OBSERVATION SYSTEMATIQUE	78
8	EDUCATION, FORMATION ET SENSIBILISATION DU GRAND PUBLIC	78

Liste des tableaux

Tableau 1: FMI- World Economic Outlook Database	3
Tableau 2: Engagements remplis par la Tunisie vis-à-vis de la CCNUCC	4
Tableau 3: Synthèse des émissions de GES directs de la Tunisie en 2021	9
Tableau 4: Synthèse des émissions brutes des GES directs en 2021 (ktCO ₂).....	10
Tableau 5: Synthèse des émissions nettes des GES directs de la Tunisie en 2021 (téCO ₂).....	11
Tableau 6: Historique des émissions de GES de la Tunisie d'après les résultats de l'édition 2023 de l'inventaire des GES (ktCO _{2e})	13
Tableau 7: Trajectoire de l'intensité carbone de la Tunisie observée sur la période 2010-2022	14
Tableau 8: Perspectives d'atténuation des GES dans le secteur des procédés sur la période 2021-2030 tel que découlant de la CDN actualisée (ktCO _{2e})	44
Tableau 9: Evolution des reboisements forestiers et pastoraux sur la période 2010-2022 (1000 ha)	46
Tableau 10: Evolution des effectifs arboricoles sur la période 2010-2022 (1000 ha).....	46
Tableau 11. Synthèse des évolutions futures des indices extrêmes climatiques en Tunisie	57
Tableau 12. Evolution des ressources et des prélèvements en considérant le scénario tendanciel (business asusual) et intégrant le forçage climatique.....	60
Tableau 13: Besoins de financement de l'investissement nécessaires pour accompagner la concrétisation des objectifs « inconditionnels » et « conditionnels » de la CDN de la Tunisie pour la période 2023-2030 (M USD)	74

Liste des figures

Figure 1: La carte de la Tunisie.....	2
Figure 2: Etages bioclimatique en Tunisie (Source : Institut National de la Météorologie).....	2
Figure 3: Evolution de l'intensité carbone selon les scénarios BaC et BaU.....	5
Figure 4: Ressources et demande d'énergie primaire (Source : Compilation des données de l'ONEM).....	5
Figure 5: Organigramme de l'UGPO sur les changements climatiques.....	6
Figure 6: Répartition des émissions brutes de GES directs de la Tunisie par source en 2021 (%).....	10
Figure 7: Répartition des émissions brutes de GES directs par type de gaz de la Tunisie en 2021 (%).....	11
Figure 8: Répartition des émissions nettes de GES directs par type de gaz de la Tunisie en 2021 (%).....	12
Figure 9 : Emissions de GES indirects par type de gaz de la Tunisie en 2021 (Gg).....	12
Figure 10: Trajectoires respectives des émissions brutes et des émissions nettes de la Tunisie entre 2010 et 2022 (MtCO ₂ e).....	13
Figure 11: Trajectoires croisées de l'intensité carbone de la Tunisie sur la période 2010-2022 telle que ressortant des travaux d'inventaire de la CDN actualisée (2021) et de la présente édition 2023 de l'inventaire.....	14
Figure 12: Evolution des émissions nationales brutes par secteur sur la période 2010-2022 (MtCO ₂ e).....	15
Figure 13: Contributions sectorielles aux émissions brutes de GES de le Tunisie en 2010 (%).....	15
Figure 14: Contributions sectorielles aux émissions brutes de GES de le Tunisie en 2022 (%).....	15
Figure 15 : Trajectoire d'évolutions des émissions nettes de GES de la Tunisie sur la période 1990-2022 (MtéCO ₂).	16
Figure 16: Evolution des émissions brutes de GES de la Tunisie sur longue période (MtéCO ₂).....	16
Figure 17: Evolution des absorptions de carbone de la Tunisie sur longue période (MtéCO ₂).....	17
Figure 18: Evolution de l'intensité carbone de la Tunisie sur longue période.....	17
Figure 19 : Historique de la consommation d'énergie primaire en Tunisie sur la période 1990-2022 (non corrigée des variations climatiques) - Mtep.....	18
Figure 20: Répartition des émissions du secteur de l'énergie par catégorie d'émissions en 2010.....	19
Figure 21: Répartition des émissions de la combustion énergétique par secteur en 2021.....	19
Figure 22: Répartition des émissions de la combustion énergétique par secteur en 2010.....	19
Figure 23: Répartition des émissions de la combustion énergétique par secteur en 2021.....	19
Figure 24 : Evolution des émissions de GES de l'énergie par source (ktCO ₂ e) de 2010 à 2022.....	20
Figure 25: Série longue -1990-2022- de l'historique des émissions imputables à l'énergie en Tunisie (MtéCO ₂).....	21
Figure 26: Répartition des émissions dues aux procédés industriels par source en 2021 (%).....	22
Figure 27 : Evolution des émissions de GES procédés industriels par source (ktCO ₂ e) de 2010 à 2022.....	22
Figure 28: Série longue -1990-2022- de l'historique des émissions imputables aux procédés industriels en Tunisie (MtéCO ₂).....	23
Figure 29: Répartition des émissions dues à l'AFAT par source en 2021 (%).....	24
Figure 30 : Evolution des émissions de GES du secteur AFAT par source (ktCO ₂ e) de 2010 à 2021.....	25
Figure 31: Evolution des absorptions nettes de GES du secteur AFAT sur la période 2010-2022.....	25
Figure 32: Série longue de l'historique des émissions/absorptions du secteur AFAT en Tunisie (MtéCO ₂).....	26
Figure 33: Série longue de l'historique du solde net des émissions/absorptions du secteur AFAT en Tunisie (MtéCO ₂).....	26
Figure 34: Répartition des émissions dues aux déchets par source en 2021 (%).....	27
Figure 35 : Evolution des émissions de GES du secteur des déchets par source (ktCO ₂ e) de 2010 à 2022.....	28
Figure 36 : Evolution des DEUX principaux postes d'émissions dues aux déchets (ktCO ₂ e).....	28

Figure 37: Série longue de l'historique des émissions imputables aux déchets en Tunisie (MtCO ₂).....	29
Figure 38: Trajectoires rétrospectives et prospectives de l'intensité carbone de la Tunisie sur la période 2010-2030	30
Figure 39: Trajectoires rétrospectives des émissions nettes de GES, et prospectives induites sur la base des hypothèses de croissance de PIB d'ici 2030 (MtCO ₂ e).....	31
Figure 40: Comparaison de l'intensité carbone en 2022 par rapport à celle des scénarios BAU et CDN.	32
Figure 54: Emissions évitées par catégorie d'intervention	33
Figure 55: Emissions évitées annuelles du secteur de l'énergie	33
Figure 43: Evolution de la consommation spécifique globale (Source : A partir des rapports d'activités de la STEG)	33
Figure 57: Evolution des économies d'énergie selon les programmes	34
Figure 58: Evolution des émissions évitées selon les programmes	34
Figure 59: Répartition de la puissance PV raccordée au réseau selon le régime (Source : ANME)	35
Figure 47: Evolution annuelle des réalisations par secteur Figure 48: Evolution annuelle des émissions de GES	36
Figure 63: Evolution des émissions de GES évitées.....	36
Figure 64: Evolution des économies d'énergie estimées	36
Figure 51: Contribution annuelle du FTE dans la mise en œuvre des projets de maîtrise de l'énergie (Source : ANME).....	37
Figure 66: Evolution du PIB à l'horizon 2050	39
Figure 67 : Taux de croissance annuel moyen	39
Figure 54: Scénario socio-économique de la stratégie énergétique 2035.....	39
Figure 55: Trajectoire des émissions de GES des procédés comme préconisé par la CDN actualisée.....	45
Figure 56: Trajectoires des émissions nettes de GES de l'AFAT sur la période 2020-2030 selon les scénarios de la CDN actualisée	48
Figure 57: Evolution des torchages de CH ₄ dans les décharges munies de systèmes de dégazage (ktCO ₂ e)	50
Figure 58: Evolution des émissions de GES du secteur de l'assainissement.....	52
Figure 59. : Variation de la moyenne annuelle des températures moyennes de surface (°C) à l'horizon 2050 et 2100 par rapport à la période de référence 1981-2010	55
Figure 60. Variation du cumul annuel de précipitations (mm) à l'horizon 2050 et 2100 par rapport à la période de référence 1981-2010.....	56
Figure 61. Evolution de la répartition spatiale des étages bioclimatiques, à gauche la période de référence, à droite en 2100 selon le RCP8.5	58
Figure 62. Chaîne d'impacts Ressources en eau	62
Figure 63. Chaîne d'impacts Agriculture et Ecosystèmes terrestres.....	66
Figure 64. Chaîne d'impacts Littoral, pêche et écosystèmes maritimes.....	67
Figure 65. Chaîne d'impacts Tourisme	69
Figure 66. Chaîne d'impacts Santé	69
Figure 67: Répartition des investissements cumulés par secteur d'activité	74

Liste des Acronymes / Conventions et Abréviations

ANME :	Agence Nationale pour la Maîtrise de l'Énergie
ANGeD :	Agence Nationale pour la Gestion des Déchets
ANPE :	Agence Nationale de Protection de l'Environnement
AFD :	Agence Française de Développement
AFAT :	Agriculture, Forêts et Autres Utilisations des Terres
AFOLU :	Expression anglaise de l'AFAT (Agriculture, Forestry and Other Land Use).
AND :	Autorité Nationale Désignée
AP :	Accord de Paris
BAU :	Business As Usual
BMUB :	Ministère fédéral de l'Environnement, de la Protection de la Nature de la Construction et de la Sûreté Nucléaire
BMZ :	Ministère fédéral Allemand de la coopération économique et du développement
BUR :	Biennial Update Report
CC :	Changement Climatique
CCNUCC :	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CDC :	Caisse des Dépôts et Consignations
CDN :	Contribution Déterminée au niveau Nationale
COP :	Conference of Parties (CCNUCC)
CN :	Communication Nationale
DGACTA :	Direction Générale de l'Aménagement et de la Conservation des Terres Agricoles
DGF :	Direction Générale des Forêts
DMA :	Déchets ménagers et assimilés
EE :	Efficacité Energétique
ER :	Energies Renouvelables
ETAP :	Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières
FE :	Facteur d'émissions
FNME :	Fonds National de Maîtrise de l'Énergie
FTE :	Fonds de Transition Energétique
GES :	Gaz à Effet de Serre (GHG en anglais)
Gg :	Giga- gramme (1000 tonnes)
GIEC :	Groupement Inter gouvernemental des Experts sur l'évolution du Climat (IPCC en anglais)
GIZ :	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
INDC :	Intended Nationally Determined Contributions
INS :	Institut National de la Statistique.
ktep :	1000 tonnes-équivalent pétrole.
ktCO₂e (ou ktCO₂e) :	1000 tonnes-équivalent CO ₂ (ou
kt :	kilo tonnes (1000 tonnes), équivalent aussi à Giga-grammes (Gg).
MARHP :	Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydraulique et de la Pêche
MDP :	Mécanisme de Développement Propre
MDT :	Millions de dinars tunisiens
M€ :	Million de d'Euros (1€ = 2,45 DT)

M\$:	Million de Dollars américains (1\$ = 2,3 DT)
MRV :	Measurement Reporting and Verification (Mesure-Notification et Vérification, MNV)
Mtep :	Million de Tonnes Equivalent Pétrole
MtCO_{2e} (ou MTCO_{2e}):	Million de Tonnes Equivalent CO ₂
MOM :	Matières Organiques Mortes (termes désignant les litières dans le secteur AFAT).
MW :	Méga Watt
NACAG :	The Nitric Acid Climate Action Group
NAMAs :	Nationally Appropriate Mitigation Actions (mesures d'atténuation appropriées au niveau national)
ONAS :	Office National de l'Assainissement
ONEM :	Observatoire National de l'Energie et des Mines
ONG :	Organisation Non Gouvernementale
PACTE :	Programme d'Adaptation au Changement Climatique des Territoires Ruraux de Tunisie
PIB :	Produit Intérieur Brut
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE :	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PST :	Plan Solaire Tunisien
PV :	Photovoltaïque
QA/QC :	Assurance Qualité et Contrôle Qualité
RBA 2 :	Deuxième rapport biennal de la Tunisie
RBA 3 :	Troisième rapport biennal de la Tunisie
RC :	Renforcement des capacités
R&D :	Recherche et Développement
SAO :	Substances appauvrissant la couche d'ozone
SERGAZ :	Société de Service du Gazoduc transtunisien. Société chargée du transport du gaz algérien vers l'Italie, à travers le gazoduc traversant le territoire tunisien.
STEG :	Société Tunisienne d'Electricité et de Gaz
STEP :	Station d'épuration
tep :	Tonne Equivalent Pétrole
tCO_{2e} (ou téCO₂) :	Tonne-Equivalent CO ₂
TMB :	Traitement mécano-biologique des déchets
UE :	Union Européenne
UGPO :	Unité de Gestion par Objectifs

Autres expressions/jargon utilisés dans l'inventaire des GES

*Emissions **brutes** de **CO₂ (ou GES)** : elles couvrent uniquement les émissions de CO₂ (ou GES). Ce terme exclut donc toute absorption de CO₂ par le secteur AFAT. L'expression **Emissions brutes de CO₂ (ou GES) du secteur AFAT** est aussi utilisée, et couvre uniquement les émissions de CO₂ (ou GES) du secteur AFAT, excluant donc toute absorption de CO₂ par le secteur AFAT.*

*Emissions **nettes** de **CO₂ (ou GES)** : elles couvrent les émissions de CO₂ (ou GES), desquelles sont soustraites les absorptions de CO₂ du secteur AFAT. Il s'agit donc d'émissions nettes de CO₂ (ou GES), présentant une valeur positive lorsque les émissions de CO₂ (ou GES) sont supérieures aux absorptions de CO₂, et une valeur négative lorsque les absorptions de CO₂ sont supérieures aux émissions de CO₂ (ou GES).*

L'expression **Emissions nettes de CO₂ (ou GES) du secteur AFAT** est aussi utilisée, couvrant les émissions de GES du secteur AFAT, desquelles sont soustraites les absorptions de CO₂ du secteur. Il s'agit donc d'émissions nettes, présentant une valeur positive lorsque les émissions de CO₂ (ou GES) sont supérieures aux absorptions de CO₂, et une valeur négative lorsque les absorptions de CO₂ sont supérieures aux émissions de CO₂ (ou GES).

Lignes directrices du GIEC 2006 (couramment désigné par IPCC 2006) : il s'agit du guide décrivant la méthodologie d'inventaire des GES que doivent utiliser tous les pays, dans le cadre de la réalisation de leurs inventaires. L'année 2006 désigne l'année de publication de la méthodologie, après laquelle il n'y a pas eu de nouvelle version intégrale, mais plutôt un affinement publié en 2019.

PRG : Potentiel de Réchauffement Global des gaz directs (pour une durée d'intégration = 100 ans), plus couramment connu sous son appellation anglaise Global Warming Potential "GWP". Le PRG permet de traduire l'impact radiatif de chaque gaz direct (ex. CH₄, N₂O, HFCs, etc.) rapporté à celui du CO₂ (qui est le gaz de référence, et dont le PRG est donc égal à 1).

UTCf : Utilisation des terres, leurs changements et la forêt. Expression signifiant, en partie, ce qui est défini comme AFAT (ou AFOLU). Elle n'inclut cependant pas les sources de l'agriculture n'impliquant pas l'utilisation des terres (ex. élevage).

AVANT-PROPOS

La Tunisie a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) en juillet 1993. En tant que Partie non annexe 1 à CCNUCC, la Tunisie est donc tenue de soumettre une Communication nationale (CN) tous les quatre ans. La communication Nationale est un rapport où chaque pays Partie décrira les mesures prises pour mettre en œuvre la CCNUCC, et ce en appliquant les dispositions adoptées lors de la huitième session de la Conférence des Parties (CoP) dans la décision 17/CP.8.

Conformément à ces dispositions, la CN de la Tunisie s'articule autour de 9 chapitres successifs :

- Un premier chapitre décrivant le contexte national de la Tunisie,
- Un deuxième chapitre décrivant les arrangements établis en ce qui concerne les systèmes MRV
- Un troisième chapitre présentant les résultats de l'inventaire national des émissions des gaz à effet de serre
- Un quatrième chapitre présentant les initiatives nationales entreprises et programmées contribuant à l'atténuation des GES
- Un cinquième chapitre évaluant les vulnérabilités subies par la Tunisie aux impacts des changements climatiques et les mesures d'adaptation en cours de mise œuvre et celles à adopter,
- Un sixième chapitre faisant une évaluation des besoins en termes en ressources financières, transferts de technologies, et renforcement des capacités.
- Un septième chapitre décrivant les initiatives mises en place en lien avec la recherche et l'observation systématique
- Un huitième chapitre décrivant les initiatives mises en place en ce qui concerne l'éducation, la formation et la sensibilisation,
- Un neuvième chapitre toute autre initiative en lien avec la mise en œuvre de la CCNUCC, notamment les actions transversales comme l'intégration de la question du genre dans les politiques climatiques.

Le présent document est une version synthétique de la 4^{ème} CN de la Tunisie. On y retrouvera sous une structure similaire, en 9 chapitres mais en mode condensé, tous les développements nécessaires permettant de s'informer de manière rapide sur les mesures prises par la Tunisie pour mettre en œuvre la CCNUCC.

1 Circonstances nationales

1.1 Principales caractéristiques du pays

La Tunisie est située en Afrique du Nord entre l'Algérie à l'ouest et la Libye au sud-est. Elle s'étend sur 164000 km² et possède deux façades maritimes bordant le Nord et l'Est par la Méditerranée avec 1298 km de littoral. Le pays est situé entre la longitude 7° et la longitude 12° Est (soit une largeur de 280 km) et les latitudes 32° et 38° Nord (soit une longueur de 1200 km).

Le territoire tunisien possède un relief relativement contrasté suivant les régions, entre une partie septentrionale et occidentale montagneuse, une partie orientale plane et une partie méridionale désertique et une façade maritime importante principalement orientée vers l'est. La principale chaîne de montagnes, qui traverse le pays dans le sens sud-ouest - nord- et en direction du cap Bon, est la dorsale tunisienne qui constitue l'extrémité orientale de la chaîne de l'Atlas. Entre les montagnes de cette région se trouvent des vallées et des plaines fertiles. Son point culminant est le Djebel Chambi. Le Sahara, situé au sud du pays, couvre environ 40 % du territoire.

1.1.1 Profil climatique

Il existe différentes zones climatiques du nord au sud de la Tunisie :

- Subhumide à l'extrême Nord
- Semi-aride au Nord-Ouest et au Cap Bon
- Aride dans la Tunisie centrale
- Saharien pour tout le Sud.

Les observations des 40 dernières années (1978-2012) ont révélé ce qui suit :

- Une augmentation importante des températures annuelles maximales, moyennes et minimales d'environ 2,1 °C, avec des différences régionales.
- Une légère tendance haussière non significative des précipitations cumulatives.

Quant au climat futur, une projection climatique, avec descente d'échelle de 12,5Km à 5Km, a été réalisée en 2021 par l'INM sur le territoire national. Les principales tendances mises en évidence, à partir des travaux sur les scénarios RCP4.5 et 8.5 aux horizons 2050 et 2100, sont les suivantes :

- Une augmentation de la température moyenne annuelle sur l'ensemble du territoire variant entre 1,6°C (RCP 4.5) et 1,9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2050, soit une augmentation entre 8% et 10% par rapport à la période de référence 1981-2010. Cette augmentation sera plus accentuée durant l'été.
- Compte tenu de l'effet modérateur de la mer, le gradient de réchauffement entre les zones continentales et côtières pourrait atteindre 0,5°C et 0,7°C en 2050 (RCP4.5 et RCP8.5 respectivement).
- Pour le RCP 8.5, le réchauffement des régions côtières serait entre 1,5 et 2 °C et se situerait entre 2 et 2,5 °C pour les régions continentales. L'étage saharien serait le plus fortement affecté par cette hausse des températures moyenne annuelles (pouvant atteindre 4.7°C en

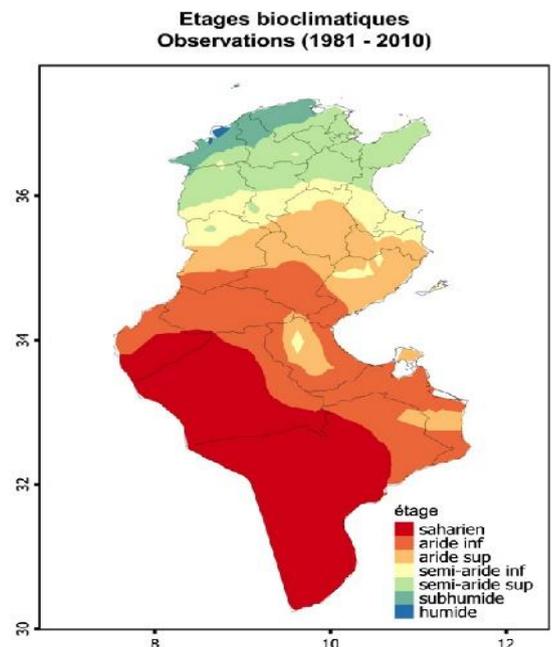


Figure 2: Etages bioclimatique en Tunisie
(Source : Institut National de la Météorologie)

2100). En revanche, les zones humides et subhumides seront les plus épargnées par cette augmentation des températures.

- Des augmentations similaires, homogènes et du même ordre de grandeur, sont attendues pour les températures minimales et maximales moyennes annuelles. Elles sont également statistiquement significatives.
- Les projections de la variation annuelle moyenne des précipitations montrent une réduction du volume global des précipitations moyennes sur l'ensemble du territoire tunisien à l'horizon 2050, variant entre (- 14 mm/an, RCP 8.5) et (- 22 mm/an, RCP 4.5), soit entre 6% et 9% par rapport à la période de référence (1981-2010).
- Au niveau du RCP 8.5, cette diminution concerne essentiellement le Nord de la Dorsale tunisienne en revanche pour le RCP 4.5, elle s'étend davantage au niveau des régions du Centre Est.
- Pour le RCP 8.5, cette diminution des cumuls annuels des précipitations concernera principalement les étages bioclimatiques humides et subhumides du Nord de la Dorsale tunisienne, allant de (- 20) à (- 60 mm/an) et susceptible d'atteindre (-140 mm/an) au niveau de l'étage humide.
- En revanche, les autres étages bioclimatiques au Centre et au Sud, présentent une tendance disparate du cumul moyen annuel des précipitations entre (- 20 mm/an) et (+ 20 mm/an). La durée des périodes d'extrêmes climatiques est également amenée à évoluer.

1.2 Démographie et développement humain

Selon l'Institut National des Statistique, la Tunisie compte au 1er janvier 2023, environ 11850 mille habitat, impliquant une densité de l'ordre de 78 habitants/km². Selon les projections démographiques de l'ONU, la population de la Tunisie atteindrait en 2058 environ 14 millions d'habitants avant de commencer à décliner lentement jusqu'à 13 millions d'habitants aux alentours de 2099.

Selon le rapport sur le développement humain, publié par le PNUD en 2020, l'Indice de Développement Humain (IDH) de la Tunisie s'est établi à 0,740 en 2019, ce qui place le pays dans la catégorie « Développement humain élevé » ; au 95^{ème} rang parmi 189 pays et territoires. Cependant, cet indice cache des inégalités au sein de la société. Si l'on considère l'Indice des Inégalités de Genre (IIG), qui fait ressortir les inégalités fondées sur le sexe dans les trois dimensions : santé procréative, autonomisation et activité économique, la Tunisie affiche un IIG de 0,296 en 2019, ce qui le place au 65^{ème} rang sur 162 pays.

1.3 Profil économique du pays

Après la révolution, l'économie tunisienne ne s'est pas améliorée. La situation a été encore affectée par la pandémie de COVID-19 et par les crises politiques que connaît le pays ces dernières années sans oublier la conjoncture géopolitique internationale.

À cause de la guerre en Ukraine et la hausse des prix internationaux des matières premières, aggravant les vulnérabilités de l'économie tunisienne, la croissance économique, qui s'est établie à 2,2 % en 2022, a contribué à une forte augmentation du déficit commercial selon les estimations du FMI. Pour 2023, le FMI s'attend à ce que la croissance ralentisse encore à 1,6 %, avant de reprendre légèrement en 2024 (2,1 %).

Le déficit public a atteint 6,8% du PIB en 2022 et le ratio de la dette au PIB est passé à 88,8 % (contre 81,8 % un an plus tôt) et devrait augmenter en 2023, pour atteindre 89,2 %.

Le tableau ci-dessous résume les principaux indicateurs économiques du pays.

Tableau 1: FMI- World Economic Outlook Database

Indicateurs de croissance	2020	2021	2022 (E)	2023 (E)	2024 (E)
PIB (milliards USD)	42,52	46,84	46,28	46,02	48,10

PIB (croissance annuelle en %, prix constant)	-8,7	3,3	2,2	1,6	2,1
PIB par habitant (USD)	3 572	3 897	3 816	3 762	3 899
Solde des finances publiques (en % du PIB)	-7,3	-6,2	-6,8	-5,5	-4,0
Endettement de l'Etat (en % du PIB)	82,8	81,8	88,8	89,2	87,1
Taux d'inflation (%)	5,6	5,7	8,1	8,5	7,9
Taux de chômage (% de la population active)	17,4	16,2	0,0	0,0	0,0
Balance des transactions courantes (milliards USD)	-2,51	-2,87	-4,20	-3,68	-3,11
Balance des transactions courantes (en % du PIB)	-5,9	-6,1	-9,1	-8,0	-6,5

1.4 Cadre stratégique de la lutte contre les changements climatiques

1.4.1 Un engagement continu vis-à-vis de la lutte contre le changement climatique

En octobre 2016, le parlement Tunisien a ratifié l'Accord de Paris à l'unanimité des voix de ses membres. Cette ratification s'inscrit dans la continuité du processus d'engagement de la Tunisie en faveur de la lutte contre le changement climatique qui a commencé par l'adoption de la CCNUCC en 1992 et sa ratification en 1993. Depuis, la Tunisie a toujours rempli ses engagements envers la CCNUCC par la soumission des communications nationales, des trois premiers rapports biennaux ainsi que de son CDN dans sa version initiale et mise à jour. Le Tableau 2 présente les principaux engagements tenus par la Tunisie envers la CCNUCC.

Tableau 2: Engagements remplis par la Tunisie vis-à-vis de la CCNUCC

Année	Objet
1992	Signature de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
1993	Ratification de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
2001	Soumission de la première communication nationale
2002	Ratification du Protocole de Kyoto
2010	Soumission des actions d'atténuation de GES dans le cadre de la mise en œuvre de l'accord de Copenhague
2014	Soumission de la deuxième communication nationale
2014	Soumission du premier rapport biennal
2015	Soumission de l'INDC
2016	Ratification de l'Accord de Paris
2016	Soumission du second rapport biennal
2019	Soumission de la troisième communication nationale
2021	Soumission CDN actualisée
2022	Soumission de la Stratégie Nationale pour le Développement Bas Carbone et Résilient aux impacts des CC
2022	Soumission du troisième rapport biennal

1.4.2 Stratégie Nationale de Développement Neutre en Carbone et Résilient aux Changements Climatiques (SNDNC-RCC)

Dans sa stratégie SNDNC-RCC, la Tunisie a opté pour **l'ambition d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.**

En termes d'intensité carbone, l'ampleur de la transition bas-carbone fait apparaître une baisse, en 2030, de 38% de l'intensité carbone dans le scénario BaC par rapport à celle du BaU ; premier jalon de la transition Bas-carbone. Elle chuterait ensuite à 0,08 tCO₂e/1000 DT PIB en 2040 dans le scénario BaC, contre 0,36 dans le BaU, soit une division par un facteur 4,4 entre les deux scénarios, et à « zéro » en 2050 et donc la neutralité, contre 0,267 dans le BaU la même année.

Pour la composante « Résilience aux impacts des changements climatiques » de la stratégie SNBC-RCC, la vision consiste à bâtir une Tunisie résiliente aux impacts des CC ayant réussi à réduire significativement la vulnérabilité et à renforcer les capacités d'adaptation de ses écosystèmes, de sa population, de son économie et de ses territoires. La portée de cette composante englobe tous les secteurs et domaines d'interventions avec une attention particulière accordée à l'eau, l'agriculture, les écosystèmes et ressources naturelles, l'aménagement du littoral, la santé et le tourisme, l'aménagement du territoire et les villes ainsi que les problématiques de genre.

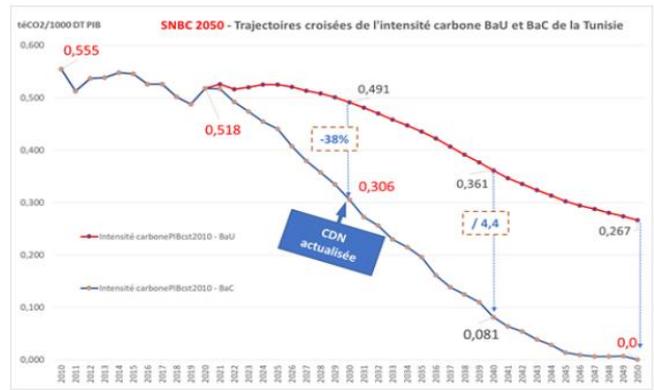


Figure 3: Evolution de l'intensité carbone selon les scénarios BaC et BaU

1.4.3 Une CDN actualisée encore plus ambitieuse

La CDN actualisée vise une réduction de l'intensité carbone de 45% en 2030 par rapport à celle de 2010, contre une baisse de seulement 41% dans le cadre de la CDN initiale.

Le rehaussement de l'ambition se reflète aussi à travers un objectif inconditionnel plus élevé montrant une volonté de la Tunisie de déployer plus d'efforts domestiques pour sauver le climat. L'effort national induit une baisse de 27% de l'intensité carbone en 2030 par rapport à son niveau de de 2010, contre seulement 13% dans la CDN initiale. L'objectif conditionné par un soutien international incrémental permet une baisse additionnelle de l'intensité carbone de 18 % en 2030 par rapport à l'année de référence 2010, à comparer à la baisse de 28% affichée dans la première CDN.

Par ailleurs, grâce à sa CDN actualisée, les émissions par habitant atteindraient 2,4 tCO₂e/habitant, alors que les émissions mondiales en 2010 atteignaient déjà 7 tCO₂e/habitant, donc à un niveau bien inférieur à la moyenne globale.

1.5 Contexte énergétique et politique de transition énergétique

1.5.1 Un déséquilibre croissant du bilan énergétique

Le paysage énergétique tunisien est marqué par un déficit énergétique structurel. Durant les dernières décennies, la production d'hydrocarbures (hors biomasse) a enregistré un rapide déclin passant de 8 Mtep en 2010 à moins de 4 Mtep en 2020. A l'inverse, la demande d'énergie primaire a connu une croissance ininterrompue, enregistrant une progression annuelle moyenne d'environ 2% sur la période 2000-2020, comme le montre le graphique suivant :

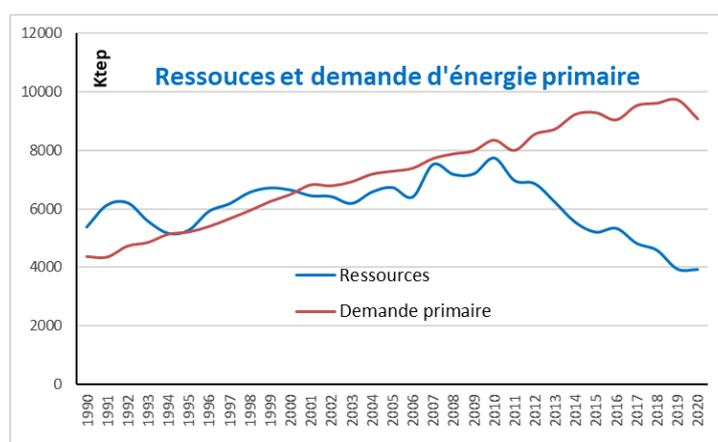


Figure 4: Ressources et demande d'énergie primaire (Source : Compilation des données de l'ONEM)

1.5.2 Une volonté ancienne de transition énergétique

Pour faire face à cette situation, la Tunisie avait toujours adopté une politique volontariste de maîtrise de l'énergie, même quand le pays était exportateur net de pétrole, soit depuis le début des années 90. Ensuite, une série de réformes et de mesures ont eu lieu pour renforcer cette politique. A ce titre, on peut citer, de manière non exhaustive, les principaux jalons suivants :

- L'amélioration progressive de la réglementation sur la maîtrise de l'énergie depuis la première loi de 2004.
- La mise en place d'avantages fiscaux pour les investissements dans la maîtrise de l'énergie,
- La création en 2005 du Fonds de Transition Energétique (Ex- FNME) pour accorder des aides aux investissements de maîtrise de l'énergie.
- L'adoption en 2015 d'une nouvelle loi permettant au secteur privé d'investir dans la production d'électricité par les énergies renouvelables, etc.
- L'adoption en 2023 d'une nouvelle stratégie énergétique à l'horizon 2035 visant une baisse de l'intensité d'énergie primaire de 3,6% par an en moyenne et une part du des énergies renouvelable dans le mix électrique de 35% en 2030 et 50% en 2035.

1.6 Dispositifs institutionnels et gouvernance climatique

La Tunisie a pris de nombreuses mesures pour renforcer le cadre institutionnel et améliorer la gouvernance climatique du pays en faveur de la mise en œuvre de l'Accord de Paris. Ainsi, en vertu du décret n°2018-263 du 12 mars 2018, une Unité de Gestion par Objectifs (UGPO) a été créée au sein du ministère de l'environnement pour :

- Assurer et renforcer la coordination de l'action climatique des acteurs publics et privés et des mesures prises pour mettre en œuvre la CDN ;
- Promouvoir l'intégration des changements climatiques dans toutes les politiques publiques,
- Renforcer les capacités aux niveaux national et local.

Par ailleurs, deux comités techniques consultatifs, respectivement dans les domaines de l'adaptation et de l'atténuation, ont été mis en place par le même Décret n°2018-263 et installés par une Décision n°69-2020 du 07 février 2020. Rattachés à l'UGPO, ces comités consultatifs contribuent à l'identification des priorités nationales, la préparation des documents s'intégrant dans le cadre de la transparence renforcée de l'Accord de Paris, la coordination et la mobilisation de coopération internationale pour l'appui technique et financier en faveur du climat.

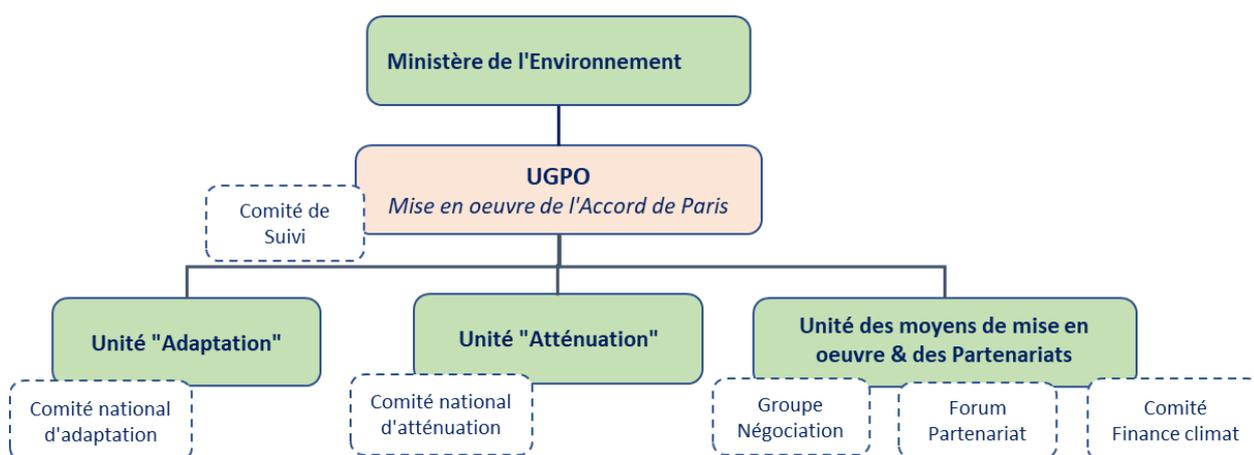


Figure 5: Organigramme de l'UGPO sur les changements climatiques

Enfin, l'UGPO intègre un groupe de travail chargé de la préparation de l'inventaire national des émissions de GES. Cordonné par l'ANME, ce groupe est composé de trois sous-groupes sectoriels : énergie et procédés industriels, AFAT et déchets solides et assainissement.

2 Arrangements institutionnels liés au MRV

Le système MRV complet, conçu en Tunisie, comprend trois composantes :

- MRV des émissions,
- MRV des politiques et mesures d'atténuation,
- MRV des soutiens.

2.1 Situation actuelle du système de transparence en Tunisie

2.1.1 Le système d'inventaire national de GES

Le **système national d'inventaire** a été lancé entre 2013 et 2016 dans le cadre des opérations d'inventaire des GES pour alimenter le 1^{er} et le 2^{ème} rapport biennal actualisé (RBA) ainsi que la première CDN. Relativement bien rodé durant ces opérations, le système a été ensuite utilisé pour la préparation des inventaires dans le cadre du 3^{ème} RBA en 2020.

Sur le plan institutionnel, la réalisation de travaux d'inventaire national de GES se base sur un groupe de travail inventaire, constitué déjà depuis 2014 et composé des sous-groupes sectoriels suivants :

- L'ANME en tant que chef de file pour les secteurs de l'énergie et les procédés industriels, et en tant que coordinateur et agrégateur de l'ensemble de l'inventaire national.
- Le Ministère de l'Agriculture des Ressources Hydrauliques et de la Pêche en tant que responsable pour le secteur de l'AFAT
- L'Agence Nationale de Gestion des Déchets responsable pour le secteur des déchets solides,
- L'Office National de l'Assainissement comme responsable pour le secteur de l'Assainissement.

Les travaux sont effectués sous l'égide du Ministère de l'Environnement et plus particulièrement sous la responsabilité de l'Unité de Gestion par Objectifs (UGPO).

Le système est structuré au tour de divers outils complémentaires qui ont été développés progressivement avec l'appui de la coopération internationale. Il s'agit en particulier des outils et sous-systèmes suivants :

- **Système d'informations des inventaires nationaux de GES** a été développé par le Ministère de l'Environnement et l'ANME, avec l'appui de la GIZ. Il permet de formaliser et de simplifier les procédures digitales d'échanges d'informations et de données entre les membres des équipes d'inventaire, d'assurer la traçabilité des opérations d'inventaire, et d'effectuer les archivages nécessaires.
- **Le système d'information sur le secteur de l'énergie de l'ONEM qui permet de** faciliter le traitement et la production des données sur le secteur énergétique, en assurer la qualité et faciliter le reporting. La mise en place de ce système d'information s'est répercutée directement et positivement sur la célérité et la qualité de disponibilité des données pour l'élaboration de l'inventaire des GES dans le secteur de l'énergie.

2.1.2 Le MRV des actions d'atténuation dans le secteur de l'énergie

Le système le plus avancé est celui de secteur de l'énergie. Il est structuré autour de 4 principaux outils :

- **Système d'informations sur la maîtrise de l'énergie et l'environnement (EnerInfo)**. Il a été développé au sein de l'ANME, et constitue un outil de calcul et de génération, en temps réel, des indicateurs énergétiques et de GES utiles pour le suivi et l'évaluation des politiques et stratégies énergétiques selon deux approches distinctes :
 - Une approche top-down qui fournit des indicateurs au niveau macro et sectoriel

- Une approche Bottom-up basée sur l'évaluation des impacts des actions et programmes de maîtrise de l'énergie.
- **Le système d'information MRV Actions de maîtrise de l'énergie.** C'est est une application Web qui a été développée par l'ANME dans le cadre du programme « TUNEREP » en complément de système EnerInfo, permettant de suivre, rapporter et vérifier en temps réel les impacts du programme national de maitrise de l'énergie. Il permet de suivre plusieurs types d'indicateurs : économies d'énergie, atténuation de GES, investissement réalisé, contribution de l'Etat, subventions évitées, gain sur la facture énergétique, etc.
- **Le système MRV Bâtiment a été** développé par l'ANME avec l'appui de la GIZ afin de suivre, rapporter et vérifier les impacts de la NAMA bâtiment avec ses trois composantes : PROSOL, PROSOL-ELEC et PROMO-ISOL.
- **Le système MRV ciment.** C'est un système d'information développé sous la forme d'une application Web destinée à mesurer, suivre, rapporter, vérifier et communiquer les impacts des investissements de maîtrise de l'énergie en termes de réduction des émissions de GES. L'application permet aussi de faire automatiquement l'inventaire des GES du secteur cimentier intégrant le volet énergie et procédés industriels.

2.2 Le système national de transparence dans le domaine de l'atténuation

Dans le cadre de l'appui par la GIZ, le Ministère de l'environnement a conçu et développé un système national de transparence dans le domaine de l'atténuation, qui soit conforme aux exigences internationales.

Désigné par système central d'information sur la transparence pour l'atténuation des GES (SCITA-GES.tn), ce système serait accessible en ligne. Il se présenterait sous la forme d'un système central, s'articulant autour de trois systèmes thématiques :

- Le Système National d'Inventaire des Emissions de GES (SNIAGES),
- Le système de suivi des mesures d'atténuation des GES, et désigné par Système National de Suivi et d'Evaluation des Mesures d'atténuation (SSEMA),
- Le système de suivi des besoins de soutiens et des soutiens reçus dans le cadre de la mise en œuvre de la CDN et désigné par Système National de Suivi des Soutiens (SNS).

Le cadre organisationnel et de coordination sera formellement défini, afin de clarifier les tâches, les rôles et les responsabilités respectives de chacune des parties prenantes.

Du point de vue règlementaire, l'établissement des trois systèmes devra s'appuyer sur un texte légal donnant une force juridique aux activités liées au trois systèmes, idéalement sous forme de Décret, suivi ensuite d'un Arrêté définissant les détails opérationnels.

L'opérationnalisation de ce système de transparence, nécessite la mise en œuvre d'un programme spécifique de renforcement de capacités et d'accompagnement des acteurs jusqu'à ce que le système soit stabilisé et au moins jusqu'à la publication du 1er BTR fin 2024 puis dans la durée. Il doit couvrir :

- Les aspects sectoriels et la définition des actions d'amélioration des méthodes ;
- Les aspects transversaux (analyses, sources clés, incertitudes, contenu des rapports, cycles d'inventaire, AQ/CQ) ;
- La coordination et la gestion de l'outil / base de données ;
- Le rapportage à la CCNUCC et les revues internationales : la participation d'experts tunisiens aux revues serait un élément essentiel de motivation pour les équipes, mais aussi de positionnement du pays dans l'expertise mondiale sur l'inventaire des GES et dans l'amélioration des méthodes.

3 Inventaire national des émissions de gaz à effet de serre

Introduction

Cette section présente, de la manière la plus synthétique possible, les résultats de l'**Edition 2023** de l'inventaire national des émissions/absorptions tunisiennes de gaz à effet de serre. Cette édition a accompli deux principales réalisations : elle a couvert, pour la première fois, la période 1990-2009, et a mis à jour l'inventaire des GES de toute la période 2010-2022.

Il est à rappeler que l'**Edition 2022**, réalisée dans le **cadre du troisième rapport biennal**, avait couvert la période 2010-2021.

Par ailleurs, les résultats de l'inventaire sont publiés pour la première fois sous le format CRT, désormais exigé de tous les pays signataires de la CCNUCC et de l'Accord de Paris.

Cet inventaire a été réalisé conformément aux lignes directrices du GIEC 2006, et couvre tous les gaz à effet de serre **direct** listés par ces lignes directrices.¹ Il couvre également les GES **indirects**,² en se référant aux lignes directrices de l'EMEP/CORINAIR.³

3.1 Synthèse des résultats de l'inventaire des GES et analyses comparées des trajectoires

3.1.1 Résultat global de l'inventaire national de GES de l'année 2021

3.1.1.1 Résultats des émissions brutes/absorptions de gaz directs

Les résultats des émissions de GES directs de la Tunisie, pour l'année 2021, sont détaillés dans le Tableau 3. A des fins de transparence, les résultats sont exprimés, à ce stade, en milliers de tonnes, avant de les retrouver dans les tableaux suivants, en équivalents-CO₂, plus particulièrement pour les substances destructrices de la couche d'ozone (HFCs, et SF₆). Il faut rappeler qu'aucune utilisation de PFCs n'a été enregistrée en Tunisie en 2021.

Tableau 3: Synthèse des émissions de GES directs de la Tunisie en 2021

Emissions/Absorptions nettes	Emissions de CO ₂ (Gg)	Absorptions de CO ₂ (Gg)	Net CO ₂ (Gg)	(Gg)		GgéCO ₂	Gg
				CH ₄	N ₂ O	HFCs	SF ₆
TOTAL	35 364,8	-17 254,3	18 110,5	354,8	8,45	990,4	0,00033
1 - Energie	27 515,2		27 515,2	111,2	1,05		
<i>1 - A Combustion</i>	<i>27 289,8</i>		<i>27 289,8</i>	<i>11,9</i>	<i>1,02</i>		
<i>1 - B Fugitives</i>	<i>225,4</i>		<i>225,4</i>	<i>99,3</i>	<i>0,02</i>		
2 - Procédés industriels et utilisation des produits	4 875,3		4 875,3	0,0	0,82	990,4	0,00033
3 - Agriculture, Forêt, et Autres Affectations des Terres	2 950,6	-17 254,34	-14 303,7	106,5	6,20		
4 - Déchets	23,73		23,7	137,1	0,38		

¹ Dioxyde de carbone (CO₂), Méthane (CH₄), Oxyde nitreux (N₂O), et gaz fluorés de type Hydrofluorocarbures (HFCs), et autres PFCs, SF₆, etc.

² Plus communément désignés par précurseurs de l'ozone : Oxydes d'azote (NO_x), Monoxyde de carbone (CO), Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM), et Dioxyde de Soufre (SO₂).

³ Les lignes directrices du GIEC invoquent les émissions de gaz indirect, mais renvoient aux lignes directrices de l'EMEP/CORINAIR pour les questions méthodologiques. Les émissions de ces gaz ont donc été estimées dans le présent inventaire, en se référant aux lignes directrices de l'EMEP/CORINAIR.

En convertissant les émissions des gaz directs en éCO_2 , moyennant le passage par leurs PRG respectifs, le bilan des émissions brutes de GES directs s'établit à 46,6 millions de téCO_2 (Tableau 4).

Tableau 4: Synthèse des émissions brutes des GES directs en 2021 (ktéCO_2)

	CO2	CH4	N2O	HFCs	SF6	TOTAL
TOTAL	38980,4	8870,9	2519,4	990,4	7,4	51 368
1 - Energie	27515,2	2780,3	311,6			30 607
<i>1 - A Combustion</i>	27289,8	297,7	305,2			27 893
<i>1 - B Fugitives</i>	225,4	2482,6	6,4			2 714
2 - Procédés industriels et utilisation des produits	4875,3	0,0	245,3	990,4	7,4	6 118
3 - Agriculture, Forêt, et Autres Affectations des Terres	6566,1	2663,0	1849,0			11 078
4 - Déchets	23,73	3427,6	113,6			3 565

En 2021, le secteur de l'énergie confirme son poids en tant que plus grand contributeur aux émissions brutes de GES directs, avec 30,6 millions téCO_2 ; soit environ 60% des émissions nationales brutes de l'année 2021 (Figure 6). Plus des neuf-dixièmes des émissions imputables à l'énergie sont dues à la combustion.

Avec plus de 11 millions téCO_2 ; soit environ 21% du bilan des émissions brutes, l'AFAT est le second contributeur aux émissions tunisiennes brutes, mais très loin derrière le secteur de l'énergie. Viennent ensuite les procédés (environ 12%), et le secteur des déchets (6,9%).

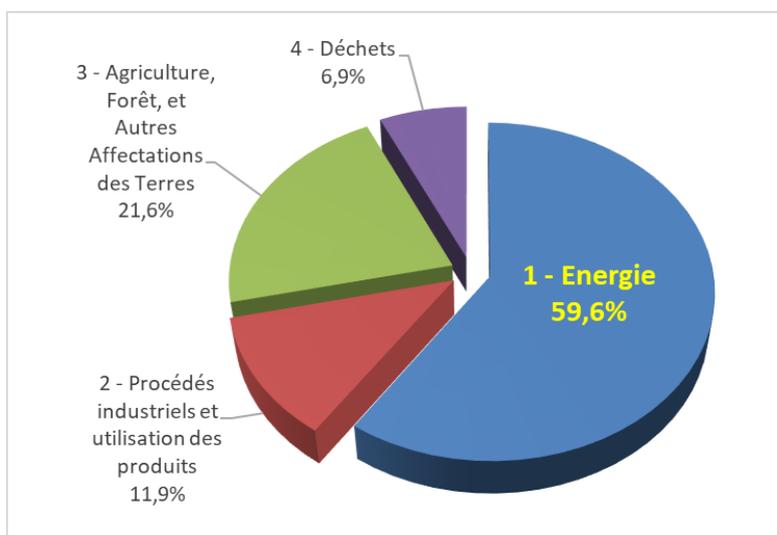


Figure 6: Répartition des émissions brutes de GES directs de la Tunisie par source en 2021 (%)

En ce qui concerne les absorptions de carbone, issues du secteur AFAT, elles se sont élevées à plus de 17 millions de téCO_2 , compensant ainsi largement les émissions du secteur AFAT.

Les résultats de l'inventaire de l'année 2021 montrent la large domination des émissions de CO_2 qui ont frôlé les 39 millions de tonnes soit 76% des émissions brutes nationales de GES directs en 2021 comme le montre la Figure 7. Le CH_4 représente, quant à lui, le second gaz émis, avec 17% des émissions nationales brutes en 2021, suivi du N_2O , et des HFCs, représentant respectivement 5%, et 2% des émissions tunisiennes brutes de GES. Les émissions de SF_6 restent, quant à elles, insignifiantes.

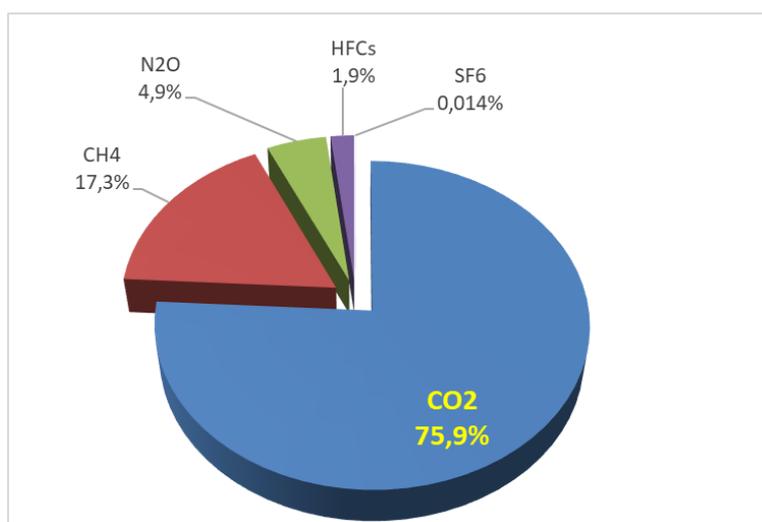


Figure 7: Répartition des émissions brutes de GES directs par type de gaz de la Tunisie en 2021 (%)

3.1.1.2 Résultats des émissions nettes de gaz directs

Les émissions nettes de gaz directs de la Tunisie ont atteint 34,1 millions de téCO₂ en 2021 (Tableau 5). Ces émissions sont dominées par le secteur de l'énergie, qui est le plus grand contributeur aux émissions nettes de GES, avec 30,6 millions téCO₂. Les procédés industriels émettent, quant à eux, 6,1 millions téCO₂ ; venant ainsi en deuxième position après l'énergie. Avec 3,6 millions téCO₂, les déchets viennent en 3^{ème} et dernière position.

Tableau 5: Synthèse des émissions nettes des GES directs de la Tunisie en 2021 (téCO₂)

	Net CO2	CH4	N2O	HFCs	SF6	TOTAL
TOTAL	21 726,0	8 870,9	2 519,4	990,4	7,4	34 114,2
1 - Energie	27 515,2	2 780,3	311,6			30 607,1
1 - A Combustion	27 289,8	297,7	305,2			27 892,7
1 - B Fugitives	225,4	2 482,6	6,4			2 714,4
2 - Procédés industriels et utilisation des produits	4 875,3	0,0	245,3	990,4	7,4	6 118,4
3 - Agriculture, Forêt, et Autres Affectations des Terres	-10 688,2	2 663,0	1 849,0			-6 176,2
4 - Déchets	23,7	3 427,6	113,6			3 564,9

Le secteur AFAT (Agriculture, Forêt et Autres utilisations des Terres) est, quant à lui, absorbeur net de GES, avec un bilan net de -6,2 millions de téCO₂, grâce aux importantes capacités d'absorption du secteur (-17,2 millions téCO₂), lesquelles compensent largement les émissions du secteur (11 millions téCO₂).

Les résultats de l'inventaire en termes d'émissions nettes, se singularisent par la domination du CO₂ (64%, Figure 8) dont les émissions nettes ont atteint 21,7 millions de tonnes (Tableau 5). Avec 8,9 millions de téCO₂ ; soit 26% des émissions tunisiennes nettes de GES, le CH₄ vient en seconde position ; suivi du N₂O (2,5 millions de téCO₂ ; soit environ 7% des émissions nationales), et HFCs (990 ktéCO₂ ; soit presque 3% des émissions nationales). Les émissions de SF₆ restent, quant à elles, insignifiantes.

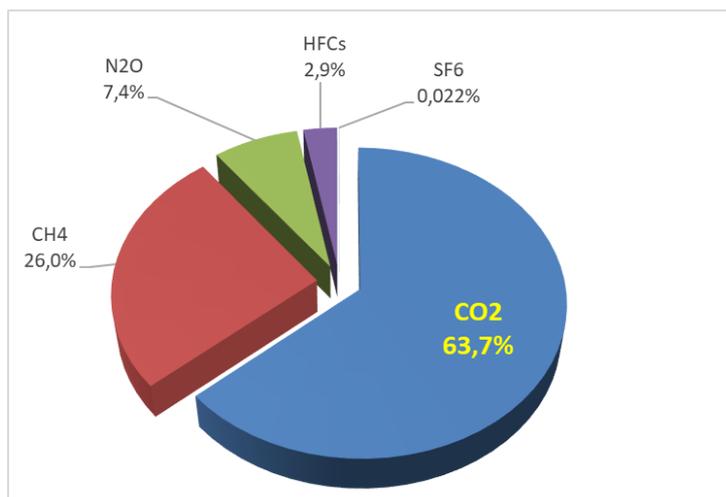


Figure 8: Répartition des émissions nettes de GES directs par type de gaz de la Tunisie en 2021 (%)

3.1.1.3 Résultats des émissions de gaz indirects

En ce qui concerne les émissions de gaz indirects (Figure 9), elles sont dominées par le CO (233 ktonnes). Les émissions de COVNM et de NOx suivent de très loin ; avec respectivement 107 et 86 ktonnes, puis viennent les émissions de SO₂, avec 46 ktonnes.

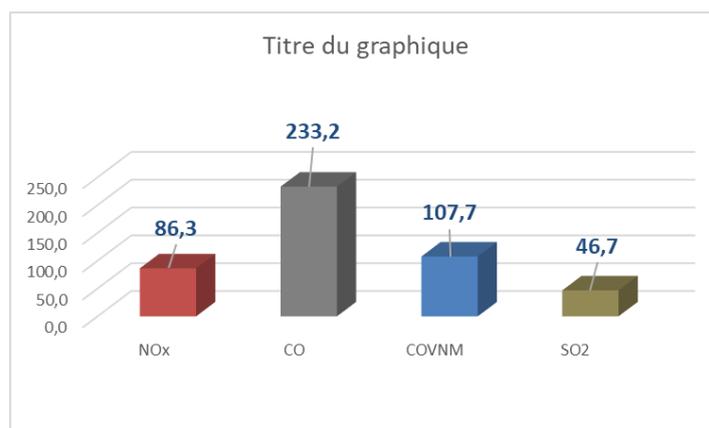


Figure 9 : Emissions de GES indirects par type de gaz de la Tunisie en 2021 (Gg)

3.1.2 Dynamique récente 2010-2022

L'édition 2023 de l'inventaire des GES,⁴ couvrant toute la période 1990-2022, a donné les trajectoires suivantes des émissions de gaz à effet de serre à la fois nationales et par secteur :

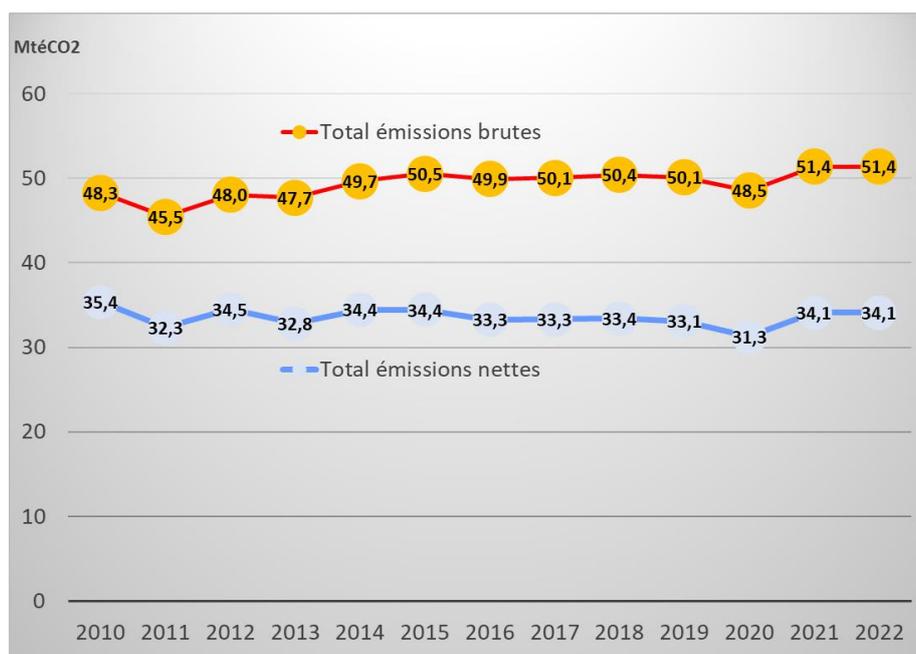
⁴ Réalisé sur la base de la méthodologie de l'IPCC2006.

Tableau 6: Historique des émissions de GES de la Tunisie d'après les résultats de l'édition 2023 de l'inventaire des GES (ktCO₂e)

Emissions Totales (100 téCO ₂ e)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Energie	29 005	27 135	28 554	28 465	29 278	29 632	29 216	29 907	29 696	29 466	28 467	30 607	30 135
1.A - Fuel Combustion Activ	24 193	23 059	24 319	24 513	25 946	26 525	26 118	27 084	27 128	27 205	26 142	27 893	27 392
1.B - Fugitive emissions from	4 812	4 076	4 236	3 951	3 332	3 107	3 098	2 822	2 568	2 261	2 324	2 714	2 743
2. Procédés indust	5 328	4 600	5 468	5 510	6 527	6 655	6 316	5 960	6 344	6 047	5 395	6 118	6 132
3. AFAT	-1 688	-2 145	-2 400	-4 084	-4 277	-5 068	-5 488	-5 825	-6 096	-5 976	-6 120	-6 176	-5 974
Emissions	11 234	10 987	11 121	10 782	10 946	11 055	11 178	10 929	10 905	11 057	11 138	11 078	11 301
Absorptions	-12 922	-13 132	-13 521	-14 866	-15 224	-16 123	-16 666	-16 754	-17 001	-17 033	-17 258	-17 254	-17 274
4. Déchets	2 742	2 752	2 891	2 950	2 911	3 200	3 212	3 273	3 455	3 550	3 539	3 565	3 797
4.A.B.C.E - Déchets solides	1 986	2 064	2 177	2 287	2 222	2 506	2 470	2 552	2 761	2 808	3 015	3 003	3 168
4.D - Assainissement	756	688	714	663	689	694	742	720	693	742	524	562	629
Emissions nettes (ktéCO₂)	35 387	32 342	34 513	32 840	34 438	34 418	33 256	33 314	33 398	33 087	31 280	34 114	34 090
Emissions Totales (GgCO₂e)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Emissions brutes-Inv.2023	48 308	45 475	48 034	47 706	49 662	50 541	49 922	50 068	50 399	50 119	48 539	51 368	51 364
Absorptions-Inv.2023	-12 922	-13 132	-13 521	-14 866	-15 224	-16 123	-16 666	-16 754	-17 001	-17 033	-17 258	-17 254	-17 274
Emissions Nettes-Inv.2023	35 387	32 342	34 513	32 840	34 438	34 418	33 256	33 314	33 398	33 087	31 280	34 114	34 090

Les émissions tunisiennes nettes de GES ont atteint 34 MtéCO₂e en 2022, restant quasi stables par rapport à 2021, et réalisant une baisse par rapport à 2010 (-3,7%). L'année 2021 avait enregistré une forte reprise haussière des émissions nettes par rapport à 2020 (+9%) ; compensant très largement la baisse de 2020 induite par la pandémie COVID et la baisse de l'activité économique en découlant.

Les émissions brutes observent une tendance plutôt contrastée selon les périodes (Figure 10), avec deux chutes ; respectivement en 2011 (due à la révolution) et en 2020 (due au COVID), une première période de légère hausse (2010-2015) puis une relative stabilité entre 2015 et 2019, et enfin une légère reprise en 2021.


 Figure 10: Trajectoires respectives des émissions brutes et des émissions nettes de la Tunisie entre 2010 et 2022 (MtCO₂e)

Dans cette nouvelle édition de l'inventaire des GES, l'année 2021 reste toujours l'année du pic des émissions brutes de toute la période, au même titre d'ailleurs que 2022. Par contre, au niveau des émissions nettes, l'année 2021 se débarrasse de sa peu envieuse position d'année pic, grâce à l'augmentation notable des absorptions, laissant donc le pic des émissions nettes à l'année 2010, qui ne dispose pas d'autant d'absorptions.

Il va de soi qu'étant donné la baisse des émissions nettes, contre une hausse PIB, l'intensité carbone - qui est le paramètre visé par l'objectif de la CDN- enregistre une baisse notable (-14,6%) sur toute la période 2010-2022. Cette baisse assez conséquente est due à parts égales à la légère baisse des émissions nettes en 2022, d'une part, et au réajustement à la hausse des émissions nettes de 2010, dans le cadre de la mise à jour et donc des recalculs de l'inventaire des GES pour toute la période 2010-2021, d'autre part.

Tableau 7: Trajectoire de l'intensité carbone de la Tunisie observée sur la période 2010-2022

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Intensité carbone réelle (Inv. 2023)	0,561	0,523	0,536	0,496	0,506	0,500	0,477	0,469	0,458	0,449	0,464	0,491	0,479

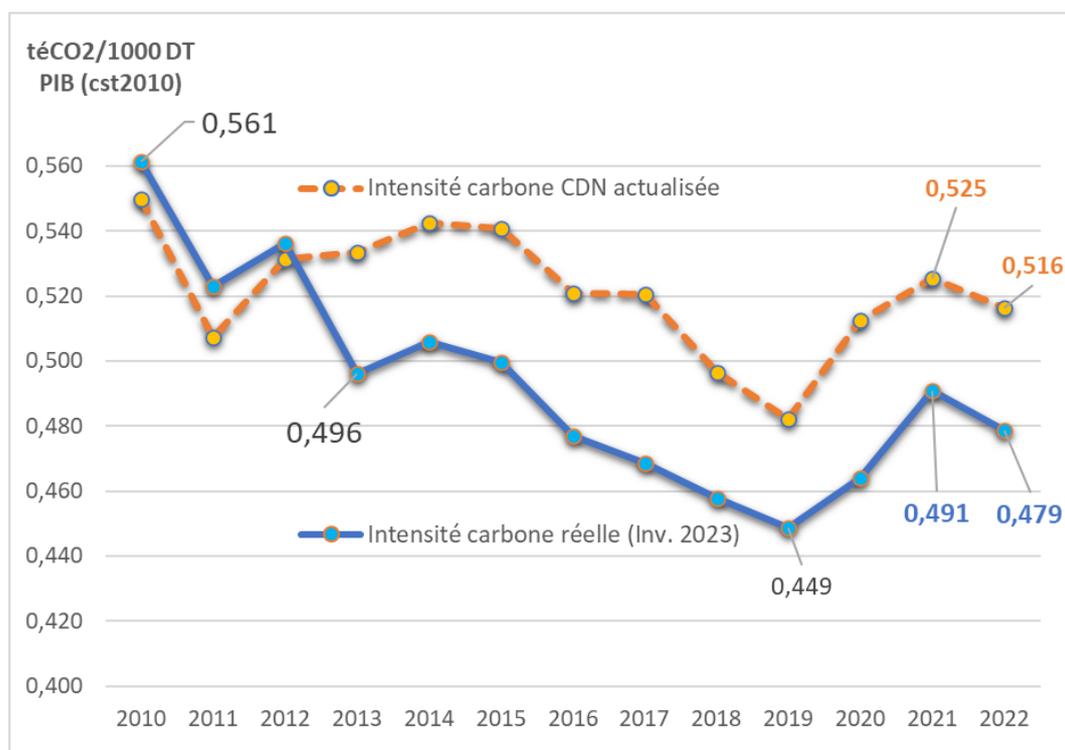


Figure 11: Trajectoires croisées de l'intensité carbone de la Tunisie sur la période 2010-2022 telle que ressortant des travaux d'inventaire de la CDN actualisée (2021) et de la présente édition 2023 de l'inventaire

Les contributions sectorielles aux émissions nationales brutes se caractérisent par une relative stabilité (Figure 12), avec la prépondérance du secteur de l'énergie (environ 59% des émissions nationales brutes en 2022), suivi de l'AFAT (22%), puis des procédés (11,9%) et enfin des déchets (7,4%). Tout au plus verra-t-on les procédés et surtout les déchets gagner quelques points aux dépens de l'énergie et de l'AFAT, sur toute période 2010-2022.

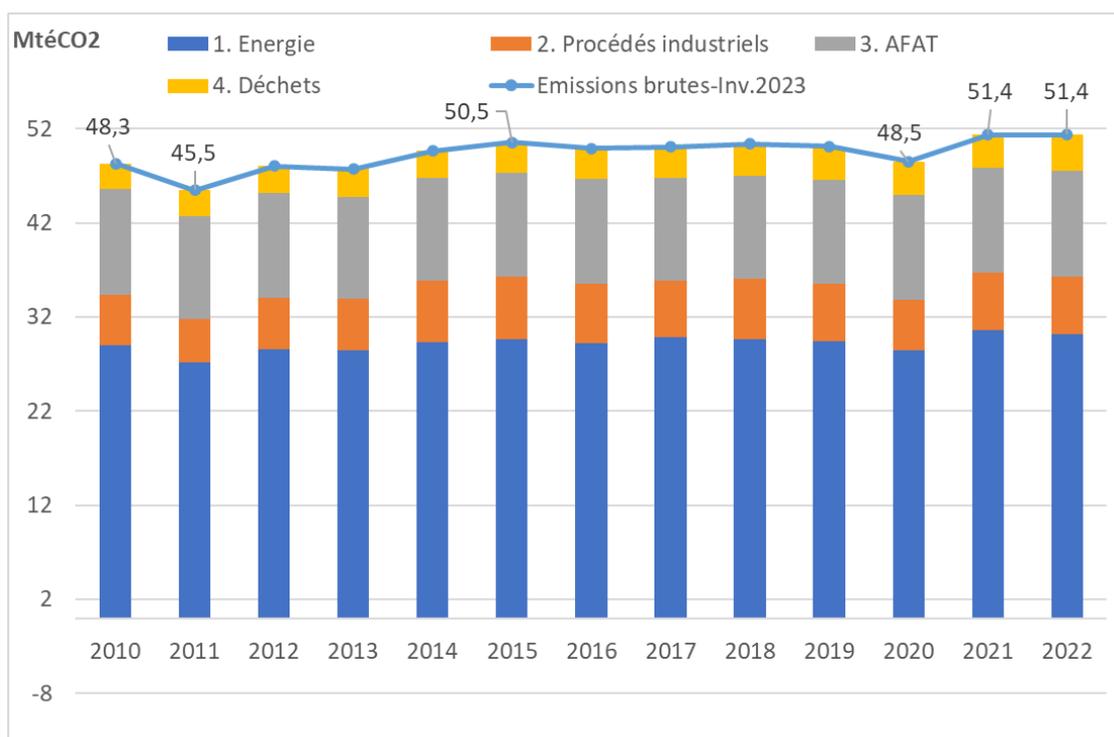


Figure 12: Evolution des émissions nationales brutes par secteur sur la période 2010-2022 (MtCO₂e)

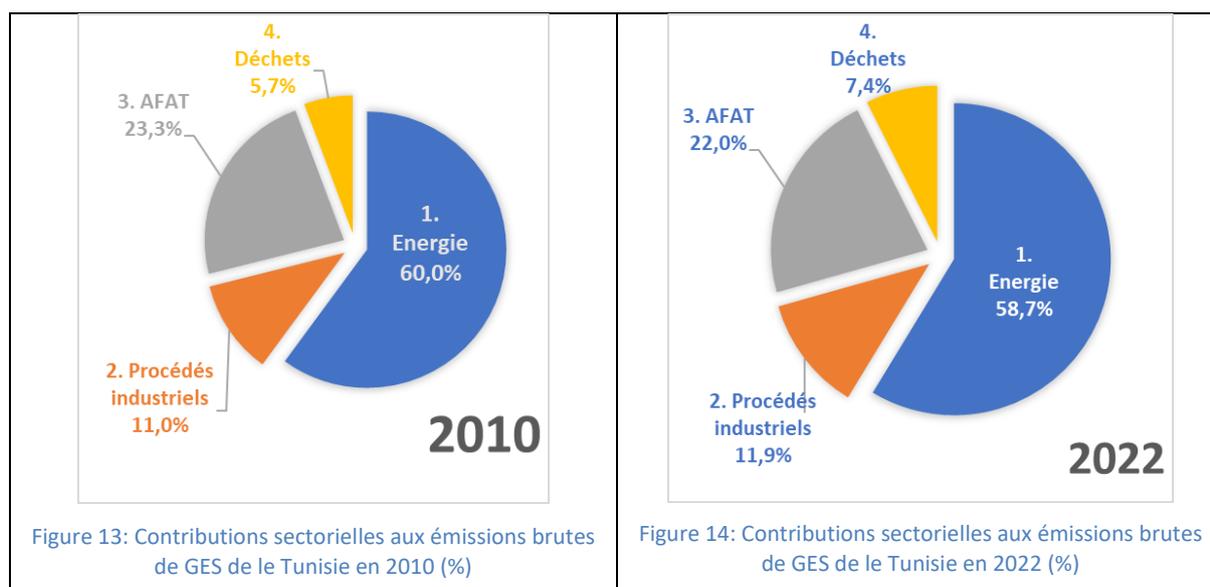


Figure 13: Contributions sectorielles aux émissions brutes de GES de la Tunisie en 2010 (%)

Figure 14: Contributions sectorielles aux émissions brutes de GES de la Tunisie en 2022 (%)

3.1.3 Dynamique longue 1990-2022

La revue de la trajectoire tendancielle 1990-2022 (Figure 15) montre un profil contrasté, avec une hausse régulière des émissions nettes durant les deux premières décennies, qui passent de 22,2 MtéCO₂ en 1990 à 35,4 MtéCO₂ en 2010, soit une hausse de 59% sur la période.

Au-delà de 2010, les émissions nettes enregistrent un profil légèrement baissier, se stabilisant aux alentours de 32-34 MtéCO₂/an, hormis 2020 qui est une année d'exception en raison de la pandémie COVID, où les émissions nettes sont tombées à 31 MtéCO₂. En conséquence, l'année 2010 reste l'année du pic des émissions nationales de GES, pour toute la période 1990-2022.

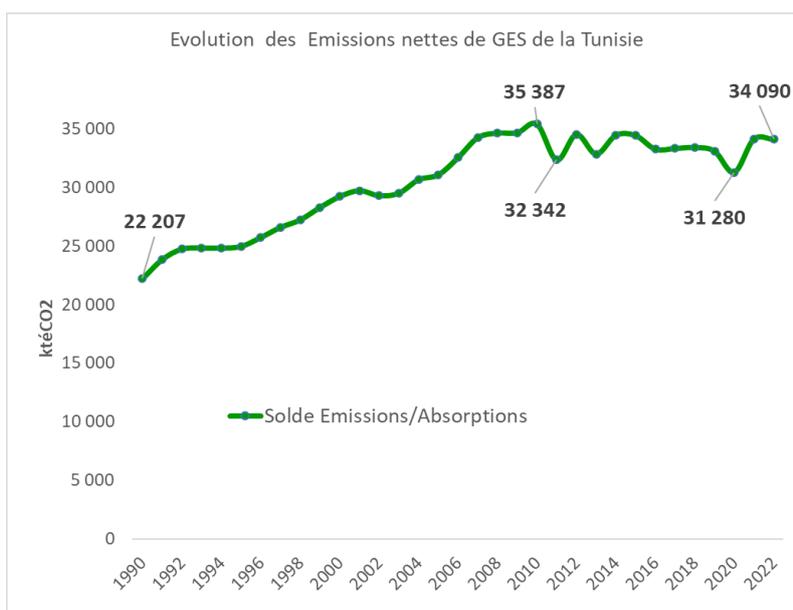


Figure 15 : Trajectoire d'évolutions des émissions nettes de GES de la Tunisie sur la période 1990-2022 (MtéCO₂).

Comme on le constate dans la Figure 15, les prémices d'un tassement des trajectoires sont déjà apparues depuis les années 90. Toutefois, la conjonction d'un contexte économique défavorable après la révolution de 2010, et amplifié lors de la crise du COVID, ne permettent pas de conclure de manière franche à une relation de causalité entre les politiques climatiques engagées par la Tunisie et la stagnation des émissions de GES.

Une analyse des relations de causalité pourra se faire à travers une revue des trajectoires plus fines ; par exemple les émissions brutes vs les absorptions. On pourra, ainsi, noter que les émissions brutes ont augmenté de 60% sur toute la période ; passant de 32,1 MtéCO₂ à 51,4 MtéCO₂. Toutefois, 94% de cette hausse s'est déroulée entre 1990 et 2010 ; preuve qu'il y a eu une véritable décélération de la trajectoire à partir de 2010, les raisons pouvant être en partie imputables à la conjonction des effets de la révolution de 2010, du COVID de 2020, mais aussi des orientations claires, depuis les années 90, vers des profils de développement finalement plus en phase avec le climat, comme d'ailleurs tend à le montrer l'évolution sur le long terme de l'intensité carbone (Figure 18).

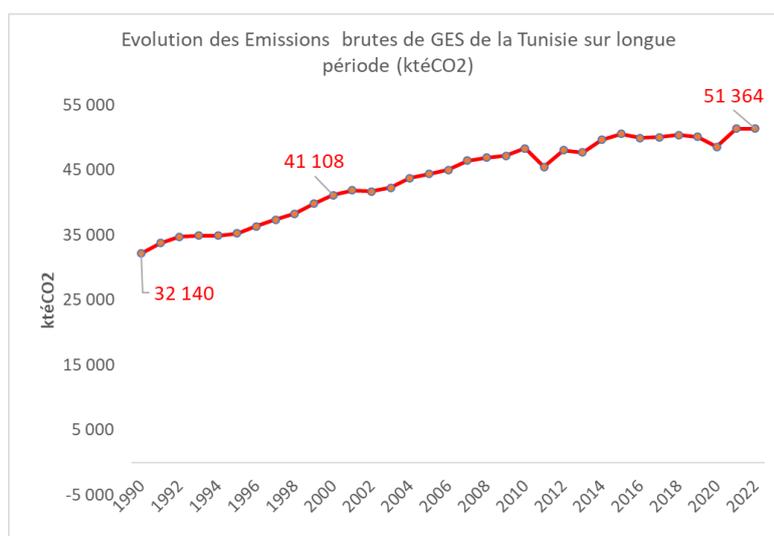


Figure 16: Evolution des émissions brutes de GES de la Tunisie sur longue période (MtéCO₂)

En ce qui concerne les absorptions, elles ont augmenté dans une bien plus large mesure (+73%) entre 1990 et 2022); passant de -9,9 MtéCO₂ à -17,3 MtéCO₂.

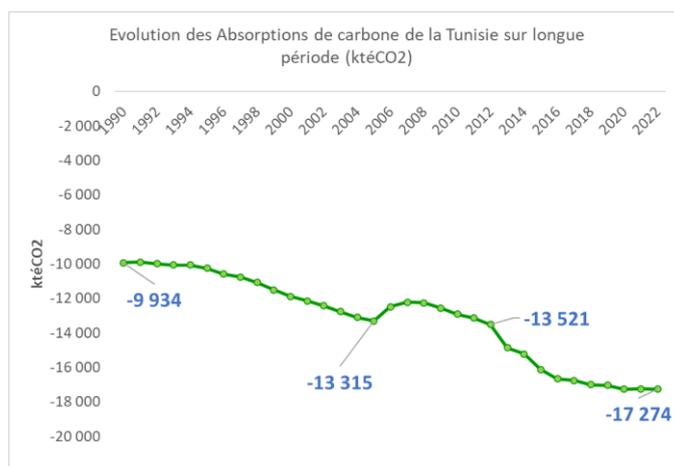


Figure 17: Evolution des absorptions de carbone de la Tunisie sur longue période (MtéCO₂)

C'est donc, assurément, cette forte hausse des absorptions, conjuguée à la stagnation des émissions brutes qui permet d'améliorer notablement les performances GES de la Tunisie. La hausse des absorptions découle clairement d'une véritable politique nationale ininterrompue de soutien au reboisement, et surtout aux plantations arboricoles ; principalement les oliveraies, dont les effets comptables se font nettement sentir sur les absorptions de la Tunisie.

En ce qui concerne l'évolution de l'intensité carbone,⁵ et comme on peut le noter dans la Figure 18, la baisse est franche est régulière ; l'intensité passant -dans ce qui pourrait être assimilé à un business-as-usual- de 0,864 téCO₂/1000 DT de PIB⁶ en 1990 à 0,561 en 2010.

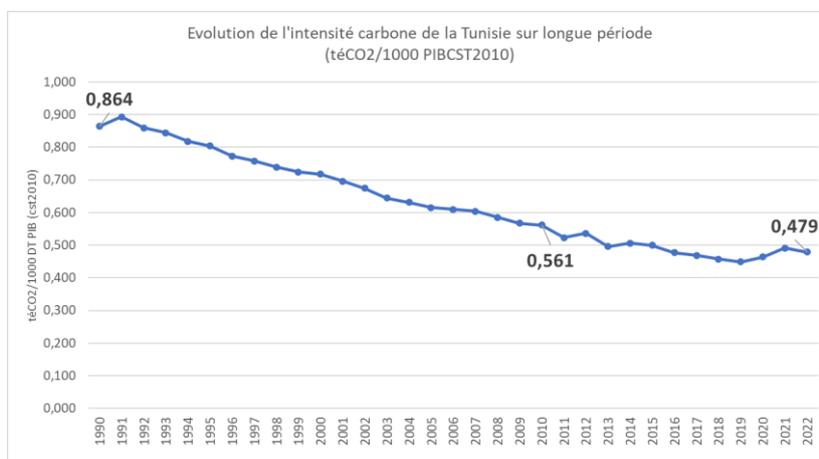


Figure 18: Evolution de l'intensité carbone de la Tunisie sur longue période

On tentera, dans les prochaines sections, de décrypter -selon l'approche top-down basée sur l'inventaire des GES- les liens de causalité entre politiques sectorielles et émissions de GES.

⁵ L'intensité carbone est calculée sur la base des émissions nationales nettes.

⁶ PIB exprimé à prix constants 2010.

3.2 L'Énergie (CRF 1)

Dans le secteur de l'Énergie (CRF1), les émissions de gaz à effet de serre se déroulent dans plusieurs étapes successives des filières : (i) la prospection et l'exploitation des sources d'énergies primaires, (ii) leur conversion sous forme d'énergies secondaires via le raffinage, la transformation électrique et la carbonisation du bois en charbon de bois, (iii) la transmission et la distribution des combustibles et, (iv) la consommation finale des combustibles dans les applications stationnaires et mobiles.

L'une des principales bases d'information pour le secteur CRF 1 est le bilan énergétique national réalisé et publié chaque année par l'Observatoire National de l'Énergie et des Mines (ONEM).

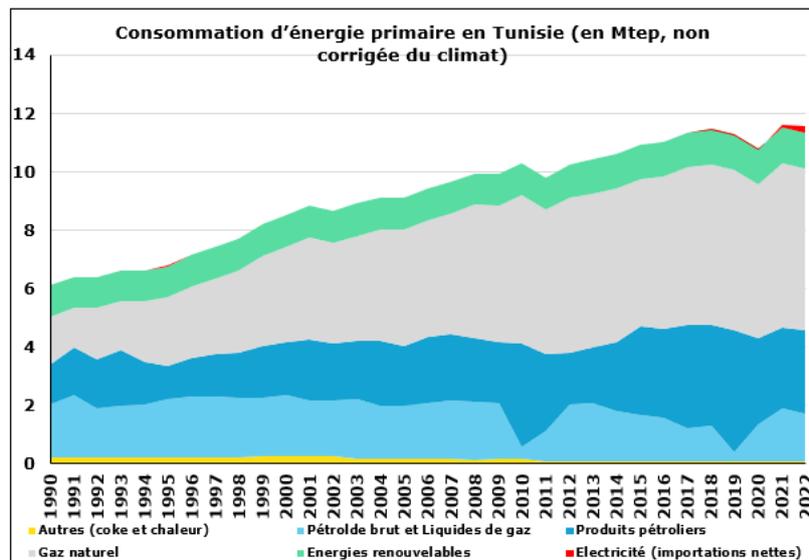


Figure 19 : Historique de la consommation d'énergie primaire en Tunisie sur la période 1990-2022 (non corrigée des variations climatiques) - Mtep

En données réelles non corrigées des variations climatiques, la consommation d'énergie primaire de la Tunisie s'établit à 11,6 Mtep en 2021 et 2022. Le mix énergétique primaire réel de la Tunisie se compose de 48 % de gaz naturel, 39 % de produits pétroliers, 11% d'énergies renouvelables (dont 9 % de biomasse, et le reste du solaire thermique, solaire photovoltaïque, énergie éolienne et énergie hydraulique) et 1,9 % de chaleur des procédés et d'importations nettes d'électricité.

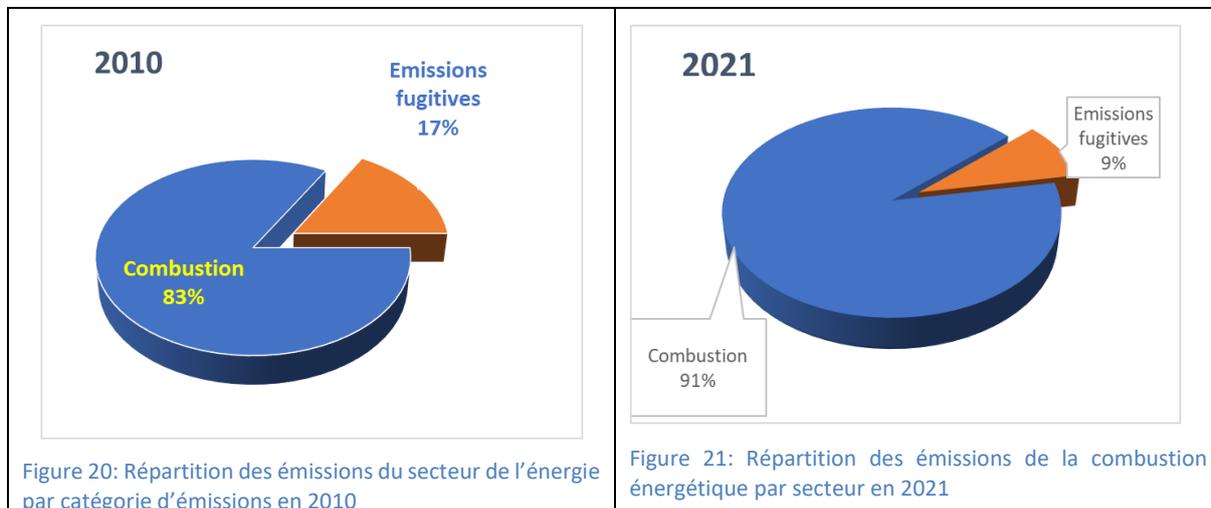
Sur toute la trajectoire 1990-2022, la consommation d'énergie primaire a connu une hausse globale de 93% ; soit 2% de croissance annuelle moyenne. C'est très largement en dessous du rythme de croissance du PIB, qui a progressé à 3,2% par an en moyenne, sur toute la période. Grâce à ces rythmes de croissance divergents, l'intensité énergétique (primaire), a connu une chute de 30% entre 1990 et 2022.

On peut néanmoins distinguer deux principales périodes de croissance de la demande d'énergie : (i) une première période 90-2010 caractérisée par une relative forte croissance de la demande d'énergie ; à hauteur de 2,7% par an en moyenne, et (ii) une seconde période 2010-2022, où on assiste à une décélération de la croissance de la demande d'énergie ; à moins de 1% en moyenne annuelle.

3.2.1 Résultat global de l'inventaire du secteur de l'énergie pour l'année 2021 et évolution des structures des émissions

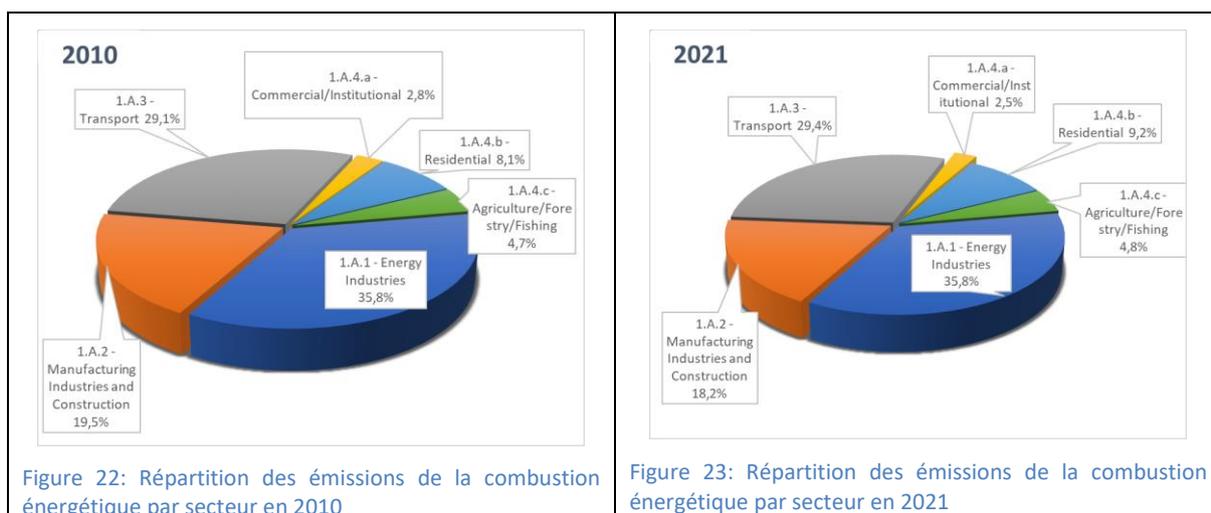
Pour la présente édition de l'inventaire GES, les émissions de l'ensemble du secteur de l'énergie ont atteint 30,6 MtCO₂e en 2021, contribuant à hauteur de 60% des émissions nationales brutes de la même année. L'énergie est donc, et de loin, la première source d'émissions du pays, représentant presque 3 fois les émissions de l'AFAT, qui est le deuxième secteur émetteur par ordre d'importance.

Comme le montre la Figure 20, les émissions du secteur de l'énergie proviennent à hauteur de 91% de la combustion énergétique, et à hauteur de 9% des émissions fugitives. Il est intéressant de mettre en exergue le fait que les émissions fugitives représentaient 17% des émissions du secteurs de l'énergie, en 2010 (Figure 19). Ceci dénote du prolongement de la chute des activités de production et d'exploitation des champs pétroliers et gaziers en Tunisie. Notons enfin qu'en 1990 les émissions fugitives représentaient 22% des émissions dues à l'énergie.



Pour l'année 2021 (Figure 23), au niveau de la combustion, les émissions sont dominées par les industries énergétiques, avec 36% des émissions attribuables à la combustion. Le transport vient en 2^{ème} position ; avec 29%, suivi de l'industrie (18%). Les trois autres secteurs (Résidentiel, tertiaire, et agriculture et pêche) ne totalisent à eux 3 que 17% des émissions due à la combustion ; au sein desquels on notera la domination notable du résidentiel (9%).

En comparant à l'année 2010 (Figure 22), on notera qu'il n'y a pas véritablement de grandes mutations dans la structure des émissions, la majorité des secteurs gardant à peu de choses près les mêmes contributions, à la simple exception du résidentiel qui aura gagné un point aux dépens de l'industrie.



Il faudrait revenir très loin dans le temps, plus précisément en 1990, pour repérer les véritables mutations, où on rappellera justement le poids important de l'industrie (27%), la relative faible part du transport (22%), et la domination bien moins écrasante des industries énergétiques (31%).

En **2021**, les émissions dues à l'énergie sont dominées par le CO₂ (90%), suivi du CH₄ (9%), puis du N₂O (1 %). Comparativement, le CH₄ représentait 14% des émissions du secteur de l'énergie en 2010, confirmant le poids des émissions fugitives ; qui sont justement principalement composées de CH₄.

3.2.2 Trajectoires historiques

3.2.2.1 Historique 2010-2022

Les émissions de l'énergie ont enregistré une progression relativement faible : à peine 4%% entre 2010 et 2022 ; soit 0,3% de croissance annuelle moyenne.

Historiquement, les émissions du secteur ont toujours été très largement dominées par les industries énergétique (secteurs pétrolier, gazier, électrique, et carbonisation), qui s'établissaient à 8,7 MtéCO₂ en 2010 ; contribuant pour 36% des émissions dues à la combustion en 2010, et atteignant 9,2 MtéCO₂ en 2022, soit une croissance annuelle moyenne de 0,5% seulement. Cette faible croissance induit une baisse dans sa contribution aux émissions dues à la combustion, qui passe à 34% en 2022.

Pour les industries manufacturières, la tendance est à peu près la même, passant de 4,7 MtéCO₂ à 5 MtéCO₂ ; soit 0,6% de croissance annuelle moyenne entre 2010 et 2022.

Finalement, le transport est le seul secteur important à avoir enregistré une croissance ferme, passant de 7 MtéCO₂ à 8,4 MtéCO₂ ; soit 1,5% de croissance annuelle moyenne entre 2010 et 2022. Ce faisant, sa part dans les émissions imputables à la combustion passe de 19 à 21% entre 2010 et 2022.

Enfin, le résidentiel, en tant que secteur jouant un rôle secondaire dans la contribution aux émissions dues à la combustion (8% en 2010) est celui qui réalise la plus forte croissance annuelle moyenne (2,5%), entre 2010 et 2022, gagnant au passage presque 2 points, puisque représentant désormais 9,6% des émissions dues à la combustion en 2022.

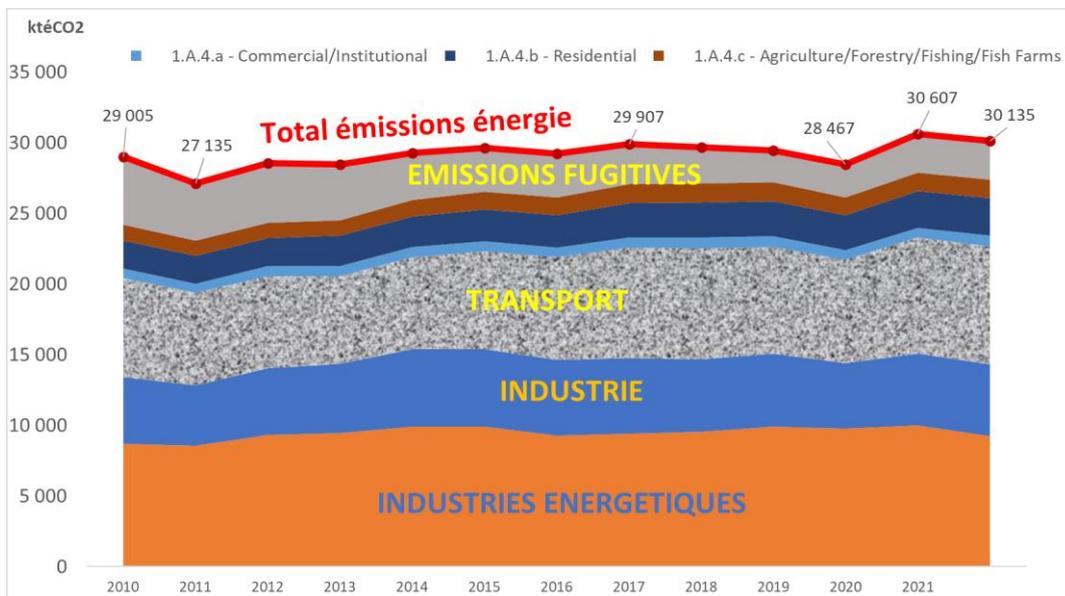


Figure 24 : Evolution des émissions de GES de l'énergie par source (ktCO₂e) de 2010 à 2022

3.2.2.2 Historique 1990-2022

L'historique complet des émissions du secteur par source est présenté dans la Figure 25. Celle-ci montre une progression assez ferme de ces émissions (+77% en 32 ans ; soit 1,8% de croissance annuelle moyenne), passant de 17 MtéCO₂ en 1990 à 30 MtéCO₂ en 2022. La progression des émissions dues à l'énergie a connu en quelque sorte une trêve en 2010. En effet, alors que les émissions augmentaient au rythme moyen de 600 ktéCO₂/an, elles n'augmentaient plus que de 83 ktéCO₂ sur la période 2010-2022.

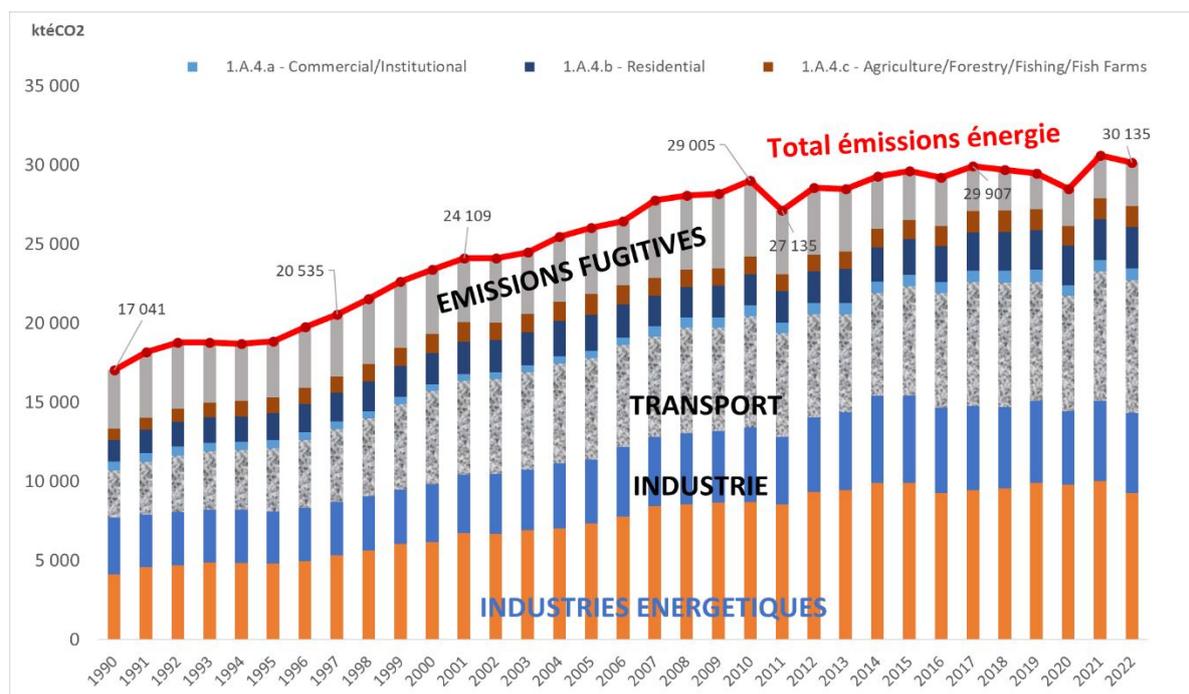


Figure 25: Série longue -1990-2022- de l'historique des émissions imputables à l'énergie en Tunisie (MtéCO₂)

Au-delà des mutations économiques majeures qui ont jalonné l'histoire de la Tunisie durant les trois dernières décennies, et des efforts notables de développement et de vulgarisation de la maîtrise de l'énergie, au sein desquels l'amélioration des performances du secteur électrique a largement contribué, le changement du mix de la demande par forme d'énergie en faveur d'énergies plus propres a joué un rôle essentiel. Plus précisément, alors que le gaz naturel ne représentait que 27% du bilan d'énergie primaire de la Tunisie en 1990, il contribue désormais pour quasiment le double en 2022. Le facteur d'émission du gaz étant environ 20% inférieur à celui des combustibles liquides, la hausse de sa contribution à la demande primaire entraîne évidemment une baisse du facteur d'émission moyen induit à l'échelle nationale.

3.3 Procédés industriels et utilisation des produits (CRF 2)

Cette section concerne les émissions dues aux pratiques de production et de consommation couvertes exclusivement par ce qui est désigné par « procédés industriels et utilisation des produits-PIUP » (CRF2), en tant que source d'émissions de GES d'après la nomenclature du GIEC.

3.3.1 Résultat global de l'inventaire du secteur des procédés pour l'année 2021

Pour la présente édition de l'inventaire GES, les émissions de l'ensemble du secteur des procédés industriels ont atteint 6,1 MtCO₂e en 2021, contribuant à hauteur de 12% des émissions nationales brutes de la même année. Il vient donc en troisième position des sources d'émissions du pays, après l'énergie et l'AFAT.

Comme le montre la Figure 34, les émissions du secteur des procédés industriels proviennent à hauteur de 77% des industries minérales et à hauteur de 16% de l'utilisation des gaz fluorés. Les autres sources contribuent de façon peu significative aux émissions du secteur, avec cependant le secteur de la chimie (largement dominé par l'acide nitrique), qui se détache, contribuant à hauteur de 4% des émissions de GES du secteur.

Par ailleurs, le secteur est dominé à hauteur de 80% par les émissions de CO₂, et dans une moindre mesure par les HFCs (16%).

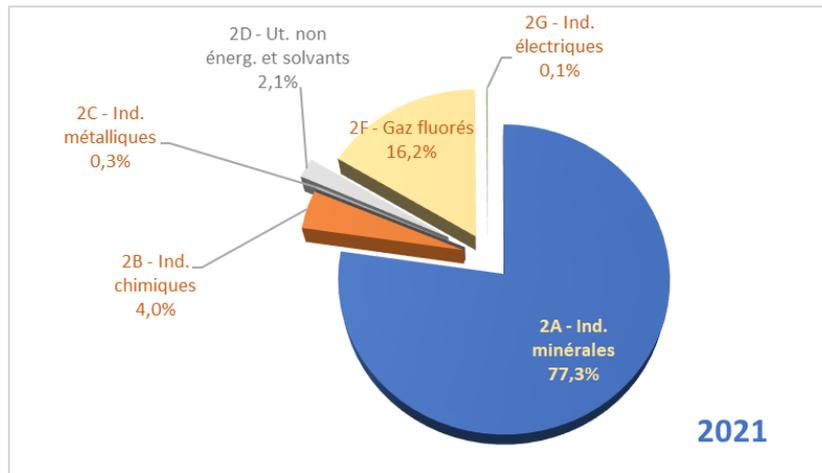


Figure 26: Répartition des émissions dues aux procédés industriels par source en 2021 (%)

3.3.2 Trajectoires historiques

3.3.2.1 Historique 2010-2022

Les émissions des procédés industriels ont enregistré une progression relativement faible : 15% entre 2010 et 2022 ; soit 1,2% de croissance annuelle moyenne.

Historiquement, les émissions du secteur ont toujours été très largement dominées par les industries minérales (ciment, briques, verre, céramiques, etc.), qui contribuaient pour 90% des émissions du secteur en 2010, et perdant cependant d'importance au fil des années, pour atteindre 77% en 2022.

A l'opposé, alors qu'ils représentaient à peine 3% des émissions du secteur en 2010, et étaient 3^{ème} derrière l'industrie chimique, les gaz fluorés ont commencé à prendre de plus en plus d'importance, devenant 2^{ème} dès 2013, en contribuant pour presque 17% en 2022.

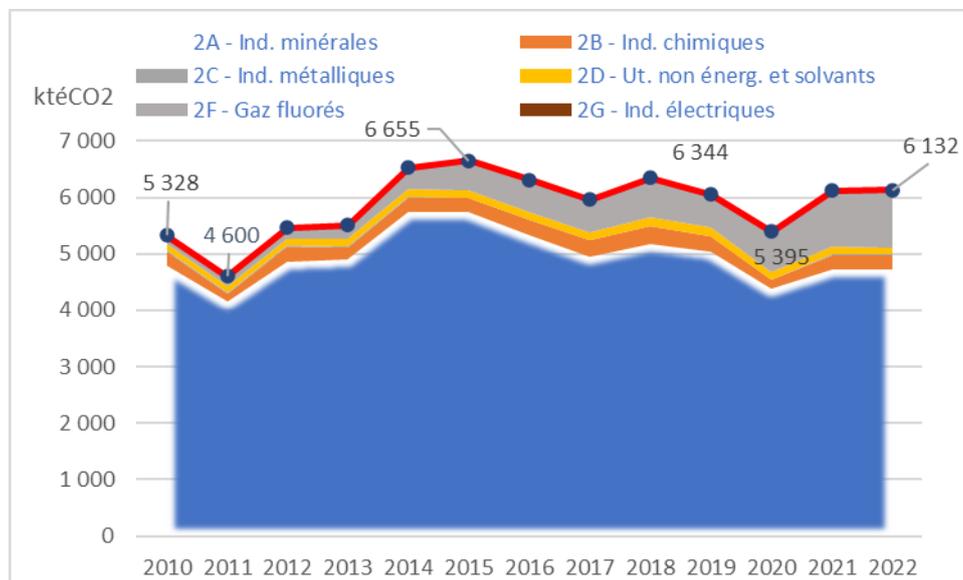


Figure 27 : Evolution des émissions de GES procédés industriels par source (ktCO₂e) de 2010 à 2022

La trajectoire légèrement haussière des émissions du secteur intervient principalement sous l'impulsion des gaz fluorés, dont les émissions de GES ont été multipliés par un facteur 7 entre 1990 et 2022. A l'inverse, les émissions dues aux industries minérales se sont stabilisées en 2022 à la même valeur que celle de 2010 ; soit 4,7 MtéCO₂, après un pic à 5,7 MtéCO₂ en 2013.

3.3.2.2 Historique 1990-2022

L'historique complet des émissions du secteur par source est présenté dans la Figure 37. Celle-ci montre la progression assez ferme de ces émissions (+46% en 32 ans ; soit 1,2% de croissance annuelle moyenne), passant de 4,2 MtéCO₂ en 1990 à 6,1 MtéCO₂ en 2022. Cette hausse des émissions du secteur est principalement due à la forte augmentation de la production du ciment, surtout à partir de 2002, mais aussi à la forte hausse de l'utilisation de gaz fluorés à partir de 2013-2014.

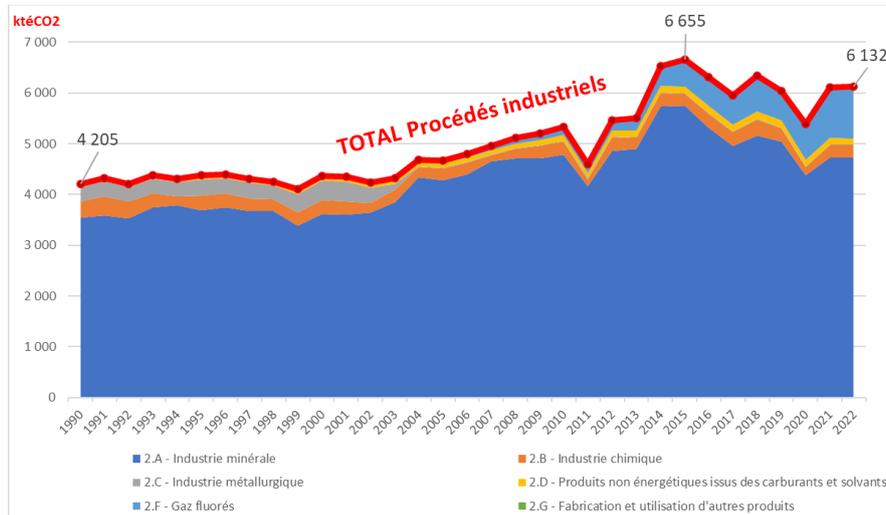


Figure 28: Série longue -1990-2022- de l'historique des émissions imputables aux procédés industriels en Tunisie (MtéCO₂)

3.4 L'Agriculture, la foresterie et les autres affectations des terres (AFAT-CRF3 &4)

En plus d'être un secteur vital pour l'indépendance et les équilibres alimentaires de la Tunisie, le secteur de l'AFAT est un secteur essentiel pour les équilibres écologiques du pays.

Il s'agit, par ailleurs, d'un des piliers des politiques climatiques, en ce sens qu'il induit des interactions GES permanentes et dans les deux sens (émissions et absorptions) entre les activités humaines provenant du secteur de l'Agriculture, Forêts et Autres utilisations des Terres (AFAT), d'une part, et l'atmosphère, d'autre part.

3.4.1 Résultat global de l'inventaire du secteur AFAT pour l'année 2021

En Tunisie, le secteur AFAT comporte deux caractéristiques marquantes : (i) les absorptions compensent très largement les émissions du secteur, lui permettant de dégager un bilan absorbeur net, et (ii) les émissions sont partagées de manière assez égale entre les 4 sources qui le composent, et que.

Les émissions du secteur de AFAT ont atteint 11 MtCO₂e en 2021, dont environ 60% du CO₂ et 24% du CH₄. Le secteur AFAT contribue pour environ 22% des émissions nationales brutes de la même année. C'est donc, le second secteur émetteur de GES en Tunisie, après l'énergie.

Comme le montre la Figure 29 traduisant ces chiffres, les émissions du secteur AFAT de l'année 2021 sont réparties de manière très égalitaire ; aux alentours du ¼ des émissions du secteur pour chacune de quatre principales sources.

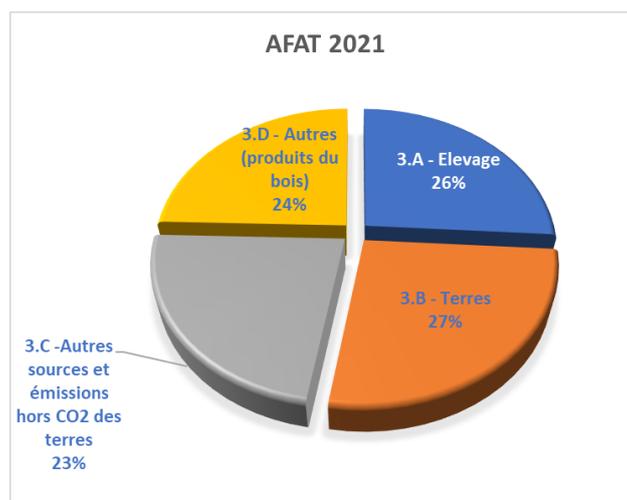


Figure 29: Répartition des émissions dues à l'AFAT par source en 2021 (%)

En ce qui concerne les **absorptions** de carbone, issues du secteur AFAT, elles se sont élevées à 17,2 millions de tCO₂e en 2021. Ces absorptions proviennent principalement des terres agricoles, grâce à l'arboriculture : 69% des absorptions du pays en 2021 ; et spécialement l'oliveraie qui est très développée en Tunisie. Très loin derrière, en seconde position, on trouvera les terres forestières avec 28%.

S'agissant des **émissions nettes**, comme c'est le cas depuis la fin des années 90, et grâce à des capacités d'absorption compensant très largement les émissions, le secteur AFAT dégage un bilan absorbeur net de GES en 2021, de l'ordre de -6,2 millions de tCO₂e.

3.4.2 Trajectoires historiques

3.4.2.1 Historique 2010-2022

Le secteur AFAT est un secteur généralement stable en ce qui concerne ses pratiques, et donc on retrouvera d'assez faibles variations de sa trajectoire d'émissions de GES sur la durée (Figure 30), avec des variations interannuelles des émissions inférieures à 5%.

La trajectoire de la composante absorptions de l'AFAT est à l'opposé ; puisqu'elle est la principale responsable des variations du bilan GES du secteur de l'AFAT. Comme le montre la Figure 30, les absorptions passent de -12,9 MtéCO₂ en 2010, à 17,2 MtéCO₂ ; soit une amélioration du bilan des absorptions de 34% en 12 ans.

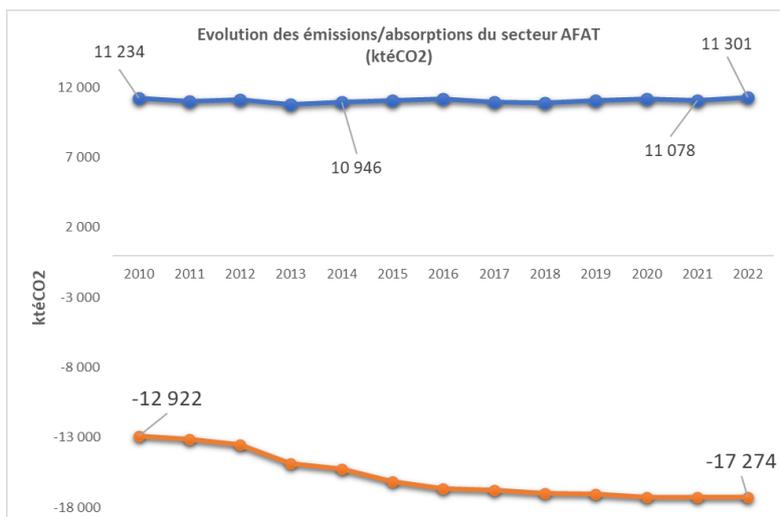


Figure 30 : Evolution des émissions de GES du secteur AFAT par source (ktCO₂e) de 2010 à 2021

La simultanéité de la stagnation des émissions, et de l'augmentation des absorptions, induit un bilan d'absorption nette en amélioration notable sur la période 2010 à 2022.

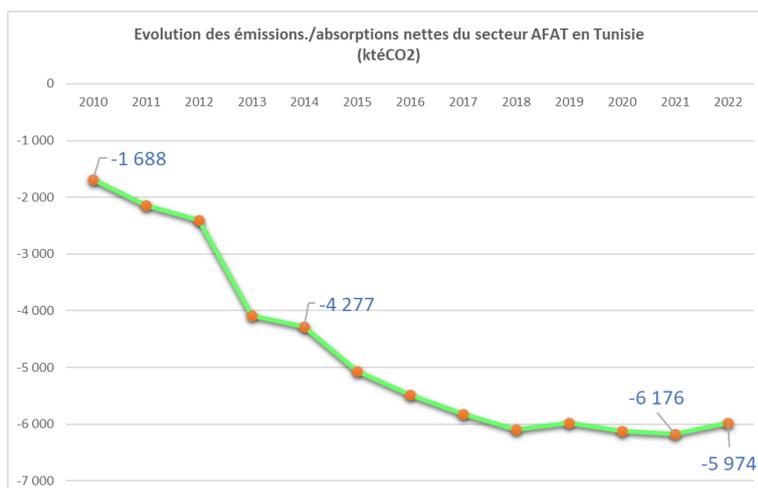


Figure 31: Evolution des absorptions nettes de GES du secteur AFAT sur la période 2010-2022

3.4.2.2 Historique 1990-2022

L'historique complet des émissions/absorptions du secteur par source est présenté dans la Figure 32. Celle-ci montre la progression assez modeste des émissions (à peine 18% en 32 ans) ; en contrepartie d'une forte progression des absorptions, qui passent de -9,9 MtéCO₂ en 1990 à -17,3 MtéCO₂ en 2022, soit une amélioration de 75% en 32 ans.

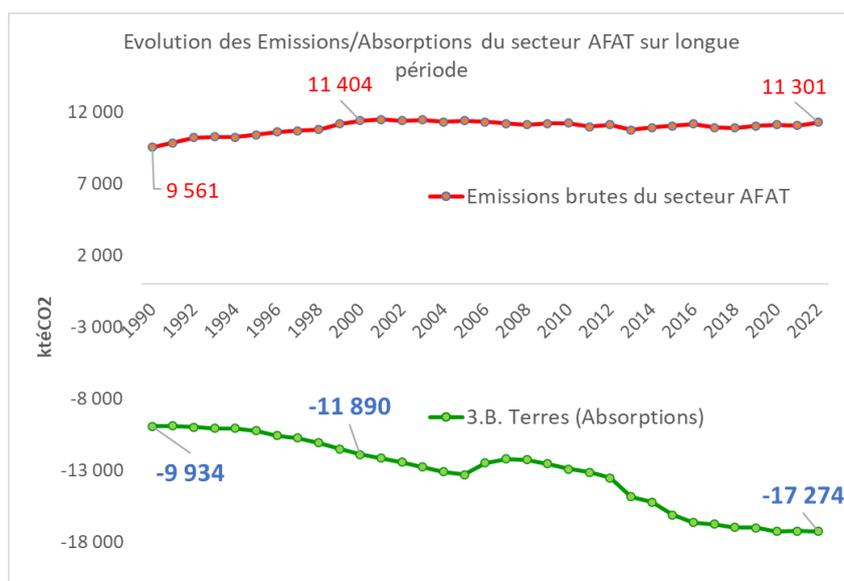


Figure 32: Série longue de l'historique des émissions/absorptions du secteur AFAT en Tunisie (MtéCO₂)

En conséquence, le secteur AFAT enregistre une amélioration notable du bilan d'absorptions nettes sur la période 1990-2022. En effet, après un intermède assez bref entre 1991 et 1996, où la balance émissions/absorptions a été légèrement au-dessus de zéro, reflétant donc des émissions nettes, la courbe de la balance émissions/absorptions s'est définitivement installée dans la partie négative, jusqu'à atteindre presque - 6 MtéCO₂ en 2022 ; reflétant donc une large compensation des émissions du secteur AFAT par les absorptions, et lui conférant un statut définitif d'absorbeur net.

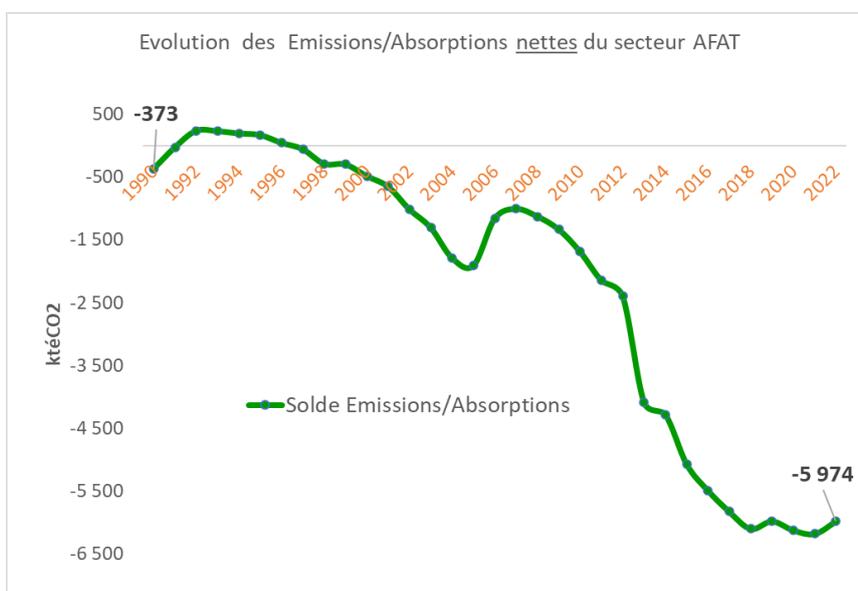


Figure 33: Série longue de l'historique du solde net des émissions/absorptions du secteur AFAT en Tunisie (MtéCO₂)

3.5 Les déchets (CRF-5)

Les déchets (CRF5) figurent parmi les sources majeures d'atteinte à l'environnement local en Tunisie, mais le traitement des déchets contribue également aux émissions de Gaz à Effet de Serre, et principalement du CH₄, et, dans une moindre mesure du N₂O et du CO₂.

3.5.1 Résultat global de l'inventaire du secteur des déchets pour l'année 2021

Pour la présente édition de l'inventaire GES, les émissions de l'ensemble du secteur des déchets ont atteint 3,6 MtCO₂e en 2021, contribuant à hauteur de 7% des émissions nationales brutes de la même année. Il vient donc, loin derrière les trois autres sources d'émissions du pays.

Comme le montre la Figure 34, les émissions du secteur déchets proviennent à plus des 80% du stockage des déchets solides et à hauteur de 16% du traitement des eaux usées. Les autres sources contribuent de façon peu significative aux émissions du secteur, soit à peine 3% pour les deux sources réunies.

Par ailleurs, le secteur est dominé à hauteur de 96% par les émissions de CH₄.

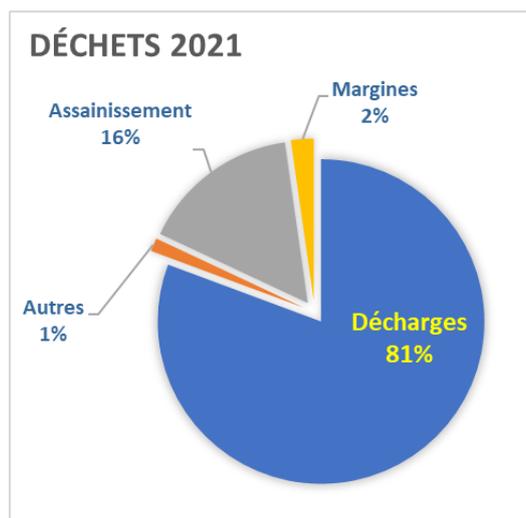


Figure 34: Répartition des émissions dues aux déchets par source en 2021 (%)

3.5.2 Trajectoires historiques

3.5.2.1 Historique 2010-2022

Les émissions imputables aux déchets ont enregistré une progression relativement forte : 38% entre 2010 et 2022 ; soit 2,75% de croissance annuelle moyenne.

Les émissions du secteur sont dominées par deux sources : les déchets ménagers et l'assainissement. Cette domination ne s'est pas démentie sur toute la période 2010-2022, comme montre la Figure 35.

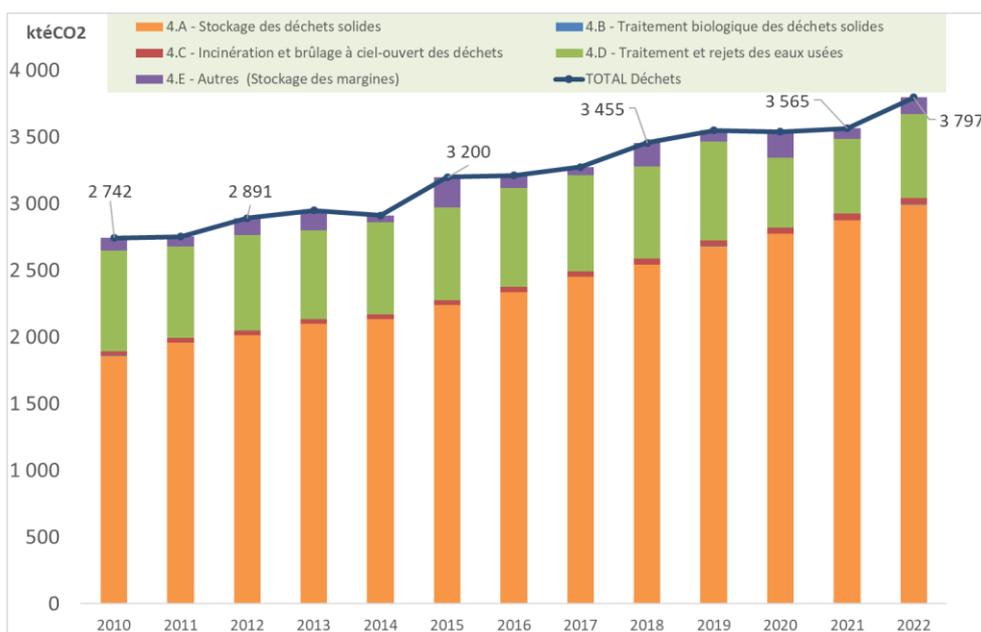


Figure 35 : Evolution des émissions de GES du secteur des déchets par source (ktCO₂e) de 2010 à 2022

La trajectoire haussière des émissions du secteur intervient principalement sous l’impulsion des décharges d’ordures ménagères dont les émissions auront enregistré une progression de plus de 60% entre 2010 et 2022. A l’inverse, la part des émissions dues à l’assainissement a très largement régressé entre 2010 et 2022 ; passant de 28% à 16%, essentiellement sous l’impulsion de l’amélioration des modes de traitement, en modes aérobie des eaux usées.

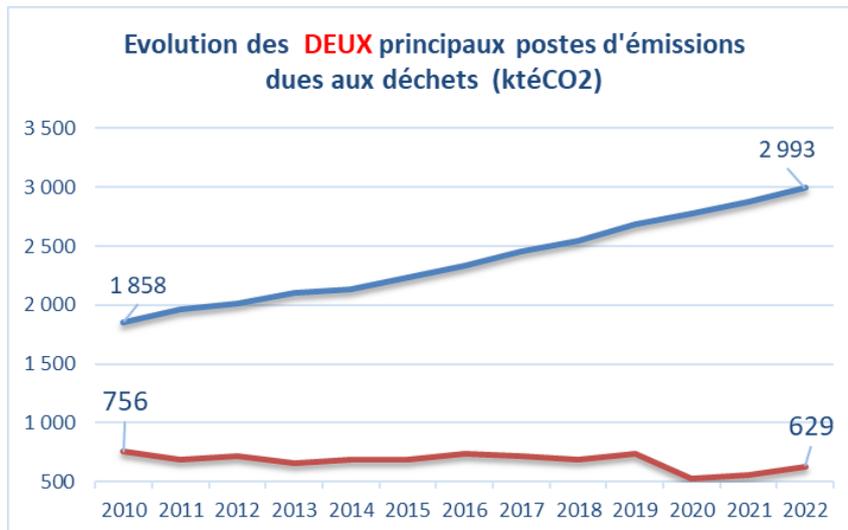


Figure 36 : Evolution des DEUX principaux postes d'émissions dues aux déchets (ktCO₂e)

3.5.2.2 Historique 1990-2022

L’historique complet des émissions du secteur par source est présenté dans la Figure 37. Celle-ci montre la forte progression de ces émissions, principalement due à la forte augmentation des quantités de déchets solides générés, alliée à l’adoption de l’exploitation des décharges contrôlées, dont les facteurs d’émission sont généralement élevés.

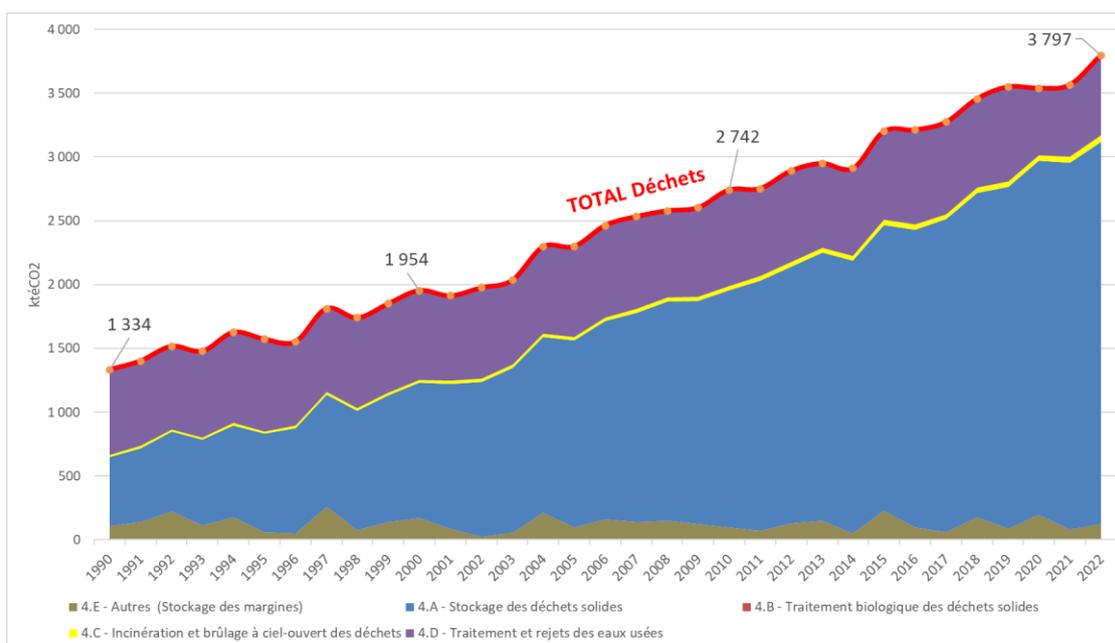


Figure 37: Série longue de l'historique des émissions imputables aux déchets en Tunisie (MtCO₂)

Selon cette trajectoire, les émissions de GES imputables aux déchets sont passées de 1,3 MtCO₂e en 2010 à 3,8 MtCO₂e en 2022, soit un quasi triplement en 32 ans, et un rythme moyen de 3,2%/an. On notera non sans surprise que les mises en décharge ne représentaient pas plus de 540 ktéCO₂ en 1990 ; soit à peine 27% des émissions du secteur. La progression de ces émissions a été telle qu'elles ont enregistré plus d'un quintuplement entre 1990 et 2022, dépassant le secteur de l'assainissement pour la première fois en 1996, et prenant le large très rapidement après.

4 Politiques et mesures d'atténuation des émissions de GES

4.1 Introduction

Le présent chapitre présente les politiques d'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) telles que prévues par la CDN, et fournit quelques éléments d'évaluation et d'analyse des progrès accomplis dans la mise en œuvre de ces politiques.

Le chapitre s'articule autour de deux principales sections :

- Une section synthétisant la **politique nationale** d'atténuation des GES, sur laquelle la Tunisie mise pour parvenir aux objectifs de la CDN actualisée
- Une section analysant **les politiques sectorielles** d'atténuation, qui représentent les fondements de la politique nationale, et sur la base desquelles a été défini l'objectif national défini par la CDN actualisée.

4.2 Politique d'atténuation au niveau national

La Tunisie a soumis sa première CDN à la COP en septembre 2015, et l'a actualisée et soumise en octobre 2021.

Dans sa CDN actualisée, la Tunisie a défini un objectif d'atténuation des GES exprimé en intensité carbone (IC), comme dans la première version soumise en 2015. Dans la CDN actualisée, l'**objectif** annoncé par la Tunisie est de **baisser son intensité carbone en 2030 de 45% par rapport** à celle de **2010**, ce qui représente un relèvement de l'ambition, par rapport à la première CDN, qui visait une baisse de son intensité carbone de 41% entre 2010 et 2030.

La Figure 38 présente les trajectoires rétrospectives 2010-2020, puis prospectives 2021-2030 des scénarios tendanciels, d’une part, et bas-carbone, d’autre part, tels qu’ils ressortent de la CDN actualisée.

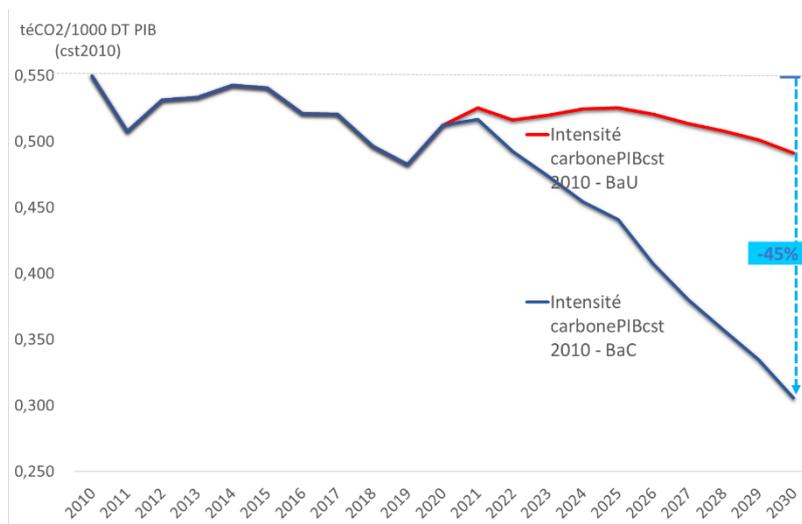


Figure 38: Trajectoires rétrospectives et prospectives de l’intensité carbone de la Tunisie sur la période 2010-2030⁷

Traduites en termes absolus, sur la base d’hypothèses de croissance du PIB, les émissions nettes de GES de la Tunisie devraient, d’après la CDN actualisée, évoluer à un rythme soutenu dans le scénario tendanciel, pour atteindre 50 MtCO₂e en 2030 (Figure 39).

Dans le scénario bas-carbone, qui est la base de l’objectif total de la CDN (incluant inconditionnel et conditionnel), la trajectoire est complètement infléchie, et les émissions nettes n’atteindraient que 31 MtCO₂e en 2030, soit largement (-11%) en dessous des émissions nettes de GES de l’année 2010.

Par ailleurs, la politique d’atténuation des GES prévue dans le cadre de la CDN actualisée devrait induire, en se basant toujours sur les trajectoires d’intensité carbone et sur les hypothèses de croissance économique, pas moins de 87 MtCO₂e de réductions des émissions sur la période 2022-2030, par rapport à la trajectoire tendancielle.

La Figure 39 ci-après met en valeur ces trois points essentiels de la politique bas-carbone de la Tunisie.

⁷ Simulations faites dans le cadre des travaux prospectifs de la CDN actualisée

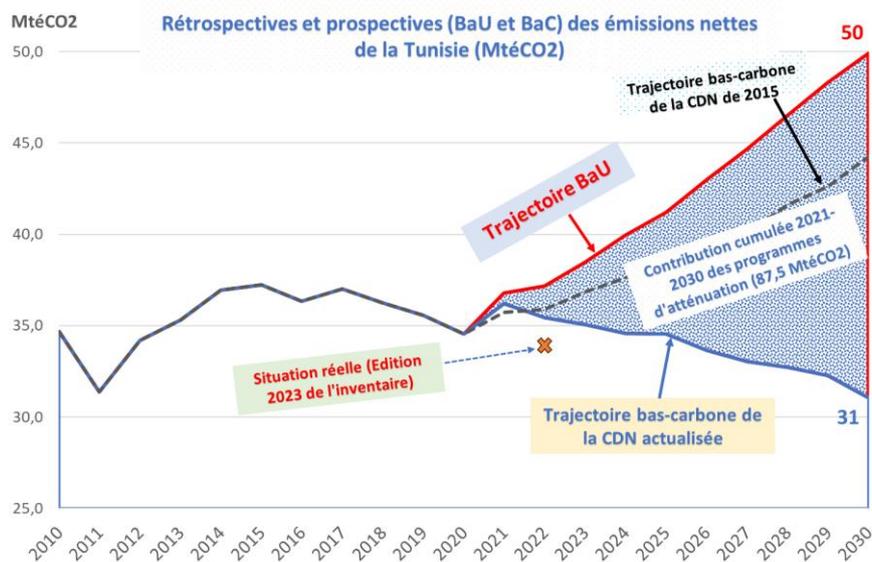


Figure 39: Trajectoires rétrospectives des émissions nettes de GES, et prospectives induites sur la base des hypothèses de croissance de PIB d'ici 2030 (MtCO_{2e})⁸

4.3 Politique d'atténuation par secteur

4.3.1 Secteur de l'énergie

En 2021, la Tunisie a revu à la hausse son objectif de réduction de l'intensité carbone pour atteindre 45% en 2030 par rapport à celle de 2010 et a élaboré sa stratégie nationale « Bas carbone » 2050 du secteur de l'énergie, qui s'inscrit dans une vision globale de décarbonation de l'économie tunisienne. L'objectif étant de :

- › Diviser par un facteur de 3 l'intensité d'énergie finale en 2050 par rapport à 2015 ;
- › Améliorer l'efficacité de la production électrique en améliorant la consommation spécifique conventionnelle de 30% et en réduisant les pertes techniques du réseau électrique de 7 points en 2050 par rapport à 2015 ;
- › Ramener la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité à 80% en 2050.

En 2022, la Tunisie a élaboré une stratégie du secteur énergétique à l'horizon 2035, qui permet de renforcer la sécurité énergétique, réduire la précarité énergétique et contribuer à la neutralité carbone. En termes d'objectifs de réduction d'émissions, cette stratégie vise à :

- › Réduire les émissions de GES de 46% en 2035 par rapport au scénario BAU ;
- › Maintenir les émissions de GES au même niveau de celles de 2021 ;
- › Baisser l'intensité carbone de 4,8% en moyenne par an entre 2021 et 2035.

4.3.1.1 Evolution des indicateurs d'émissions de GES dans le secteur de l'énergie sur la période 2010-2022

La CDN actualisée avait prévu une baisse de 13,9% de l'intensité carbone du secteur de l'énergie en 2022 par rapport à 2010 ; soit 0,402 tCO_{2e}/1000 DT (Constant 2010) en 2022 contre 0,466 tCO_{2e}/1000 DT de PIB (Constant 2010) en 2010. Toutefois, comme le montre le graphique ci-après, l'intensité carbone du secteur n'a baissé réellement que de 9,2% par rapport à 2010 (0,423 tCO_{2e}/1000 DT), soit 66% de l'objectif de la CDN.

⁸ Simulations faites dans le cadre des travaux prospectifs de la CDN actualisée. Les données 2010-2012 correspondent aux résultats de l'inventaire des GES figurant dans le BUR2, et celles de la période 2013-2021 correspondent à des Proxi effectuées dans le cadre des travaux de la CDN actualisée.

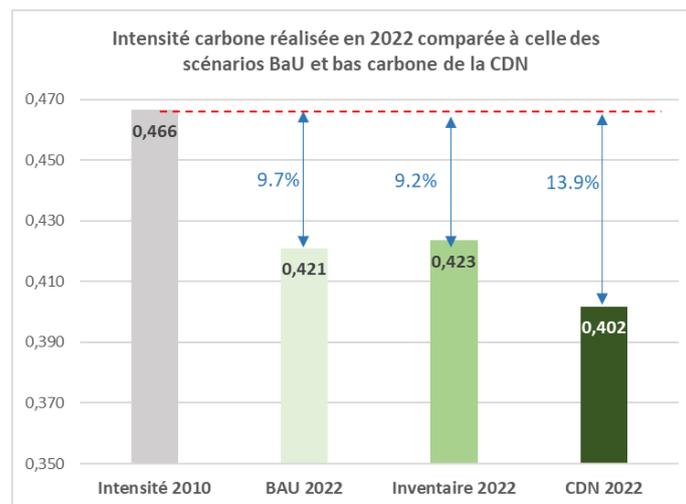


Figure 40: Comparaison de l'intensité carbone en 2022 par rapport à celle des scénarios BAU et CDN.

4.3.1.2 Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)

Les différents programmes et projets de maîtrise de l'énergie mis en œuvre durant la période 2010-2022 et leurs impacts, ont couvert :

- Pour l'efficacité énergétique du secteur électrique, l'amélioration de la consommation spécifique des centrales de production d'électricité.
- Pour les projets d'efficacité énergétique au niveau des secteurs d'utilisation finale, les actions suivantes :
 - › Les audits et contrats-programmes au niveau des secteurs de l'industrie, des bâtiments et du transport,
 - › La promotion de la cogénération, et
 - › La mise en place de système de management de l'énergie selon la norme ISO 50001.
- Pour les projets d'énergies renouvelables, les actions suivantes :
 - › Les centrales éoliennes pour la production d'électricité ;
 - › Les centrales PV pour la production d'électricité selon les régimes du net-metering, de l'autoproduction MT et de l'autorisation ;
 - › Les installations de pompage PV ;
 - › L'électrification rurale PV non raccordée au réseau ;
 - › L'éclairage public PV non raccordé au réseau ;
 - › Le chauffage solaire de l'eau sanitaire dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

a mise en œuvre de ces différents programmes a permis de faire des économies d'énergie et des gains sur les combustibles de l'ordre de 7,7 Mtep, cumulés sur la période 2010-2022, ce qui permettrait de réduire des émissions de GES de l'ordre de 18,3 MtCO_{2e} sur la même période. La contribution du secteur électrique dans ces réductions est de l'ordre de 52%, alors que celles des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique au niveau de l'utilisation finale viennent en second lieu, avec une part égale estimée à 24% chacun (voir graphiques ci-après).

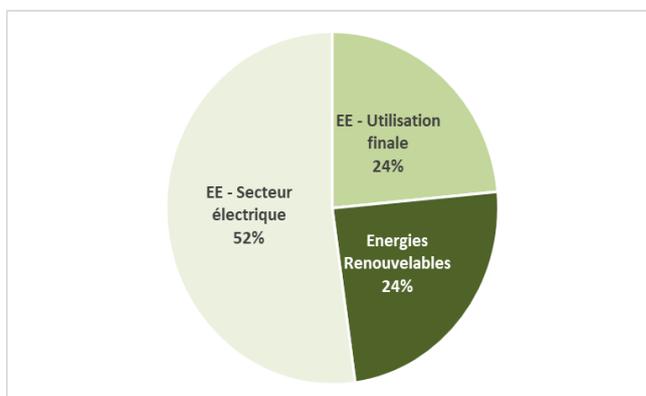
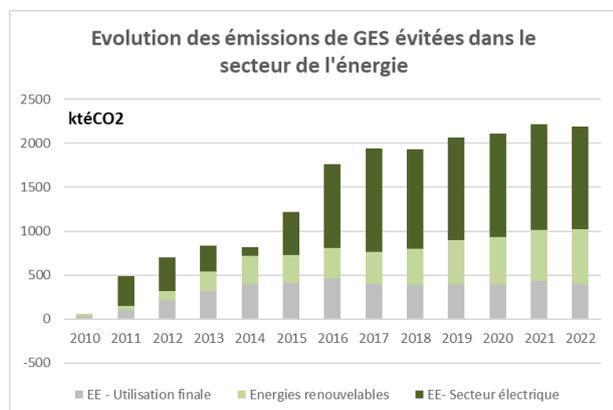


Figure 42: Emissions évitées annuelles du secteur de l'énergie

Figure 41: Emissions évitées par catégorie d'intervention

4.3.1.2.1 Efficacité énergétique au niveau du secteur électrique

La forte progression du gaz naturel dans le bilan énergétique, depuis les années 2000, a entraîné une totale domination des centrales à cycle combiné pour la production en base de l'électricité et de turbines à combustion pour la production en pointe, ce qui a contribué à l'amélioration de la consommation spécifique globale du parc thermique et donc la réduction des émissions des GES. Le graphique ci-après présente l'évolution de la consommation spécifique globale du réseau électrique.

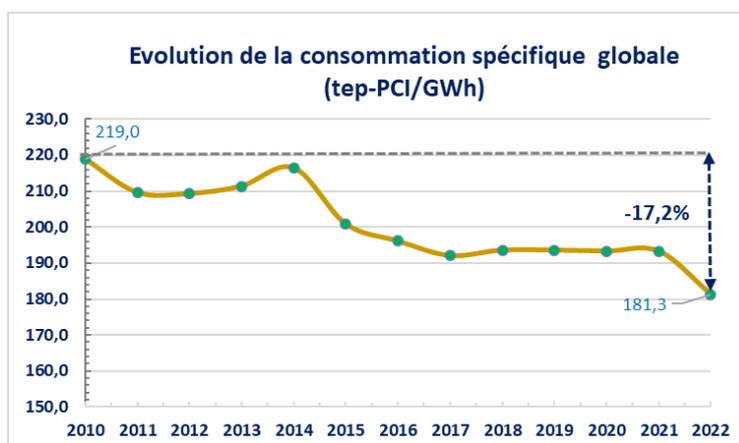


Figure 43: Evolution de la consommation spécifique globale (Source : A partir des rapports d'activités de la STEG)

Comme le montre le graphique, la consommation spécifique globale du réseau électrique a baissé en 2022, de 17,2% par rapport à celle de 2010, ce qui a engendré des économies d'énergies de 4,3 Mtep sur la période 2010-2022 et a permis d'éviter les émissions d'environ 10,13 MtCO_{2e} sur la même période.

4.3.1.2.2 Efficacité énergétique au niveau des utilisateurs finaux

Comme mentionné plus haut, les programmes d'efficacité énergétique ciblant les utilisateurs finaux des secteurs de l'industrie, du tertiaire et du transport ont porté sur :

- › L'encouragement à la réalisation des audits énergétiques et à l'investissement dans des actions d'efficacité énergétique. Ceci se fera dans le cadre de contrats programmes signés entre l'Agence pour la Maîtrise de l'Energie (ANME) et les porteurs de projets appartenant aux différents secteurs ;
- › La promotion de la cogénération/tri-génération ;

La promotion du Système de Management Energétique selon l'ISO 50001 (SME-ISO 50001)

Durant la période 2010-2022, 1051 Contrats Programmes (CP) ont pu être signés avec des entreprises du secteur industriel, tertiaire et transport, une puissance électrique additionnelle de 140 MW de cogénération a été installée et 17 entreprises industrielles ont installé des systèmes SME-ISO 50001 dans leurs établissements.

Ces réalisations ont pu avoir lieu grâce à la mobilisation d'investissements de l'ordre de 635 MDT, ce qui a permis de réaliser des économies d'énergies estimées à 1,78 Mtep sur la période 2010-2022 et d'éviter les émissions de 4,31 MtCO_{2e} sur la même période. Les graphiques ci-après présentent l'évolution annuelle des économies d'énergie et des émissions évitées de GES.

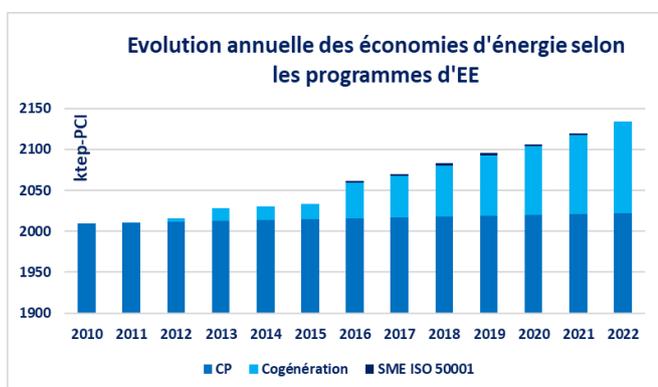


Figure 44: Evolution des économies d'énergie selon les programmes

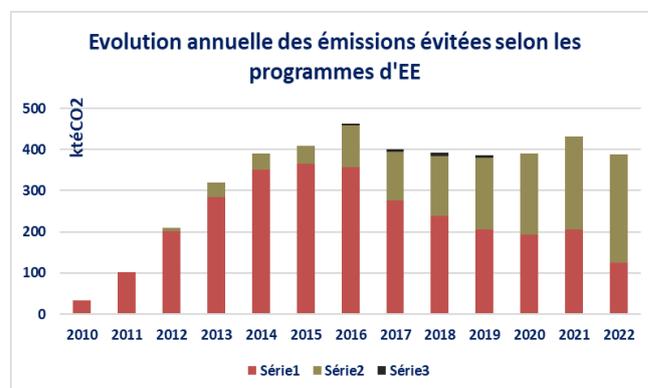


Figure 45: Evolution des émissions évitées selon les programmes

4.3.1.2.3 Energies renouvelables

Les investissements mobilisés sur la période 2010-2022, sont de l'ordre de 2240 MDT et les réalisations dans le domaine des énergies renouvelables ont couvert les catégories suivantes :

- › Le solaire Photovoltaïque pour la production d'électricité, où on peut distinguer :
 - Les installations PV raccordées au réseau d'électricité et qui sont installées selon le régime d'autoproduction, d'autorisation ou de concession. On retrouve également les installations PV mises en place par la compagnie nationale d'électricité (STEG) ;
 - Les installations PV non raccordées au réseau d'électricité, où on retrouve le pompage PV, l'électrification rurale et l'éclairage public non raccordé
- › L'éolien pour la production d'électricité, où on retrouve les projets réalisés par la STEG et ceux réalisés par le secteur privé dans le cadre du régime d'autoproduction, d'autorisation ou de concession.
- › Le solaire thermique pour le chauffage de l'eau sanitaire dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel.

En ce qui concerne le solaire PV raccordé au réseau électrique, la puissance totale installée, sur la période 2010-2022, a atteint 260 MW, ce qui a permis de faire des gains en combustibles conventionnels d'environ 326 ktep sur la même période et d'éviter des émissions de GES de l'ordre de 793 ktCO₂e. Le graphique suivant présente la répartition de la puissance installée selon les différents régimes.

On note que, par ailleurs, l'Etat tunisien a donné son accord pour la réalisation, dans le cadre des autorisations, de 55 autres projets PV totalisant une puissance de 263 MW. La mise en œuvre et l'opérationnalisation de ces différents projets est en cours. De plus, dans le cadre du régime des concessions, un appel d'offres de préqualification a été lancé en mai 2018 pour la réalisation de cinq projets PV totalisant 500 MW et d'autres projets éolien totalisant 500 MW. En décembre 2019, le ministère a terminé le dépouillement des offres et a attribué les cinq projets PV aux adjudicataires, pour un montant total estimé à 1250 MDT.

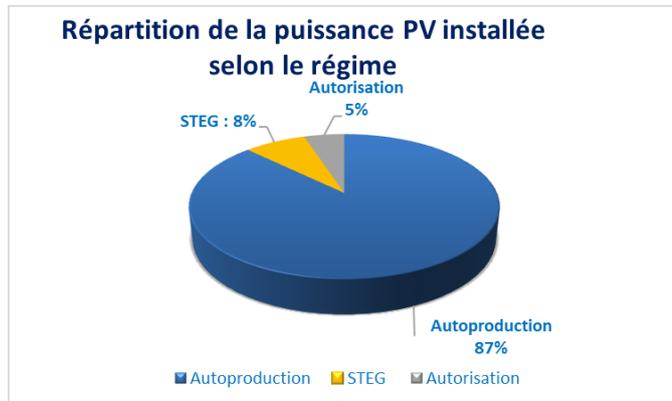


Figure 46: Répartition de la puissance PV raccordée au réseau selon le régime (Source : ANME)

Pour le PV non raccordé au réseau, la puissance totale installée a atteint environ 5,5 MW, dont plus que 95% sont relatifs au pompage solaire PV. Les faibles proportions des projets d'électrification rurale PV et d'éclairage public PV s'expliquent par le taux d'électrification très élevé dans les milieux communal et non-communal, qui est respectivement de l'ordre de 99,9% et 99,7% en 2018.

Pour les projets éoliens, les installations mises en place et opérationnelles durant la période 2010-2022, sont celles réalisées par la STEG. Elles totalisent une puissance d'environ 189 MW et permettent de faire des gains cumulés sur les combustibles conventionnels de l'ordre de 760 ktep et éviter des émissions de GES de 1780 ktCO₂e sur la période 2010-2022. On note également que, dans le cadre du régime des autorisations, 4 projets éoliens, totalisant une puissance de 120 MW, ont obtenu l'accord du ministère en charge de l'énergie mais leur mise en œuvre n'a pas encore eu lieu. Pour le régime des concessions, l'Etat tunisien a lancé un appel d'offres de préqualification en 2018, pour la réalisation de 300 MW. Actuellement 12 candidats ont été retenus pour participer à l'appel d'offres restreint et sont en train de faire les études et campagnes de mesures nécessaires à la préparation de leurs offres définitives.

Pour le solaire thermique pour le chauffage de l'eau sanitaire, plus que 830 000 m² de capteurs solaires ont été installés dans les secteurs résidentiel, tertiaire et industriel, pour chauffer l'eau sanitaire. Ceci permettrait de faire des gains cumulés sur les combustibles conventionnels de l'ordre de 714 ktep et d'éviter les émissions de GES d'environ 1823 ktCO₂e sur la période 2010-2022. Les graphiques ci-après présentent l'évolution annuelle des réalisations et celle des émissions évitées de GES sur la période.

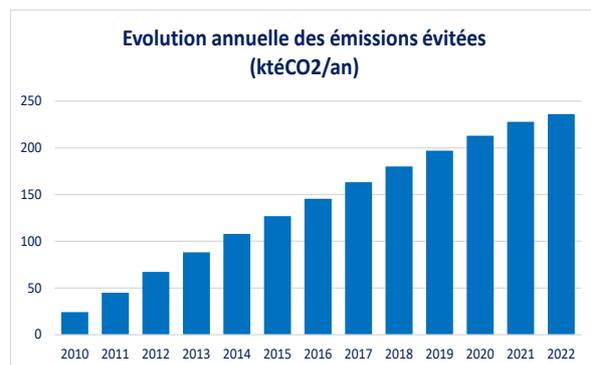
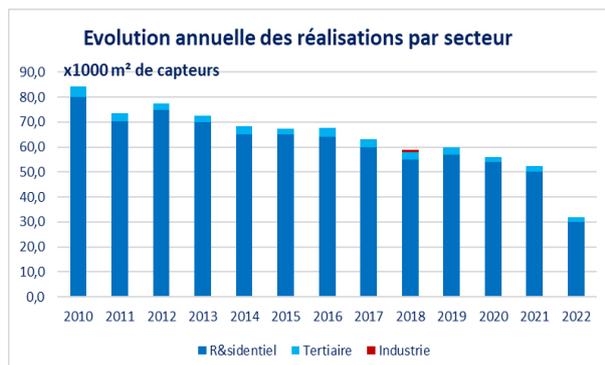


Figure 47: Evolution annuelle des réalisations par secteur

Figure 48: Evolution annuelle des émissions de GES

4.3.1.2.4 Récapitulatif des réalisations

Le bilan des réalisations décrites plus haut (efficacité énergétique et énergies renouvelables), permettrait des économies d'énergie et des gains sur les combustibles fossiles, sur la période 2010—2022, d'environ 7,9 Mtep, ce qui permettrait d'éviter l'émission dans l'atmosphère d'environ 19 MtCO₂e sur la même période. Les graphiques ci-après présentent l'évolution annuelle de ces deux paramètres sur la période 2010-2022.

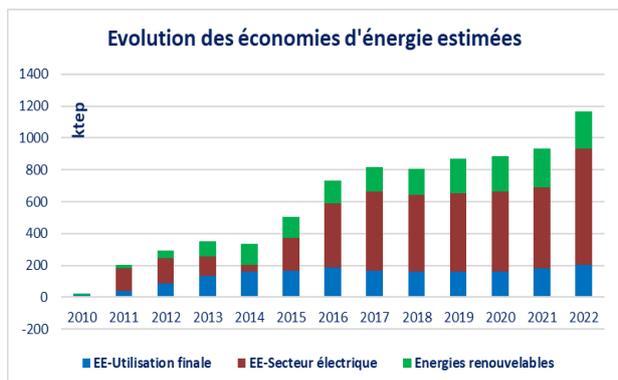


Figure 50: Evolution des économies d'énergie estimées

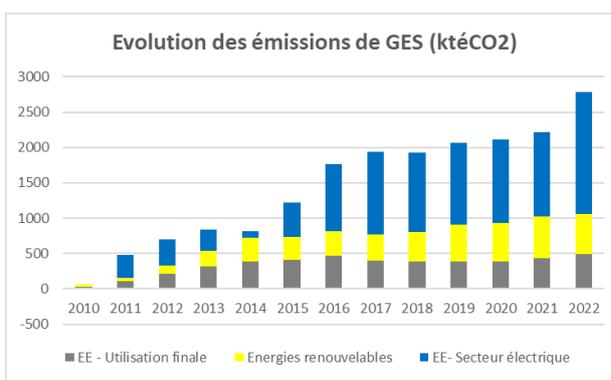


Figure 49: Evolution des émissions de GES évitées

Le Fonds de Transition Energétique

Le Fonds de Transition Énergétique (FTE) constitue le principal support incitatif pour les investissements dans le domaine de la maîtrise de l'énergie. Ce Fonds a été créé en vertu de l'article 67 de la loi de finance n° 2013-54 du 30 décembre 2013, en remplacement du Fonds National pour la Maîtrise de l'Énergie (FNME) créé en 2005 et dont le champ d'intervention s'est limité à l'octroi de subventions directes pour certaines actions de maîtrise de l'énergie.

A travers la création de ce nouveau Fonds, l'Etat Tunisien cherche à dynamiser la transition énergétique du pays en diversifiant les financements offerts pour (i) encourager l'investissement dans le domaine de la maîtrise de l'énergie, (ii) appuyer la création et la promotion des entreprises énergétiques et (iii) faciliter la mise en œuvre des programmes nationaux concourant à la maîtrise de l'énergie.

Le soutien apporté par le FTE pourrait être sous l'une des formes suivantes :

- › Primes directes aux investissements matériels et immatériels ;
- › Crédits complémentaires aux prêts accordés par les institutions bancaires ;
- › Fonds d'investissement sous forme de dotation remboursable ou de participation dans le capital ;
- › Financement des projets et des programmes nationaux initiés par l'Etat et/ou les collectivités locales.

En termes de contribution à la mise en œuvre des différents programmes d'efficacité énergétique et des énergies renouvelables, le FTE a pu décaisser près de 293 MDT sur la période 2010-2022, soit environ 129 MUS\$⁹

⁹ 1 US\$=2,268 DT (Taux de change moyen estimé sur la période 2010-2022)

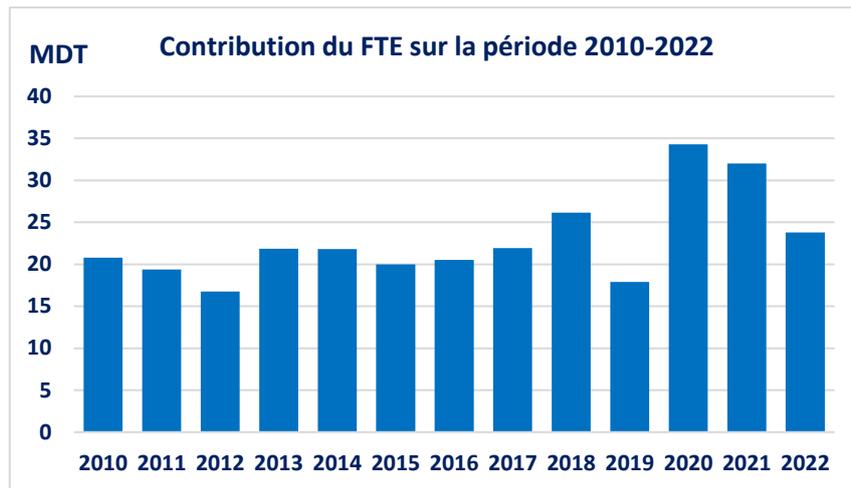


Figure 51: Contribution annuelle du FTE dans la mise en œuvre des projets de maîtrise de l'énergie (Source : ANME)

4.3.1.3 Plan d'actions sur la période 2023-2030

Un travail spécifique a été mené en 2023 pour élaborer un plan d'action pour la mise en œuvre de la CDN (2023-2030) et qui prend en considération les orientations de la stratégie énergétique 2035 et les progrès technologiques constatés ces dernières années. Ce plan repose sur les leviers suivants :

- Promouvoir l'efficacité énergétique du côté l'offre (centrales électriques)
- Promouvoir l'efficacité énergétique du côté de l'utilisation finale
- Développer massivement les énergies renouvelables
- Electrifier les usages.

La mise en œuvre de ce plan d'actions, qui nécessiterait des investissements de l'ordre de 39,3 Milliards de Dinar Tunisien (13,1 Milliards US\$¹⁰), devrait cumuler une économie d'énergie primaire (programmes d'EE) et un gain sur les combustibles conventionnels (programmes ER) de 17,4 Mtep et une réduction des émissions de GES de l'ordre de 44 MtCO_{2e}.

4.3.1.3.1 L'efficacité énergétique

Dans le domaine de l'efficacité énergétique, les principales actions à entreprendre sont :

- Améliorer l'efficacité énergétique des centrales électriques (réduction des pertes techniques et amélioration de la consommation spécifique des centrales).
- Améliorer les performances énergétiques des entreprises des différents secteurs économiques (Industrie, Bâtiment, Tertiaire et Transport), y compris celles qui ne sont pas assujetties à l'audit énergétique obligatoire¹¹. Environ 1200 entreprises sont ciblées durant la période 2023-2030.
- Consolider le programme de promotion de la cogénération dans les secteurs industriel et tertiaire. L'objectif est d'installer une capacité supplémentaire de 470 MW sur la période 2023-2030.
- Promouvoir les projets de récupération de chaleur des cheminées (WHR) auprès du secteur cimentier.
- Engager environ les entreprises, appartenant aux secteurs industriel, tertiaire et transport, dans la mise en place de Système de Management de l'Energie selon la norme ISO 50001.

¹⁰ Taux de change : 1 US\$ = 3 DT

¹¹ Sont assujettis à l'audit énergétique obligatoire, les établissements qui consomment plus de 800 tep/an pour le secteur de l'industrie, plus de 500 tep/an pour le tertiaire et plus de 200 tep/an pour le transport.

- Promouvoir la construction et la rénovation des bâtiments énergétiquement efficace.
- Promouvoir le recours aux Pompes à Chaleur (PAC).
- Développer et mettre en œuvre des Plans de Déplacements Urbains (PDU) dans les grandes villes tunisiennes.
- Promouvoir le recours aux voitures électriques.

La mise en œuvre du plan d'actions dans le domaine de l'efficacité énergétique nécessitera la mobilisation d'un investissement total d'environ 15,4 Milliards de dinars tunisiens (5,1 Milliards de dollars américains) et devrait permettre d'éviter l'émission d'environ 22,1 MtCO₂e sur la période 2023-2030.

4.3.1.3.2 Les énergies renouvelables

Dans le domaine des énergies renouvelables, le plan d'actions vise 2 objectifs principaux :

- Le développement à grande échelle de la production d'électricité d'origine renouvelable, intégrant la STEG et le secteur privé, dans le cadre de l'application de la loi sur les énergies renouvelables.
- Le renforcement du programme des chauffe-eaux solaires dans les secteurs résidentiels et tertiaire et son élargissement au secteur industriel (usage pour le process)

Ainsi, le programme d'actions vise :

- L'installation d'une capacité additionnelle de 4340 MW d'énergies renouvelables pour la production d'électricité, sur la période 2023-2030, soit une puissance totale cumulée installée de 4850 MW à l'horizon 2030, qui sera répartie comme suit :
 - o Une puissance totale **éolienne** installée de 1627 MW, dont une capacité additionnelle de 1385 MW ;
 - o Une puissance totale **photovoltaïque** installée de 3220 MW, dont une capacité additionnelle de 2955 MW.
- L'installation d'une capacité additionnelle de capteurs solaires pour le chauffage de l'eau de 660 000 m² à raison de 620 000 m² dans le secteur résidentiel, 28 000 m² dans le secteur tertiaire et 12 000 m² dans le secteur industriel.

La mise en œuvre du plan d'actions dans le domaine des énergies renouvelables nécessitera la mobilisation d'un investissement total d'environ 24 milliard de DT (8 milliards US\$) et devrait permettre d'éviter l'émission d'environ 22 MtCO₂e sur la période 2023-2030.

4.3.1.4 Synthèse des différents travaux de prospective

Durant les dernières années, plusieurs travaux de scénarisation prospective ont été menés dans le cadre, notamment, de la mise à jour de la CDN, de l'élaboration de la stratégie bas carbone 2050 du secteur de l'énergie et de l'élaboration de la stratégie énergétique à l'horizon 2035.

4.3.1.4.1 Scénario socio-économique

Dans le cadre de l'élaboration de la stratégie Bas carbone 2050 (SNBC) en 2021, un scénario socio-économique a été construit en se basant sur un objectif ambitieux de pouvoir d'achat à savoir, la multiplication par un « facteur 4 », le PIB par habitant entre 2020 et 2050. Ainsi, le PIB passerait de 67 Milliard de DT Cst 2010 en 2020 à 294 Milliard de DT Cst 2010 en 2050, soit un taux moyen annuel de 5% sur la période.

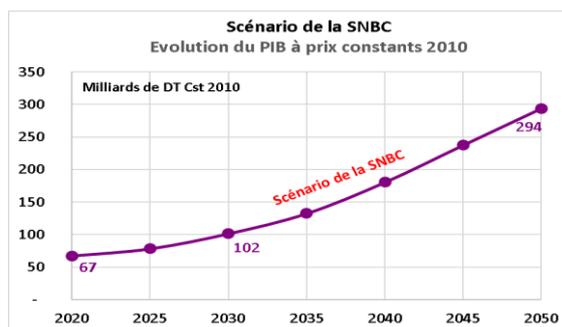


Figure 52: Evolution du PIB à l'horizon 2050

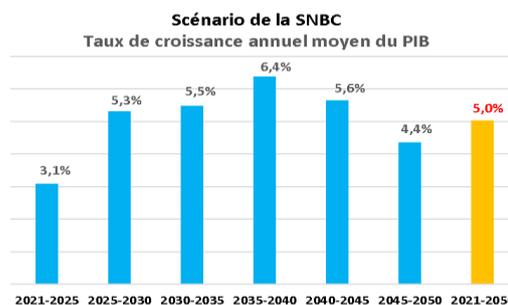


Figure 53 : Taux de croissance annuel moyen du PIB à l'horizon 2050

Pour la stratégie du secteur de l'énergie à l'horizon 2035, le scénario socio-économique qui a été retenu correspond à celui de la SNBC, mais actualisé en tenant compte des performances économiques réelles de 2021 et les prévisions de croissance officielles du Gouvernement à court terme et en fixant comme objectif d'atteindre en 2035, le niveau du PIB prévu initialement dans le scénario de la SNBC, soit un PIB de 133 Milliard de DT Cst 2010.

Le graphique ci-après présente le scénario socio-économique retenu dans le cadre de la stratégie énergétique 2035.

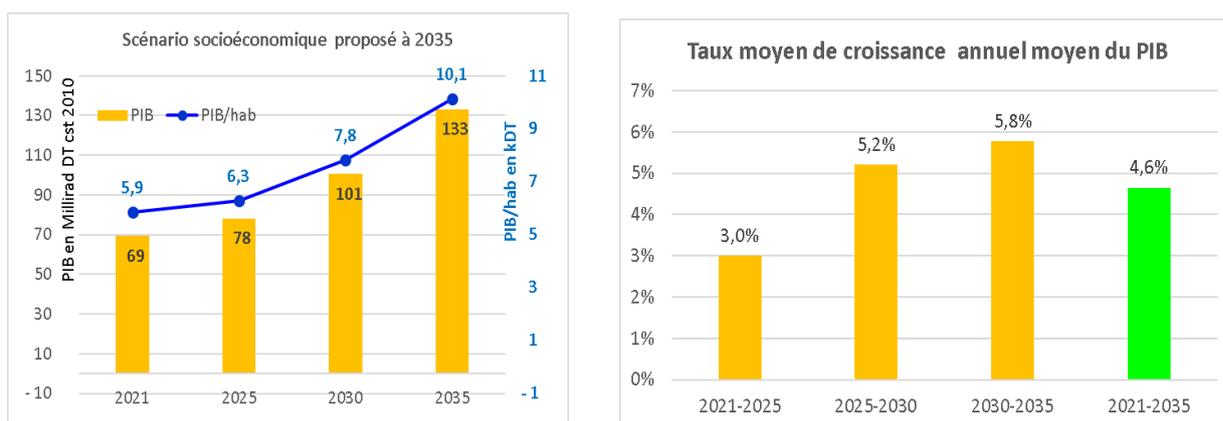


Figure 54: Scénario socio-économique de la stratégie énergétique 2035

4.3.1.4.2 Scénario énergétique

Deux scénarios énergétiques ont été développés dans le cadre de l'élaboration de la stratégie énergétique 2035 :

- › **Scénario tendanciel (BaU) :** Il s'agit d'un scénario qui correspond à un prolongement des tendances observées durant les dernières décennies.
- › **Scénario d'atténuation :** Il s'agit d'un scénario d'atténuation qui s'appuie en particulier sur les leviers suivants :
 - Un effort important de l'efficacité de la demande et une forte sobriété énergétique
 - Une électrification massive des usages finaux de l'énergie, y compris l'introduction importante des véhicules électriques
 - Un déploiement massif des ER pour la production d'électricité.

Ainsi, le taux de croissance moyen de la demande d'énergie finale entre 2021 et 2035 serait alors de **1,8% par an** contre **4,4%** dans le cas du scénario BaU.

La mise en œuvre de la stratégie devrait permettre une réduction de la demande d'énergie finale, par rapport au BaU, d'environ 24% en 2030 et 30% en 2035, ce qui se traduirait par une baisse de l'intensité énergétique finale de 2,8% annuellement sur la période.

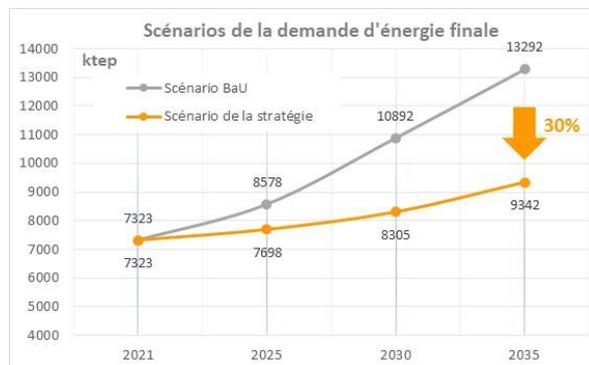


Figure 18 : Evolution de la demande d'énergie finale selon les scénarios

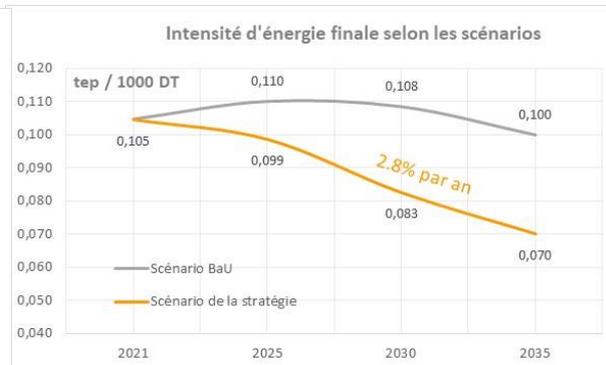


Figure 19 : Evolution de l'intensité énergétique finale selon les scénarios

En termes de contribution des secteurs dans la baisse de l'intensité énergétique finale, l'effort d'efficacité le plus important sera fait dans le secteur du bâtiment (résidentiel et tertiaire). En effet, La stratégie vise une division par trois du rythme de croissance de la demande par rapport au scénario de référence, ce qui correspondrait à une réduction escomptée en 2035, de la consommation finale du secteur de l'ordre de 40% par rapport au scénario BaU.

Le secteur de l'industrie vient en seconde place avec une réduction de la demande de 30% en 2035 par rapport au scénario de référence. Enfin, le secteur du transport, qui occuperait la première place en termes de consommation d'énergie finale en 2035 (selon le scénario de la stratégie), viserait une réduction de 20% de la demande de ce secteur en 2035 par rapport au BaU. Les économies d'énergie devraient venir notamment du report modal vers les transports en commun et l'amélioration de l'efficacité des véhicules notamment par l'électrification des véhicules légers.

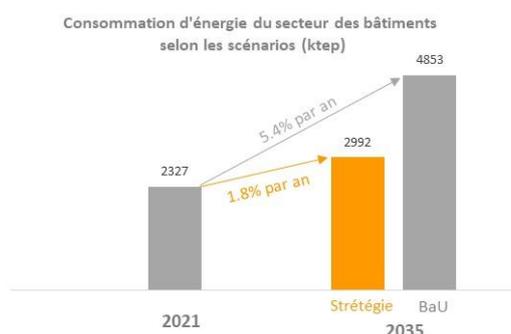


Figure 20 : Evolution de la demande d'énergie finale du secteur des bâtiments selon les scénarios.

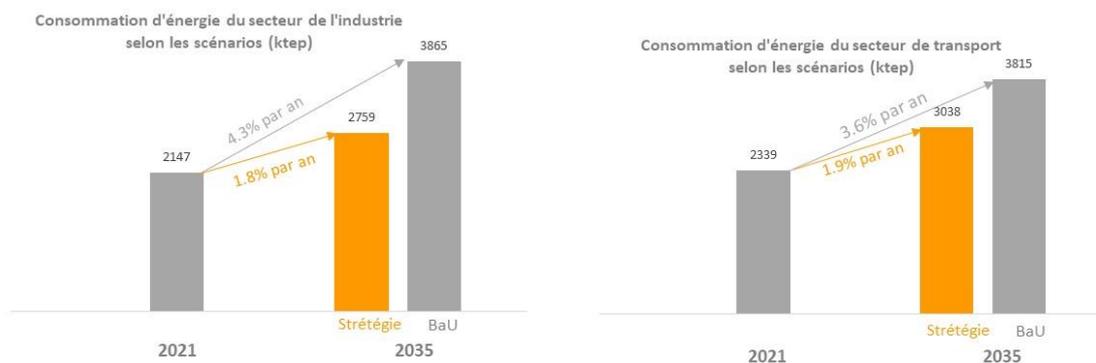


Figure 23 : Evolution de la demande d'énergie finale du secteur de transport selon les scénarios

Pour le levier « Electrification des usages », la stratégie initiara un processus d'électrification dont l'effet interviendra surtout au-delà de 2035. Couplée au développement des ER dans la production d'électricité, ce processus agira en faveur de la décarbonisation de l'économie. Sur la période 2021-2035, l'accent sera mis notamment sur les secteurs des bâtiments et de l'agriculture notamment grâce au pompage

Figure 22 : Evolution de la demande d'énergie finale du secteur de l'industrie selon les scénarios

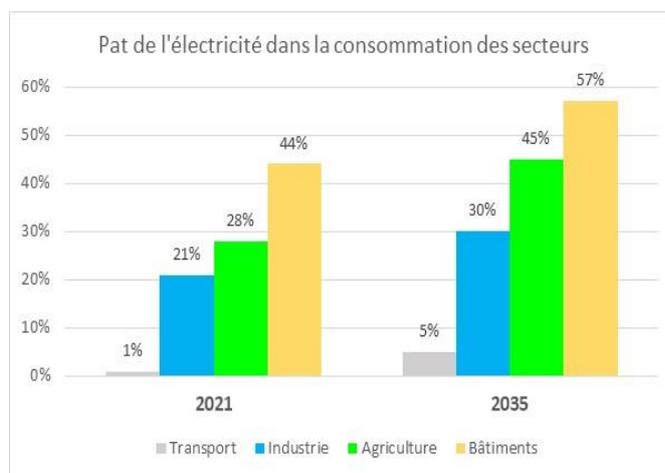


Figure 24 : Evolution de la part d'électricité dans la demande finale par secteur dans le scénario de la stratégie 2035

électrique via l'énergie solaire PV. Vient en seconde place, l'industrie dont la part de l'électricité dans la consommation passerait de 21% en 2021 à 30% en 2035. La part de l'électricité dans la consommation du secteur du transport ne dépassera 5% en 2035, malgré son gisement important d'électrification. Cela s'explique par l'inertie du parc d'une part et le temps nécessaire pour mettre en place les infrastructures nécessaires, d'autre part. Son électrification s'accélérera notamment au-delà de 2035.

Le secteur de l'électricité jouera un rôle fondamental dans la décarbonisation de l'économie et ce, à travers l'amélioration des performances du système électrique d'une part (pertes techniques et consommation spécifique) et l'introduction massive des ER dans le mix de production d'électricité. Ainsi, sur la base des hypothèses de la demande et des pertes du système électrique, la production augmenterait en moyenne de 3,5% par an entre 2021 et 2035 dans le cas du scénario de la stratégie, contre 5,2% selon le scénario de référence.

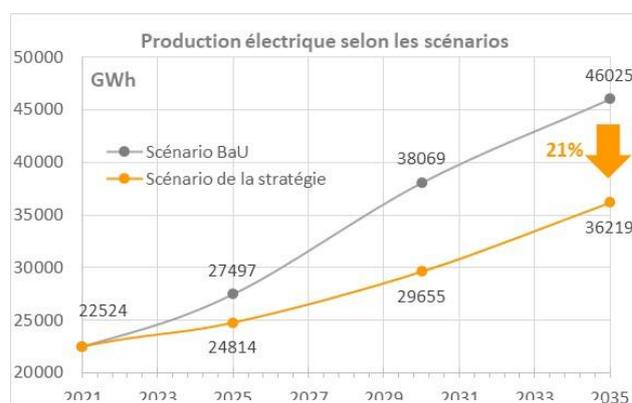


Figure 25 : Evolution de la production électrique selon les scénarios

En termes de capacité renouvelable à installer à l'horizon 2030, la décision a été prise par le Gouvernement Tunisien pour augmenter cette capacité à 4850 MW au lieu de 3800 MW, comme prévu initialement au Plan Solaire Tunisien. La stratégie énergétique a renforcé cette décision avec un

objectif d'atteindre 8350 MW en 2035 et la part des ER dans la production d'électricité atteindrait 35% et 50% respectivement en 2030 et 2035.



Figure 26 : Capacités ER à installer selon la stratégie

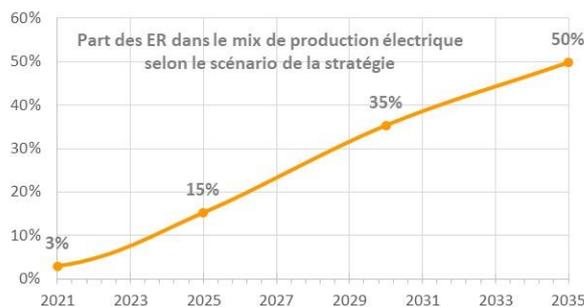


Figure 27 : Part des ER dans la production d'électricité selon la stratégie

4.3.1.4.3 Scénario des émissions de GES

La stratégie énergétique 2035 vise une réduction des émissions de CO₂ du secteur de l'énergie de 46% en 2035 et 36% en 2030, par rapport au scénario BaU, ce qui correspond à un niveau d'émissions d'environ 25,5 MtCO_{2e} au lieu de 47,5 MtCO_{2e} en 2035.

En termes d'intensité carbone, la stratégie énergétique 2035 vise une baisse d'environ 4,8% par an en moyenne entre 2021 et 2035 en passant de 0,381 tCO₂/1000 DT en 2021 à 0,191 tCO₂/1000 DT en 2035, contre une légère baisse dans le cas du scénario BaU (0.5% par an).

4.3.1.4.4 Outils de modélisation utilisés

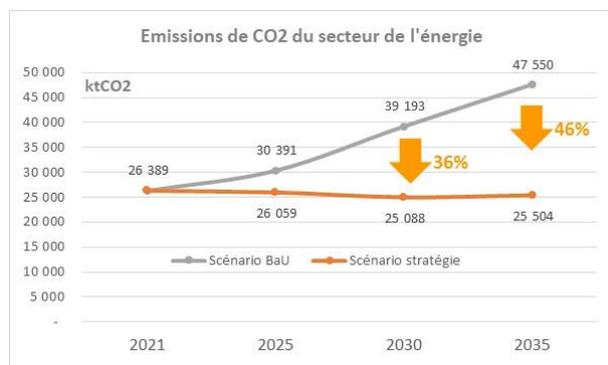


Figure 28 : Evolution des émissions de CO₂ du secteur de l'énergie selon les scénarios

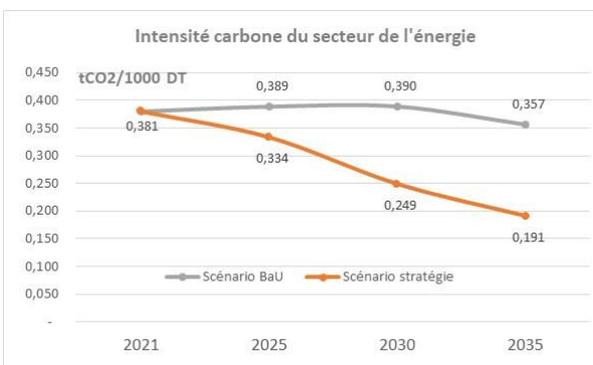


Figure 29 : Evolution de l'intensité carbone selon les scénarios

Durant tous les travaux de prospective énergétique décrits plus haut, il a été fait recours au modèle technico-économique de simulation à long-terme « Ener-MED » qui a permis, notamment, de :

- › Simuler la demande d'énergie par type et utilisation finale selon différents scénarios d'efficacité énergétique ;
- › Faire les projections de la demande énergétique future et calculer les émissions de CO₂ et GES associées
- › Calculer des indicateurs énergétiques (intensités énergétiques sectorielles, consommation unitaire, etc.)

Parallèlement, il a été fait recours au modèle d'équilibre général « ThreeME » pour évaluer les impacts macroéconomiques de la stratégie « Bas carbone » à court et moyen terme.

4.3.2 Secteur des procédés industriels et utilisation des produits

Historiquement, en Tunisie, les émissions imputables aux procédés industriels sont dominées par quatre secteurs/sources d'émissions :¹²

- Le secteur cimentier, qui comprend 9 unités de production, et qui représente généralement, à lui tout seul, autour des 2/3 des émissions des procédés (selon inventaires 2021 et 2022).
- Les industries de la céramique (principalement la branche briqueterie) et qui représentent autour de 11% des émissions des procédés.
- L'usage des gaz fluorés (principalement les HFCs), qui contribue désormais pour presque 17% des émissions dues aux procédés (en 2022)
- la production d'acide nitrique (une unité industrielle) qui contribue à hauteur de 4% des émissions dues aux procédés (en 2022)

Les procédés industriels sont partie intégrante de la politique d'atténuation décrite dans la CDN actualisée de la Tunisie. Toutefois, les marges de manœuvre de réduction des émissions sur des périodes courtes -et plus précisément d'ici 2030- restent assez limitées, étant donné la lenteur des dynamiques des changements de procédés à l'échelle internationale et l'inertie des changements de pratiques impliquant des émissions dues aux procédés à l'échelle nationale.

4.3.2.1 Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)

Comme cela avait été rappelé dans le troisième rapport biennal, un concept de NAMA avait été préparé pour le **secteur cimentier**, dans le cadre d'une initiative de l'ANME, appuyée par la Commission Européenne et la coopération allemande (GIZ).

Parmi les actions suggérées, l'une consistait à réduire le ratio clinker/ciment à travers la levée des obstacles réglementaires et la promotion de segments de marché requérant des produits à moindre ratio clinker/ciment.

Une autre action ciblant le secteur cimentier avait aussi été lancée, dans le cadre du PMR,¹³ en vue de doter le secteur d'un instrument de tarification carbone, puis d'une initiative d'inclusion de ce secteur dans le portefeuille de projets se prêtant à des applications de marché du carbone.¹⁴ La baisse du ratio clinker/ciment faisait partie intégrante de ces deux initiatives. Cette action avait aussi été reprise dans le cadre de la CDN actualisée.

Par ailleurs, dès 2009, c'est au niveau de l'usine **d'acide nitrique** de Gabes, du Groupe chimique Tunisien, qu'il était question d'enranger des réductions d'émissions de GES, à travers la mise en place d'un projet de destruction catalytique du N₂O émis. Ce projet avait été remis à l'ordre du jour dès 2016, dans le cadre de l'initiative NACAG du BMUB.

La dernière source d'émissions d'importance au niveau des procédés découle de l'usage de **gaz fluorés** (surtout HFCs). A ce titre, La Tunisie a ratifié l'amendement de Kigali, et le processus est déjà en place pour la réduction de l'utilisation des HFC à PRG élevé.

Il est d'abord utile de rappeler que la CDN actualisée ne se proposait pas d'entamer les programmes d'atténuation pour les procédés industriels -précisément les trois initiatives en question- qu'à partir de 2022. La section suivante donne un aperçu des progrès accomplis par ces trois initiatives.

¹² Source : Rapport National d'inventaire des GES 2010-2021.

¹³ Partnership for Market Readiness/PNUD/Banque Mondiale/ANME.

¹⁴ Dans le cadre du projet GIZ/ANME.

4.3.2.2 Plan d'actions sur la période 2023-2030

La CDN actualisée avait considéré les potentiels d'atténuation des trois actions citées (cf. supra) à l'horizon 2030. Ces trois actions restent bien évidemment à l'ordre du jour encore aujourd'hui.

Pour le secteur cimentier, l'action de baisse du ratio clinker/ciment reste toujours d'actualité, mais n'a pas encore été planifiée. La CDN actualisée avait considéré des réductions des émissions à l'horizon 2030 sur la partie procédés, de l'ordre de 0,2 MtCO₂e en 2030 et un cumul de 1,2 MtCO₂e pour toute la période 2022-2030. Quoique l'objectif 2030 reste de mise, il est probable que le résultat cumulé attendu doit être revu à la baisse.

Pour le Groupe chimique, il est utile de rappeler que le projet de destruction catalytique du N₂O dans le cadre du programme NACAG devait initialement être en mesure d'être lancé en 2021. Le projet avait fait l'objet d'un appel d'offres entre 2020 et 2021 pour l'acquisition des équipements, mais il s'était avéré infructueux. L'appel d'offres avait relancé encore une fois en 2022, mais il ne pourra pas être opérationnel avant mi-fin 2024. Là aussi, si l'objectif 2030 est toujours à l'ordre du jour (0,3 MtCO₂e en 2030), il est certain qu'il faille mettre à jour les résultats cumulés pour toute la période 2022-2030.

En ce qui concerne les gaz fluorés (HFC), la Tunisie a ratifié l'amendement de Kigali en mars 2021, et a entamé l'exécution de la stratégie nationale de réduction progressive des HFC par le lancement d'un système d'information contrôlant les importations, d'actions réglementaires, et des programmes de renforcement des capacités et de certification des techniciens intervenant dans le secteur du froid.

Enfin, pour les HFCs, le processus est très largement entamé, dans le cadre des nouvelles règles établies par l'amendement de Kigali, avec la mise en place de systèmes d'autorisations à priori pour l'importation des HFCs, d'un système de suivi lié au Secrétariat du Protocole de Montréal, et le lancement de campagnes de formation, de renforcement des capacités, et de vulgarisation.

Par ailleurs, en ce qui concerne les projets PROMOFRIGO et PROMOCLIM, qui devaient induire une baisse des émissions dues au rejet dans l'atmosphère de gaz fluorés des appareils mis au rebut, ils n'ont pas du tout été remis en route. Les chances d'un lancement prochain de PROMOCLIM restent sérieuses, mais beaucoup moins pour le programme PROMOFRIGO qui est écarté des priorités immédiates.

Le [Tableau 8](#) reprend la compilation de l'ensemble de ces mesures d'atténuation, qui devaient permettre de générer 1,1 million de tCO₂e de réduction des émissions dans le secteur des procédés en 2030 et plus de 8 millions de tCO₂e sur toute la période 2021-2030.

Tableau 8: Perspectives d'atténuation des GES dans le secteur des procédés sur la période 2021-2030¹⁵
tel que découlant de la CDN actualisée (ktCO₂e)

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Cumul 2022-2030
Réduction des émissions secteur ciment	0	0	101	112	124	139	155	172	190	209	1 202
Réduction des émissions acide nitrique	0	0	281	297	297	297	297	297	297	297	2 363
Réduction des émissions stratégie HFC et programmes de formation	0	107	200	357	485	622	683	749	796	586	4 585
Potentiel de réduction des émissions de GES dues aux procédés	0	107	582	766	906	1 059	1 135	1 218	1 284	1 092	8 150

Fichier : <Potentiel réduction GES procédés.xlsx [Feuil1]>

Quoi toujours à l'ordre du jour, une reprise totale et une mise à jour des chiffrages et perspectives de réduction des émissions à partir de ces trois initiatives devront être faites dans le cadre du prochain Rapport biennal de transparence. Il s'en suivra une reprogrammation dans le temps de ces trois activités.

¹⁵ Source : travaux de la CDN actualisée, octobre 2021.

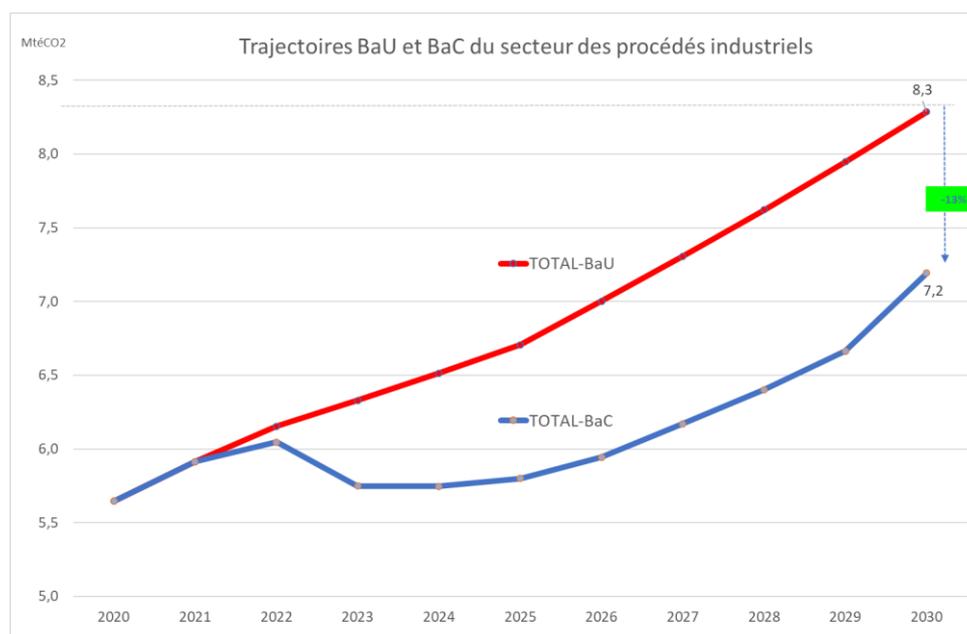


Figure 55: Trajectoire des émissions de GES des procédés comme préconisé par la CDN actualisée

4.3.3 Secteur de l'AFAT

Le secteur de l'AFAT fait partie, avec l'énergie, d'un des piliers de la politique d'atténuation décrite dans la CDN actualisée de la Tunisie, grâce à ses capacités d'absorption, où l'on dispose de larges marges de manœuvre moyennant des politiques de reboisement et aménagement forestiers, mais aussi et surtout de plantations d'oliveraies, qui figurent parmi les traditions séculaires de la Tunisie.

4.3.3.1 Evaluation rétrospective des initiatives et programmes d'atténuation (2010-2022)

La priorité vitale de la Tunisie étant la préservation de la sécurité alimentaire, elle fait face au défi de trouver un compromis entre la nécessaire augmentation de la production en mobilisant tous les facteurs de production, d'une part, et la préservation des ressources en sols ainsi que le développement des ressources en eau via la conservation et le développement des ressources forestières et pastorales, d'autre part.

Etant donné les limites des ressources en sols et en eaux, l'amélioration de la productivité, la lutte contre toutes les formes d'érosion, contre la désertification ainsi que contre les impacts des changements climatiques font également partie des priorités de la Tunisie.

D'un autre côté, l'agriculture tunisienne connaît des changements qualitatifs continus, en termes d'intensification des cultures irriguées, et de changement d'utilisation des terres à travers notamment le développement de l'oléiculture. Les changements concernent aussi les pratiques agricoles telles que l'agriculture de conservation, l'agriculture biologique ou la gestion durable des terres agricoles, même si ces changements se font assez lentement.

Ciblage des gisements d'atténuation des GES

Les pratiques agricoles évoluant donc assez lentement dans le temps, il en résulte une stabilité assez marquée dans ses trajectoires d'émissions de GES sur la durée (Figure 30), et généralement des gisements d'atténuation des émissions relativement modestes. La composante absorptions de l'AFAT est à l'opposé ; puisqu'elle est la principale responsable des variations -en mieux- du bilan GES du secteur de l'AFAT.

Ainsi, même si les rythmes des reboisements forestiers et pastoraux ont régressé par rapport à la décennie 2000, il n'en reste pas moins que ceux qui ont été réalisés entre 2010 et 2022 (Tableau 9) contribuent favorablement à l'augmentation du patrimoine de stockage du carbone. Il reste que les

dynamiques actuelles de recul des efforts doivent être rapidement inversées afin de concrétiser la hausse de l'ambition en matière de transition bas-carbone dans le secteur AFAT.

Tableau 9: Evolution des reboisements forestiers et pastoraux sur la période 2010-2022 (1000 ha)

Nombre d'ha (1000)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total 2010-2022
Reboisements forestiers	7,5	4,8	5,8	3,0	3,9	4,7	3,8	2,8	2,5	2,7	2,5	2,1	2,9	49,0
Plantations pastorales	2,6	1,5	1,4	0,9	1,7	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	0,5	0,7	0,5	14,1
Brise-vent et pl. alignement	8,2	8,2	8,2	9,1	9,7	10,0	9,7	9,6	9,7	9,7	9,2	9,0	9,1	119,6
TOTAL	18,4	14,6	15,4	12,9	15,2	15,8	14,5	13,3	12,9	13,2	12,2	11,8	12,5	182,7

Durant la période 2010-2022, « l'expansion » forestière et pastorale combinée a enregistré une hausse d'à peine 5 000 ha par an. En pratique, il ne s'agit pourtant pas d'extensions, puisqu'il s'agit de reboisements faits sur des surfaces ayant déjà le statut de forêts ou parcours.

Les brise-vent et les plantations d'alignement ont généralement été maintenus à des niveaux plus élevés, soit 9 à 10.000 hectares par an.

Sur un autre plan, on a assisté à une recrudescence des incendies des forêts et de leur ampleur, avec une multiplication par un facteur supérieur à 10 durant la période 2011-2022, et une moyenne annuelle d'environ 6500 hectares ; avec un pic exceptionnel à environ 25.000 ha de feux de forêts atteint en 2021, sans oublier les incendies subis par les maquis/garrigues et autres strates herbacées, qui totalisent 1400 ha en moyenne annuelle.

D'un autre côté, les plantations arboricoles, qui ont enregistré une croissance réelle et continue de son effectif sur la période 2010-2022 (Tableau 10), surtout dans le domaine de l'oliveraie, figurent parmi les principaux atouts de séquestration de carbone en Tunisie, ce qui contribue à permettre au secteur AFAT de consolider constamment son statut d'absorbeur net de carbone.

Tableau 10: Evolution des effectifs arboricoles sur la période 2010-2022 (1000 ha)

Nombre de pieds (millions)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Oliveraies	71	74	76	78	80	86	92	95	99	102	106	109	112
Arboriculture fuitière	90	89	90	87	83	82	81	82	82	82	82	82	80
TOTAL	161	163	165	165	163	168	173	176	181	184	189	190	192
Nombre d'ha (1000)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Oliveraies	1 743	1761,2	1779,1	1798,4	1817,2	1881,0	1872,1	1892,1	1913,8	1924,7	1955,2	1953,1	2017,9
Arboriculture fuitière	429	424	430	396	403	414	407	410	406	410	415	408	402
TOTAL	2 172	2 185	2 209	2 194	2 220	2 295	2 279	2 303	2 320	2 334	2 370	2 361	2 420

Depuis 2008, le MARHP avait initié un certain nombre d'activités ayant trait à l'atténuation des émissions de GES dans le secteur AFAT avec l'appui des Partenaires Techniques et Financiers (PTF) de la Tunisie. Ces activités qui se situent dans le prolongement des stratégies sectorielles de développement forestier et de la conservation des eaux et du sol, avaient porté sur :

- L'élaboration en 2008 d'un portefeuille de projets MDP dans le secteur forestier ;
- L'élaboration en 2014 d'une NAMA pour le secteur AFAT, qui a porté sur l'identification du potentiel technique d'atténuation des émissions de GES ;
- L'identification et la formulation en 2010 d'un projet pilote de séquestration du carbone du sol dans le Nord-ouest de la Tunisie avec l'appui de l'AFD et la Banque Mondiale ;
- La préparation d'un Programme d'investissement forestier (PIF) avec l'appui de la Banque Mondiale, la Banque Africaine de Développement (BAD) et la Banque Européenne de Reconstruction et de Développement (BERD) (cf. infra) ;

- L'élaboration de la Contribution Nationale Déterminée qui comporte un chapitre relatif au secteur AFAT, qui a été présentée à la 21^{ème} conférence des parties de la CCNUCC en 2015, puis son actualisation en 2021.

L'ensemble de ces projets et activités se trouvent axés sur une batterie d'options techniques d'atténuation des GES dans le secteur agricole et forestier, dont de nombreuses couvrent les mesures identifiées dans la CDN.

Par ailleurs, en cohérence avec sa ligne politique, la Tunisie avait initié trois grands projets pouvant impacter positivement le bilan GES du secteur AFAT, dont certaines activités couvrent en partie celles décrites dans l'étude NAMA mentionnée ci-dessus. Il s'agit :

- Du projet PACTE mené par la DGACTA, sous financement de l'AFD, dont le but est de renforcer les capacités des systèmes agricoles à s'adapter au changement climatique. Ce projet s'est focalisé sur des activités de conservation des eaux et des sols, de plantations forestières et pastorales et de protection des parcours, et de soutien aux activités productives dans les milieux agricoles, forestiers et pastoraux.
- Le « projet de gestion intégrée des paysages dans les régions les moins développées en Tunisie » (PGIP) qui est cofinancé par la Banque Mondiale et FVC, et inclut : (i) Un projet de gestion intégrée des paysages ciblant 100.000 hectares dans les régions du nord et du centre, (ii) Un projet d'intégration de l'arbre dans les terres dégradées privées ciblant, dans une première étape pilote, 25.000 hectares dans les régions du nord et du centre, et visant la mise en place d'un mécanisme de financement innovant soutenant les investissements de restauration et de valorisation des terrains privés dégradés.

Sur le plan de la mise en œuvre des projets désignés dans la CDN, on les retrouve à peu près systématiquement, même s'ils portent des appellations différentes, et si l'ampleur des réalisations (en hectares) nous laisse encore derrière les « temps de passage » de la CDN actualisée.

Donc, en pratique, on devrait retrouver des résultats assez probants en termes de GES, à partir des projets déjà lancés. Les inventaires des GES donnent en tout cas de bons signaux allant dans ce sens.

4.3.3.2 Plan d'actions sur la période 2022-2030

Le scénario de référence (BaU) du secteur AFAT capture les tendances des émissions et des absorptions dans chacun des sous-secteurs, en considérant un prolongement tendanciel des pratiques d'utilisation des sources de l'AFAT (traduites sous forme de données d'activité). Le scénario BaU suppose, par conséquent, qu'il n'y aurait pas plus d'effort d'atténuation supplémentaire que ce qui est consenti dans le courant normal des choses d'ici 2030.

Le scénario BaC considère quant à lui une situation visant à opérer un changement significatif de la trajectoire, allant dans le sens d'une augmentation du bilan négatif du secteur de l'AFAT, sur la base d'un certain nombre d'options techniques identifiées et adoptées dans le cadre de la CDN actualisée.

Le scénario bas carbone de la CDN actualisée prône une approche transformationnelle plutôt que l'approche incrémentale adoptée jusque-là en matière de développement agricole/rural. Ce scénario repose sur 4 principaux axes stratégiques, qui constituent le pilier de la politique d'atténuation, et qui sont :

- La restauration des paysages agricoles dégradés, la rationalisation de l'utilisation des terres et la gestion durable des terres ;
- La restauration des paysages forestiers et la gestion durable des forêts ;
- La restauration des paysages pastoraux et la gestion durable des parcours.
- la valorisation des synergies entre les 3 conventions issues de la CNUED i.e. la CCNUCC, la CDB et la CNULCD.

Le scénario bas-carbone du secteur AFAT comporte donc **20 grandes actions** d'atténuation/absorptions, réparties en **cinq catégories**.

La **première catégorie** prévoit **11 actions** intégrées (dont encouragement des légumineuses en grandes cultures et agriculture de conservation/bonnes pratiques agricoles). Ces options d'atténuation ont été conçues d'une manière territorialisée, en fonction des principales régions naturelles du territoire national, et en se basant sur les données disponibles relatives aux niveaux de dégradation et d'érosion des terres dans les régions nord et du centre de la Tunisie.

La **deuxième catégorie** regroupe **4 actions**, principalement de renforcement des actions agricoles déjà considérées dans la ligne de base : (i) Ajouts alimentaires soutenant la productivité du bétail et induisant la baisse des émissions entériques, (ii) Incorporation des fientes de volaille dans les procédés de compostage du fumier, (iii) Développement de l'agriculture biologique, et (iv) Optimisation de l'utilisation des engrais minéraux de synthèse.

Une **troisième catégorie** comprend **une action unique** : le scénario BaC ciblant les espaces forestiers et maquis engagera la mobilisation de ressources et de moyens conséquents de planification et d'intervention pour réduire drastiquement les incendies de forêts, en revenant aux niveaux d'avant 2010 (450 hectares par an), et d'en circonscrire la propagation.

La **quatrième catégorie** comprend **3 actions de valorisation énergétique** :¹⁶ (i) des fientes de volailles, (ii) du fumier bovin, et (iii) des margines.

La **cinquième catégorie** comprend **1 action** préconisant une « politique vigoureuse et structurée de réduction des gaspillages ».

La mise en œuvre de l'ensemble des mesures décrites constitue le scénario Bas-carbone du secteur de l'AFAT. La Figure 56 montre les trajectoires des émissions brutes et nettes du secteur AFAT selon les scénarios considérés (BaU et BaC) par la CDN actualisée.

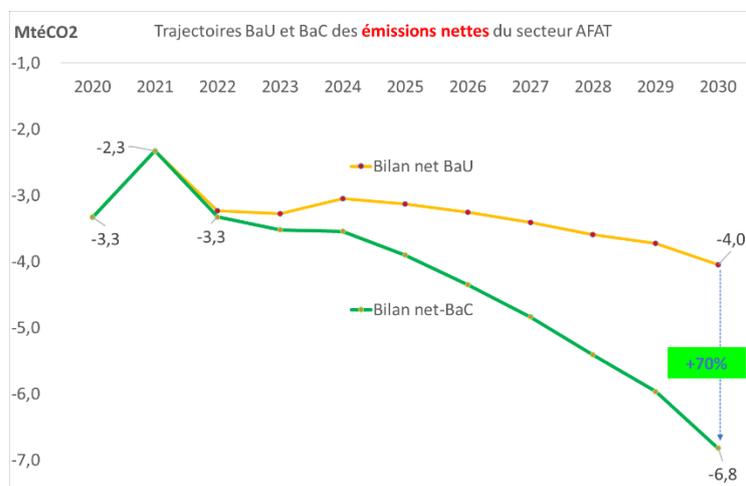


Figure 56: Trajectoires des émissions nettes de GES de l'AFAT sur la période 2020-2030 selon les scénarios de la CDN actualisée¹⁷

¹⁶ Les actions de valorisation énergétique sont mentionnées dans cette section agriculture du fait de leur appartenance originale à ce secteur, mais les impacts GES de ces mesures sont comptabilisés dans le secteur de l'énergie, conformément aux préconisations de l'IPCC.

¹⁷ Il s'agit des simulations réalisées dans le cadre de la préparation de la CDN actualisée. Les inventaires réalisés dans le cadre des présents travaux de RBA3, révèlent qu'en termes d'émissions nettes du secteur AFAT, on était assez en avance par rapport aux « temps de passage » de la CDN actualisée.

Le plan d'action de mise en œuvre de la CDN pour le secteur AFAT, en cours de finalisation, a fait une récapitulation des actions projetées par la CDN, et à les lier à des initiatives en cours, en lancement, ou en cours de conception. La planification de ces actions est faite sous leur appellation CDN. D'après ce plan d'action, certaines des actions listées ont été démarrées entre 2021 et 2023. Un certain nombre devrait cependant être lancée à partir de 2024, et ce sur plusieurs années.

Les bonnes dispositions du secteur AFAT, avec un potentiel d'absorption très favorable, allié à de fortes perspectives de lancement de projets structurants, laissent entrevoir un bon positionnement par rapport à la trajectoire de la CDN pour le secteur. Toutefois, les ressources actuellement mobilisées ne représentent pas plus de 10% des besoins, et sont en deçà de ce qui est nécessaire pour s'engager dans une véritable transition.

Les défis de mobilisation des ressources financières restent donc immenses. Mais il n'y a pas que les défis de financement, puisque, par exemple la mise en œuvre des approches intégrées, reste assez lente. Par ailleurs, les conditions d'intervention deviennent de plus en plus difficiles, du fait de la montée des risques liés à l'indépendance alimentaire, aux ressources en eau, à la dégradation des sols, à la survie des filières (céréales, élevage, agro-industries en dépendant, etc.).

Enfin, quelques actions seront éventuellement écartées (ex. BIOCHAR) ou complètement revues, notamment les 3 projets de valorisation énergétique, car les responsabilités n'ont pas été clairement attribuées. Les mises à jour devront être abordées dans le cadre de la réalisation du premier RBT (Rapport Biennal de Transparence) en 2024, et les ajustements intégrés dans le cadre de la réalisation de la prochaine CDN, en 2025.

4.3.4 Secteur des déchets

Historiquement, les émissions imputables au secteur des déchets représentaient autour de 6% des émissions brutes de la Tunisie, mais plus proche de 7% lors des années les plus récentes, avec des répartitions dominées principalement par les déchets solides, et principalement les déchets ménagers (environ 4/5^{ème} des émissions du secteur des déchets), et l'assainissement (16-17% des émissions du secteur des déchets).

4.3.4.1 Déchets solides

4.3.4.1.1 Rétrospective

A travers le PRONAGDES,¹⁸ la Tunisie s'était, dès les années 90, résolument engagée dans la mise en place d'un programme intégré de gestion des déchets solide, s'articulant autour de cinq grands axes, dont deux notamment pouvaient avoir un impact direct sur les émissions de GES : (i) Réduction de la production des déchets à la source, (ii) Valorisation des déchets par récupération, recyclage ou tout autre moyen pertinent.

Ce programme s'était concrétisé, notamment, par la mise en exploitation, en 1997 à Tunis la capitale, de la première décharge contrôlée de déchets ménagers, puis par l'ouverture successive de quinze autres décharges contrôlées régionales à partir de 2008, placées dans les principales agglomérations tunisiennes.

Le PRONAGDES avait été, ensuite, suivi de la publication de la stratégie nationale intégrée et durable des déchets 2006-2016, puis, plus récemment ; en 2021, la Gestion Intégrée et durable des Déchets Ménagers et Assimilés (GIDMA)

Dans l'optique de réduire les émissions de GES, la Tunisie avait justement lancé, via l'ANGeD dès 2006, deux initiatives d'envergure, spécifiquement dédiées à l'atténuation des GES dans les décharges

¹⁸ Programme national de gestion des déchets.

contrôlées : Le projet MDP de la décharge de Jebel Chekir (Tunis), et le projet MDP regroupant 9 décharges contrôlées régionales

Les statistiques des quantités de gaz torchées dans les décharges équipées de systèmes de dégazage, détenues par l'ANGED révèlent une hausse régulière des quantités torchées ; et donc des réductions des émissions (Figure 57), pour atteindre un pic en 2014 (189 ktCO₂e), suivie d'une relative stagnation jusqu'en 2018, puis de plusieurs baisses et hausses successives. Il semble que les réductions se soient finalement stabilisées dans la fourchette 160-180 ktCO₂/an.

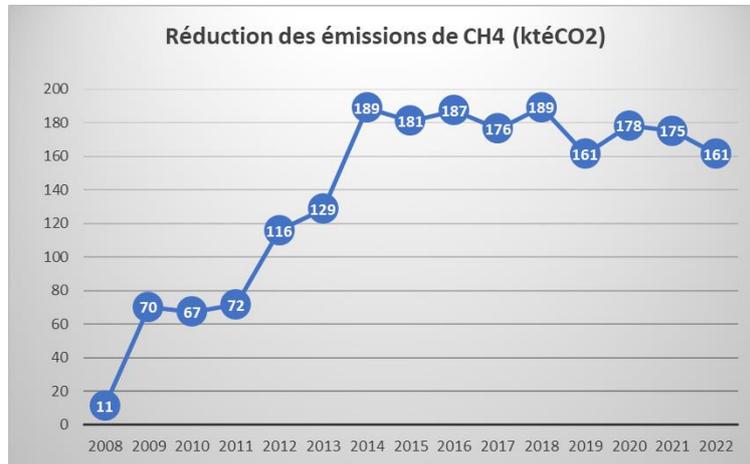


Figure 57: Evolution des torchages de CH₄ dans les décharges munies de systèmes de dégazage (ktCO₂e)

Depuis leur démarrage en 2008, et jusqu'en 2022, les projets de torchage du CH₄ sur les sites des décharges auront généré plus de deux millions de tCO₂e de réductions des émissions.

4.3.4.1.2 Perspectives 2030

Dans le scénario bas-carbone de la CDN actualisée, l'ANGED s'engagerait dans la promotion de la minimisation des déchets, le renforcement du recyclage et la valorisation à travers ses filières de gestion des déchets et le maintien des systèmes de dégazage existants, tout en les dotant de systèmes de valorisation énergétique. Sur cette base, une liste exhaustive de huit actions et mesures de réduction des émissions a été élaborée pour le secteur des déchets.

- Objectif de réduction de 15% de la quantité des déchets ménagers produits (kg/hab/jr) en 2035 en milieu urbain et 10% en milieu rural, par rapport à 2020.
- Hausse de 20% du taux de recyclage-matière de la quantité des déchets ménagers produits (kg/hab/jr) en 2035, par rapport à 2020,
- Hausse à 45% du taux de valorisation organique (compost) et/ou énergétique (RDF et électricité) en 2035, par rapport à 2020.
- Induite en partie par le précédent objectif/mesure : baisse à 55% du taux de mise en décharge contrôlée des déchets ultimes en 2035.
- Mise en place de l'option de production du RDF pour l'utilisation dans la combustion par le secteur cimentier.
- Systématisation du dégazage au moins jusqu'à l'horizon 2030, sur les sites des décharges contrôlées déjà équipées de tels systèmes.
- Généralisation de la production d'électricité à partir du biogaz des décharges équipées en systèmes de dégazage/torchage.
- Valorisation énergétique des margines.

A l'issue de la soumission de la CDN actualisée, la Tunisie s'était lancée dans l'élaboration d'un plan d'action d'atténuation des GES, en lien avec les objectifs de la CDN, dans le secteur des déchets solides. Ce plan d'action est actuellement en cours de finalisation. Il comporte notamment :

- Dès 2023, la prévention et la réduction de la quantité des déchets ménagers générée, à travers la promotion de l'éco-conception et l'éco-innovation, la mise en place de dispositifs de soutien au concept de « Responsabilité Élargie des Producteurs - REP », la promotion du commerce et distribution de produits dans des emballages durables, et la promotion de modes de consommation écoresponsable et de lutte contre le gaspillage alimentaire.
- Dès 2024, l'augmentation du taux de valorisation des déchets ménagers produits, via l'accélération en cours des programmes de recyclage, la valorisation sous forme de RDF, dès 2026 la mise en place de onze (11) nouvelles stations pour le Traitement Mécano-Biologique (TMB), et déjà en cours la promotion des systèmes de compostage (établissements touristique, Communes, industries agroalimentaires et agriculteurs, compostage individuel.
- Dès 2024, installation et/ou extension de systèmes de récupération et de valorisation énergétique du biogaz dans 12 décharges contrôlées existantes.

4.3.4.2 Assainissement

4.3.4.2.1 Rétrospective

Le secteur de l'assainissement est principalement sous la responsabilité de l'Office National de l'Assainissement (ONAS). L'ONAS est en charge de l'assainissement en milieu urbain et dans les zones touristiques et industrielles, à travers quatre principales missions :

- La gestion, l'exploitation, l'entretien, le renouvellement et la construction de tout ouvrage destiné à l'assainissement,
- La planification et la réalisation des projets d'assainissement, pour le compte de l'Etat et des collectivités locales,
- La lutte contre les sources de pollution hydrique,
- La promotion de la valorisation des eaux traitées et des boues des stations d'épuration (STEP).

En Tunisie, principalement trois procédés de traitement des eaux usées sont pratiqués : les boues activées faible charge, les boues activées moyenne charge, et le lagunage.

Par ailleurs, trois stations d'épuration (Choutrana, Charguia, et Nabeul SE4) sont dotées d'installations de digestion anaérobie des boues et de récupération du biogaz. Mais en raison de problèmes techniques, seule la station d'épuration de Choutrana est fonctionnelle aujourd'hui, et en état de produire du biogaz. Toutefois, même pour la station de Choutrana, des problèmes techniques récurrents ont empêché ce projet de donner sa pleine mesure, en termes de récupération du méthane, de production de biogaz, et de valorisation électrique de ce biogaz.

Il est important de rappeler qu'en faisant le métier pour lequel il a été créé, l'ONAS fait implicitement de l'atténuation des GES, puisque l'adoption de modes de traitement aérobie, l'optimisation du dimensionnement de ses stations, le branchement du maximum de ménages, la valorisation des boues, l'appui au secteur industriel pour l'amélioration de ses modes de traitement des eaux usées, impliquent automatiquement une amélioration significative des performance GES de l'assainissement.

Plus précisément, l'ONAS avait lancé des programmes de mise à niveau de la filière boue (2016-2021), d'assainissement rural (2016-2021), d'assainissement dans 34 communes dont la population est inférieure à 10.000 habitants, d'assainissement couvrant 9 zones industrielles (2020-2024).

En allant plus loin, l'ONAS vise aussi à réduire drastiquement son empreinte carbone, à travers l'adoption des meilleures pratiques en matière d'efficacité énergétique, et d'énergie renouvelable, même si, conformément aux directives de l'IPCC, les impacts GES de ces deux mesures ne sont pas comptabilisés au crédit de l'assainissement.

En lien direct, notamment avec les politiques d'atténuation, vers 2013-2014, le secteur de l'assainissement avait fait l'objet du développement d'une NAMA, s'articulant autour de cinq principales options d'atténuation :

- L'assainissement des eaux usées industrielles,
- La valorisation des boues dans les cimenteries (filiale rouge),
- La valorisation anaérobie des boues (cogénération),
- L'assainissement rural,
- Le développement des énergies renouvelables.

Plus tard, la CDN de 2015 avait prévu principalement deux mesures impactant à la baisse les émissions :

- L'installation d'une capacité de digesteurs à biogaz pour la production d'électricité d'environ 40 MW sur la période 2015-2030,
- La réduction de la DCO d'environ 15% dans les eaux usées industrielles.

Bien que le premier projet n'ait été que partiellement entamé, et que le 2ème n'ait pas du tout démarré, l'ONAS a continué à intervenir sur son corps de métier, à travers plusieurs actions à caractère permanent, et ayant un impact direct sur ses émissions de GES :

- Amélioration de la gestion des STEP (urbaines et rurales), notamment par la réhabilitation de plusieurs d'entre elles,
- Amélioration du branchement industriel,
- Valorisation des boues, plus précisément à travers l'appui aux programmes d'épandage des boues en agriculture (filiale verte), en coordination avec le ministère de l'agriculture,
- Amélioration de l'efficacité énergétique et cogénération.
- Programme d'installation d'une douzaine de digesteurs à biogaz/cogénération pour la production d'électricité.

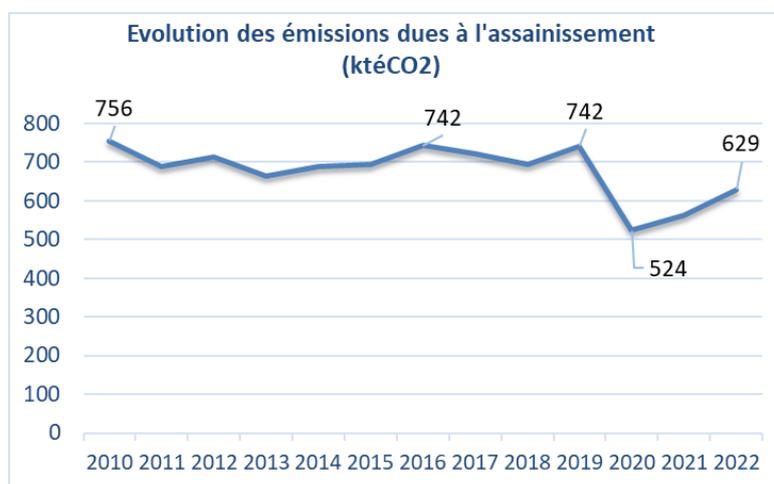


Figure 58: Evolution des émissions de GES du secteur de l'assainissement

4.3.4.2.2 Perspectives 2030

A côté de l'amélioration continue de la gestion des stations existantes, qui a déjà généré des résultats très probants, comme l'attestent les trajectoires des émissions spécifiques de GES, le secteur de l'assainissement devrait être en mesure de mobiliser pleinement son potentiel d'atténuation des GES, et donc de consolider sa trajectoire bas-carbone, comme il a déjà commencé à le faire.

Le scénario Bas-carbone (BAC) du secteur de l'assainissement consolidera cette mobilisation de l'ONAS pour améliorer les performances du secteur. Le BaC considère quatre principales actions déjà identifiées par la NAMA Assainissement :

- Amélioration du taux de prise en charge des eaux usées par l'augmentation du branchement des ménages,
- Amélioration de la gestion des STEP (urbaines et rurales), notamment par la réhabilitation de plusieurs d'entre elles,
- Amélioration du branchement industriel et baisse de la DCO (traitement aérobique et optimisation de la gestion),
- Valorisation des boues (en milieu agricole et éventuellement en cimenteries),
- Amélioration de l'efficacité énergétique et cogénération.

A l'issue de la soumission de la CDN actualisée, la Tunisie s'était lancée dans l'élaboration d'un plan d'action d'atténuation des GES, en lien avec les objectifs de la CDN, dans le secteur de l'assainissement. Ce plan d'action est actuellement en cours de finalisation. Il comporte notamment :

- Programme d'investissement, composé d'une dizaine de projets visant la généralisation des services d'assainissement dans toutes les communes du pays, ainsi que l'extension et la réhabilitation des réseaux, nécessitant un investissement d'environ 2,9 milliards de dinars d'ici 2030
- Programme d'investissement, composé aussi d'une dizaine de projets visant l'extension et la réhabilitation des STEP, et nécessitant un investissement d'environ 1,8 milliard de dinars d'ici 2030
- Programme visant la construction de 9 stations d'épuration des eaux usées industrielles sur la période 2023-2030, nécessitant un investissement d'environ 0,37 MD d'ici 2030.
- Programme visant la valorisation des boues (filiale rouge : cimentiers, et filiale verte : épandage sur les sols agricoles), sur la période 2024-2026, nécessitant un investissement d'environ 0,13 MD.

5 Impact, vulnérabilité et adaptation

Un grand nombre de travaux et d'analyses sur l'adaptation ont été menés par la Tunisie ces dernières années, notamment dans le cadre i) de la CDN actualisée – soumise en 2021, ii) de la SNRCC – publiée en mars 2022, iii) du Rapport du Plan National d'Adaptation (PNA-sécurité alimentaire) - phase2, 2021. La préparation de ces documents a intégré des analyses de vulnérabilité et la définition de plans d'action détaillés. Des plans sectoriels d'adaptation sont également disponibles pour certains secteurs et des travaux spécifiques ont été initiés pour la mise en place d'un cadre institutionnel, organisationnel et réglementaire (IOR) efficient permettant d'établir les rapports sur les effets des changements climatiques et les résultats de l'action en matière d'adaptation.

La préparation de la composante adaptation de la communication nationale a permis une consolidation et une actualisation des résultats de ces travaux, avec un travail d'alignement des résultats par rapport aux nouveaux référentiels méthodologiques du GIEC présentés dans le cadre du Cinquième rapport d'évaluation (AR5). Le rapport AR5¹⁹ remplace le concept de vulnérabilité au changement climatique tel qu'il est énoncé dans le Quatrième rapport d'évaluation (AR4) par celui de risque d'impacts du changement climatique, inspiré de la méthode et des pratiques d'évaluation du risque utilisées dans le milieu de la réduction des risques de catastrophes. Le concept de risque adopté par l'AR5 n'introduit pas seulement de nouveaux termes et de nouvelles définitions pour remplacer les anciens termes -autour notamment de la notion de chaînes d'impacts, mais il suit une philosophie sous-jacente différente et influe ainsi les référentiels méthodologiques utilisés par les praticiens de l'adaptation²⁰, d'où le choix d'utiliser cette approche dans le cadre de cette 4^{ème} Communication Nationale.

¹⁹ IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

²⁰ GIZ et EURAC 2017, Guide complémentaire sur la vulnérabilité : le concept de risque. Lignes directrices sur l'utilisation de l'approche du Guide de référence sur la vulnérabilité en intégrant le nouveau concept de risque climatique de l'AR5 du GIEC. Bonn : GIZ.

5.1 Scénarios, approches et méthodes d'évaluation

Le suivi des évolutions passées et futures du climat en Tunisie a connu une progression significative qui a profité des nouveaux outils et méthodes techniques, technologiques et scientifiques de mesure et de modélisation ainsi que d'un accès facilité aux données climatiques et thématiques. En termes de modèles climatiques globaux, on est passé des SRES (Special Reports on Emission Scenarios)²¹ - avec les variantes A2 et B2 - aux RCP (Representative Concentration Pathways)²² - en retenant les variantes 4.5 et 8.5. Dans le premier cas, nous avons maintenu le pas d'échelle à 12.5Km par pixel ; dans le second nous avons procédé à une descente d'échelle faisant passer le pixel au sol de 12.5 à seulement 5km. Les travaux sur les données afin d'évaluer les risques climatiques sur les écosystèmes, les sociétés et les économies au niveau national ont profité de ces acquis et nous sommes passé de méthodes empiriques (2006-2007), à des méthodes semi-automatiques (2012-2014) puis à des modélisations mathématiques basées sur des données quantifiées avec des mesures des incertitudes (2020-2022).

Les nouveaux scénarios SSP²³ (Shared Socioeconomic Pathways ou scénarios d'évolution socio-économique) qui explorent des combinaisons non couvertes par les RCP et qui améliorent leurs précisions font l'objet d'un travail en cours de l'Institut National de la Météorologie (INM²⁴). Les prochains travaux doivent donc employer ces modèles compte tenu de l'importance qu'ils donnent aux volets social et économique - ces dimensions sont souvent peu mises en évidence voire négligées dans les modèles précédents. Les correspondances faites jusqu'ici par certains spécialistes entre les modèles RCP et SSP et leurs variantes ne doivent pas justifier le recours à la simplicité. Il y a un besoin réel de décliner les résultats des nouveaux modèles globaux SSP au niveau du pays et des régions et ainsi actualiser les résultats des variables climatiques et agroclimatiques à considérer pour les évaluations des risques climatiques dans les secteurs et les sous-secteurs.

En 2021, le MARHP en partenariat avec l'AFD dans le cadre du projet Adapt'Action et à l'occasion de la réalisation de l'étude stratégique sur le Plan National d'Adaptation "volet sécurité alimentaire" a réalisé une nouvelle projection climatique avec descente d'échelle (de 12.5Km à 5Km) sur le territoire national. Cette modélisation s'est basée sur les données ouvertes en "Open Source". Les résultats obtenus ont été vérifiés et validés par les services de l'INM²⁵. Les tendances d'évolutions attendues mises en évidence par ces travaux - menés sur les deux scénarios RCP4.5 et 8.5 aux horizons 2050 et 2100 – sont les suivantes :

- Une augmentation de la température moyenne annuelle sur l'ensemble du territoire variant entre 1.6°C (RCP 4.5) et 1.9°C (RCP 8.5) à l'horizon 2050, soit une augmentation entre 8% et 10% par rapport à la période de référence 1981-2010. Cette augmentation est significative pour l'ensemble des régions et à l'horizon temporel considéré.
- La mer a un effet modérateur sur la répartition spatiale des températures se traduisant par un réchauffement moins rapide de la frange littorale tunisienne par rapport aux régions continentales.
- Le gradient de réchauffement entre les zones continentales et côtières pourrait atteindre 0.5°C et 0.7°C en 2050 (RCP4.5 et RCP8.5 respectivement).
- Au niveau saisonnier, cette augmentation sera plus accentuée durant l'été.

²¹ Jusqu'au 4^{ème} rapport d'évaluation du GIEC (AR4), les projections climatiques étaient fondées sur les scénarios SRES (Special Reports on Emission Scenarios), proposant plusieurs évolutions socio-économiques (A1, A2, B1, B2, A1B). Dans ces trajectoires, différentes hypothèses socio-économiques étaient traduites en scénarios de concentrations de gaz à effet de serre.

²² Dans son 5^{ème} rapport publié en 2014, le GIEC a changé d'approche, en séparant les travaux sur les hypothèses socio-économiques, de ceux sur l'évolution des concentrations de gaz à effet de serre. Ainsi les trajectoires RCP (pour Representative Concentration Pathway ou profils représentatifs d'évolution de concentration) **représentent différentes évolutions possibles de la concentration en gaz à effet de serre.**

²³ Les scénarios SSP (Shared Socioeconomic Pathways ou scénarios d'évolution socio-économique) récemment élaborés **décrivent des évolutions possibles de la société et décrivent leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre.** Ces travaux permettent de définir une échelle de défis plus ou moins élevés, pour l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques.

²⁴ Site officiel de l'Institut National de Météorologie : <https://www.meteo.tn/fr/institut-national-de-la-meteorologie>

²⁵ <http://www.onagri.nat.tn/uploads/Etudes/4a.%20Impacts%20des%20effets%20du%20CC%20-%20securite%20alimentaire.pdf>

- Pour le RCP 8.5, le réchauffement des régions côtières serait entre 1,5 et 2 °C et se situerait entre 2 et 2,5 °C pour les régions continentales. L'étage saharien serait le plus fortement affecté par cette hausse des températures moyenne annuelle (pouvant atteindre 4.7°C en 2100). En revanche, les zones humides et subhumides seront les plus épargnées par cette augmentation des températures.
- Des augmentations similaires, homogènes et du même ordre de grandeur, sont attendues pour les températures minimales et maximales moyennes annuelles. Elles sont également statistiquement significatives.

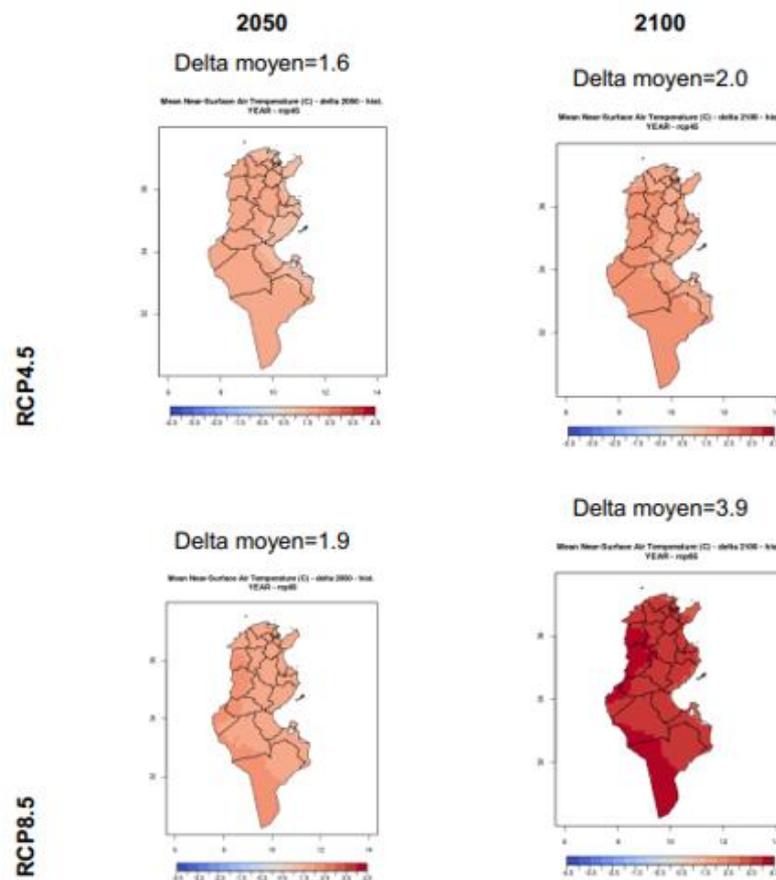


Figure 59. : Variation de la moyenne annuelle des températures moyennes de surface (°C) à l'horizon 2050 et 2100 par rapport à la période de référence 1981-2010²⁶

- Les projections de la variation annuelle moyenne des précipitations montrent une réduction du volume global des précipitations moyennes sur l'ensemble du territoire tunisien à l'horizon 2050, variant entre (- 14 mm/an, RCP 8.5) et (- 22 mm/an, RCP 4.5), soit entre 6% et 9% par rapport à la période de référence (1981-2010).
- Cette tendance à la baisse des cumuls annuels des précipitations présente une grande variabilité spatiale se traduisant notamment par un gradient Nord-Sud.

²⁶ AFD, 2020, TUNISIE – Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du Plan National d'Adaptation (Axe 2)_Analyse des effets des scénarios de changement climatique RCP 4.5 et RCP 8.5

- Au niveau du RCP 8.5, cette diminution concerne essentiellement le Nord de la Dorsale tunisienne en revanche pour le RCP 4.5, elle s'étend davantage au niveau des régions du Centre Est.
- Pour le RCP 8.5, cette diminution des cumuls annuels des précipitations concernera principalement les étages bioclimatiques humides et subhumides du Nord de la Dorsale tunisienne, allant de (- 20) à (- 60 mm/an) et susceptible d'atteindre (-140 mm/an) au niveau de l'étage humide.
- En revanche, les autres étages bioclimatiques au Centre et au Sud, présentent une tendance disparate du cumul moyen annuel des précipitations entre (- 20 mm/an) et (+ 20 mm/an).

La figure suivante présente l'évolution du cumul de précipitations annuelles par rapport à la période de référence 1981-2010 pour les deux périodes cibles 2050 et 2100 et les deux scénarios RCP4.5 et RCP8.5.

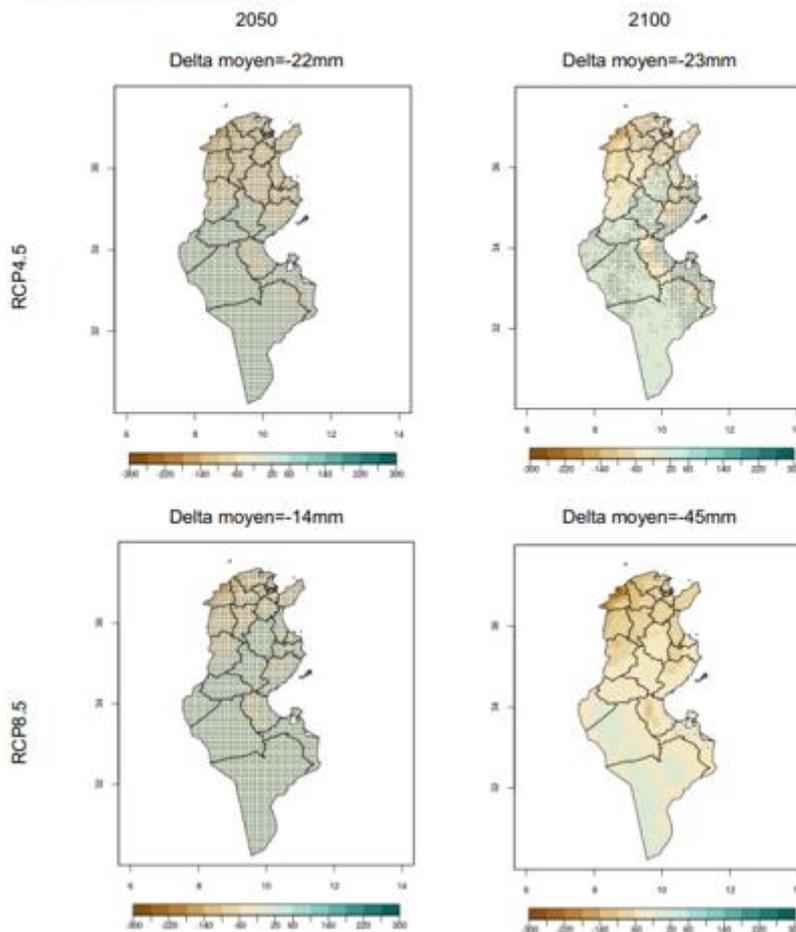


Figure 60. Variation du cumul annuel de précipitations (mm) à l'horizon 2050 et 2100 par rapport à la période de référence 1981-2010²⁷

- La durée des périodes d'extrêmes climatiques est également amenée à évoluer : le tableau qui suit fait une synthèse de l'évolution future des indices extrêmes climatiques en Tunisie.

²⁷ AFD, 2020, TUNISIE – Contribution aux éléments de la phase préparatoire du processus du Plan National d'Adaptation (Axe 2)_Analyse des effets des scénarios de changement climatique RCP 4.5 et RCP 8.5

Extrêmes climatiques		Evolution à l'horizon 2050 selon le scénario RCP 4.5	Evolution à l'horizon 2050 selon le scénario RCP 8.5
Jours consécutifs humides		<ul style="list-style-type: none"> – Une légère diminution des séquences de jours humides moyennée sur l'ensemble du territoire, très faible et statistiquement non significative. – Cette diminution présente une forte disparité régionale. 	
Jours consécutifs secs		<ul style="list-style-type: none"> – Une augmentation du nombre de jours consécutifs secs (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de + 9.3 jours/an à l'échéance 2050 – Statistiquement non significative en 2050, cette tendance deviendra significative en 2100. – Cette évolution présente une légère variation spatiale. 	<ul style="list-style-type: none"> – Une augmentation du nombre de jours maximum consécutifs secs (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de + 17.1 jours/ an
Jours de précipitations > 10mm		<ul style="list-style-type: none"> – Une évolution statistiquement non significative qui présente une forte disparité régionale se traduisant par : <ul style="list-style-type: none"> . Une diminution de 1 à 3 jours/an pour les étages bioclimatiques humide et subhumide du Nord de la Dorsale tunisienne ainsi que les régions littorales ; . En revanche, une augmentation au niveau des autres étages climatiques arides et subarides pouvant atteindre 2 jours/an. 	
Jours de précipitations > 20mm/40mm et 70 mm		<ul style="list-style-type: none"> – Une évolution statistiquement non significative qui présente une forte disparité régionale. – La modélisation climatique n'est pas encore en mesure de représenter ce type d'évènement avec la fiabilité acceptable 	
Jours de canicule		<ul style="list-style-type: none"> – Une augmentation du nombre de jours de canicules (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de +31.9 jours en comparaison avec la période de référence – Statistiquement non significative en 2050, cette tendance deviendra significative en 2100. 	<ul style="list-style-type: none"> – Une augmentation du nombre de jours de canicules (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de +39.1 jours en comparaison avec la période de référence
Jours de vague de froid		<ul style="list-style-type: none"> – Une diminution du nombre de jours de vagues de froid (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de (-2.5 jours). – Statistiquement non significative en 2050, cette tendance deviendra significative en 2100. 	<ul style="list-style-type: none"> – Une diminution du nombre de jours de vagues de froid (valeur moyenne sur le territoire) de l'ordre de (-2.8 jours),

 Tableau 11. Synthèse des évolutions futures des indices extrêmes climatiques en Tunisie²⁸

Par ailleurs, l'évolution de la distribution des étages bioclimatiques entre la période actuelle et 2100 selon le RCP8.5 met en évidence les phénomènes suivants :

- Une remontée des étages bioclimatiques vers le Nord ;
- L'extension de l'étage saharien, qui remonte et s'étend vers l'intérieur;
- La quasi-disparition de l'étage humide.

²⁸ MARHP-AFD 2021, NAP Sécurité alimentaire)

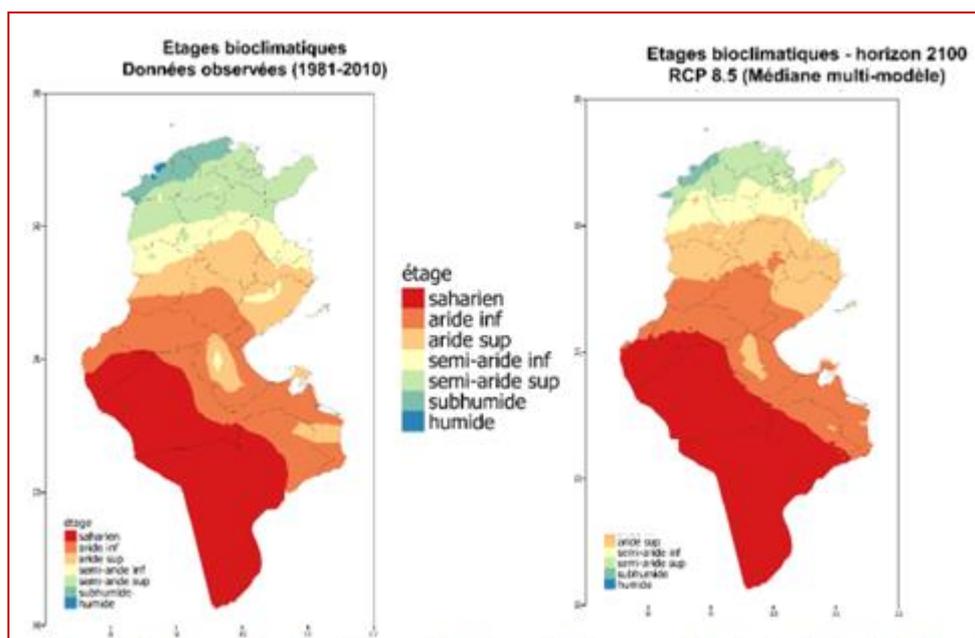


Figure 61. Evolution de la répartition spatiale des étages bioclimatiques, à gauche la période de référence, à droite en 2100 selon le RCP8.5

Cette évolution des étages bioclimatiques dans le futur implique notamment une modification des aires naturelles de distribution des différentes espèces cultivées et pastorales en Tunisie et encourage l'engagement de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes naturels dans une trajectoire d'adaptation transformative.

Messages clés

- La Tunisie a suivi et profité des évolutions réalisées sur le plan international des modélisations climatiques et a procédé à des adaptations nationales,
- Elle dispose actuellement d'une modélisation climatique régionale basée sur les modèles les plus significatifs parmi ceux disponibles au niveau international,
- La taille du pays, des écosystèmes, des exploitations et des infrastructures a exigé une descente d'échelle, qui a été produite en 2015 par l'INM et améliorée en 2021 dans le cadre du projet Adapat'Action (MARHP-AFD - NAP sécurité alimentaire 2021) pour atteindre un pixel de 5Km,
- Les modèles produits par l'INM sont basés sur des observations de terrain et ceux réalisés par le MARHP-AFD ont employé des données gratuites fournies par les OpenDATA,
- Ces résultats MARHP-AFD ont été testés et validés par l'INM,
- Ces données sont actuellement fournies en libre accès par l'INM (<https://climat-c.tn/INM/web/>),
- Les données fournies concernent 12 indicateurs climatiques et agroclimatiques, projetés à l'horizon 2100 sous les deux RCP 4.5 et 8.5.

Lignes directrices retenues pour l'actualisation des analyses sectorielles dans le cadre de la 4ème Communication Nationale

Un travail de consolidation et d'actualisation des résultats des travaux sur l'adaptation récemment publiés a été mené en alignement avec les référentiels méthodologiques introduits par le GIEC dans le cadre du Cinquième rapport d'évaluation. Sur les aspects de vulnérabilité et d'analyse des impacts potentiels, les résultats présentés sont synthétisés sous forme de chaînes d'impacts sectorielles à partir

des analyses existantes – complétées et enrichies à partir de retours de parties prenantes clés. Tenant compte des arbres à problèmes développés dans le cadre de la SNRCC, cette approche permet d’aller plus loin dans le sens d’une meilleure compréhension des impacts négatifs des changements climatiques, de la vulnérabilité et de l’adaptation en relation avec les conditions climatiques et socio-économiques du pays en lien avec les besoins prioritaires du pays ; elle renforce le narratif contextualisant la construction des stratégies et plans d’actions - présentés dans le sous-chapitre Stratégies et mesure – dans une perspective du renforcement de la résilience du pays dans ses différentes dimensions (approche de l’Etoile de la Résilience).

5.2 Mises à jour des synthèses sectorielles sur la vulnérabilité et les incidences des changements climatiques

Les synthèses sectorielles présentées sont issues d’un travail de consolidation et d’actualisation des résultats récemment publiés sur l’adaptation en alignement avec les référentiels méthodologiques introduits par le GIEC dans le cadre du Cinquième rapport d’évaluation. Des faiblesses telles que la pauvreté, les défaillances des infrastructures, des ressources humaines et financières inadéquates dans les institutions, le niveau de développement du pays, entre autres, sont autant de facteurs clés de vulnérabilité qui peuvent aggraver les effets des changements climatiques sur les systèmes concernés. De ces caractéristiques dépendent la sensibilité et la capacité d’adaptation du secteur aux aléas climatiques et aux risques physiques conséquents. Bien caractériser les vulnérabilités est une condition essentielle pour définir les solutions résilientes et adaptées que la Tunisie devra mettre en œuvre afin de faire face aux effets des changements climatiques dans les différents secteurs. Ont ainsi été mis en évidence pour chaque secteur étudié (agriculture et écosystèmes, ressources en eau, littoral, tourisme) : les enjeux exposés, les facteurs clés de vulnérabilité, les impacts potentiels (cf définitions dans l’encadré ci-dessous), avec une synthèse sous forme de chaîne d’impacts sectorielle. Une synthèse des principaux enjeux d’adaptation pour les domaines transversaux de l’urbanisation d’une part et de la réduction des risques de catastrophe d’autre part conclut ce chapitre. Une lecture transverse genre apporte un éclairage complémentaire au fur et à mesure des analyses.

Cette synthèse présente les résultats consolidés à l’échelle des secteurs étudiés.

Rappel des définitions en lien avec le cadre conceptuel de chaîne d’impacts²⁹

Aléas : La survenance potentielle d’une catastrophe naturelle ou d’origine humaine, événement physique ou tendance pouvant causer la mort, des blessures ou autres effets sur la santé, des dommages et des pertes en termes de biens, d’infrastructures, de moyens de subsistance, de fourniture de services, ainsi que des effets sur les écosystèmes et les ressources environnementales.

Exposition : La présence de personnes, moyens de subsistance; espèces ou écosystèmes; fonctions, services et ressources environnementaux; Infrastructure; ou actifs économiques, sociaux ou culturels dans des lieux et des cadres qui pourraient être affectés.

Vulnérabilité : La propension ou la prédisposition à être négativement affecté. La vulnérabilité englobe une variété de concepts et d’éléments y compris la sensibilité (ou la susceptibilité) aux dommages et le manque de capacité à faire face et s’adapter. La sensibilité est déterminée par les facteurs qui influent directement sur les conséquences d’un danger (attributs physiques d’un système - tels que matériaux de construction des maisons, type de sol sur les champs cultivés, les attributs sociaux, économiques et culturels – tels que la structure d’âge ou de revenu)³⁰.

²⁹ Traduit de: IPCC, 2018: Annex I: Glossary [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 541-562. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.008>.

³⁰ GIZ et EURAC 2017, Guide complémentaire sur la vulnérabilité : le concept de risque. Lignes directrices sur l’utilisation de l’approche du Guide de référence sur la vulnérabilité en intégrant le nouveau concept de risque climatique de l’AR5 du GIEC. Bonn : GIZ

Impacts (Conséquences, Résultats): Conséquences sur les systèmes naturels et humains résultant des interactions entre aléas liés au climat (y compris les phénomènes météorologiques extrêmes et événements climatiques), l'exposition et la vulnérabilité. Les impacts peuvent être mentionnés comme des conséquences ou des résultats, et peuvent être défavorables ou bénéfiques. Ils concernent en général les effets sur la vie humaine, les moyens de subsistance, la santé et bien-être, les écosystèmes et espèces, les actifs économiques, sociaux et culturels, les services (y compris services écosystémiques), les infrastructures.

5.2.1 Secteur Ressources en eau

La Tunisie doit affronter une montée en puissance des problèmes liés aux ressources en eau, tels que la pénurie d'eau, la sécheresse, les inondations, la baisse du niveau des eaux souterraines et l'intrusion d'eau salée dans les sources d'eau souterraine. Des épisodes de sécheresse plus longs et plus récurrents particulièrement depuis 2016 ont touché presque toutes les régions du pays et tous les secteurs (AEP, Agriculture...). Également, la Tunisie a connu des inondations dans plusieurs régions, causant des dommages en termes de vie humaine, aux biens et à l'économie.

Dans le but de gérer efficacement ses ressources en eau et de s'aligner sur l'ODD 6 - Assurer la disponibilité et la gestion durable de l'eau et de l'assainissement pour tous, le Ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche, représenté par le Bureau de planification des études hydrauliques (BPEH), a entamé depuis 2018 la réalisation d'une étude prospective pour la conception et la mise en œuvre d'une stratégie de long terme pour la gestion intégrée des ressources en eau et pour tenter de désamorcer les différents risques inhérents au développement d'une ressource rare, comme l'eau en Tunisie. Cette stratégie vise à assurer une utilisation optimale de l'eau et fournir des ressources en eau à l'horizon 2050 et la sécuriser pour les générations futures en étudiant les hypothèses du développement de la demande en eau pour tous les secteurs et le développement des eaux non conventionnelles. La stratégie est actuellement dans sa phase finale d'élaboration qui est la validation du plan d'action.

A l'échelle du secteur sont attendus une réduction de la disponibilité de la ressource en eau et une aggravation du déséquilibre offre/demande multi-usages – du fait d'une combinaison de facteurs climatiques et anthropiques tels que mis en évidence ci-dessus et synthétisés dans la chaîne d'impact sectorielle.

En se basant sur les résultats de l'étude eau 2050, nous constatons que les apports en eau moyens évolueraient sous conditions de changement climatique comme indiqué dans le tableau suivant.

Régions	Ressources en Mm3					Prélèvements pour Usages en Mm3					Bilan (Res.-Prélèv.) en Mm3				
	2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050	2020	2025	2030	2040	2050
NO	1 585	1 516	1 449	1 325	794	348	375	404	469	630	1 237	1 141	1 045	856	164
NE	1 446	1 334	1 231	1 049	1181	1 070	1 186	1 313	1 611	1 976	376	149	-82	-562	-795
CO	633	592	554	485	402	1 112	1 199	1 293	1 503	1 747	-479	-607	-739	-1 018	-1 345
CE	238	221	206	178	315	396	446	502	636	805	-158	-224	-296	-457	-490
SO	618	587	557	503	608	677	731	788	918	1 068	-59	-144	-231	-415	-460
SE	409	387	366	328	341	364	397	432	514	611	45	-10	-66	-186	-270
Total	4929	4638	4364	3868	3641	3968	4333	4733	5650	6837	961	305	-368	-1 782	-3 196

NO : Nord-Ouest, NE : Nord Est, CO : Centre Ouest, CE : Centre Est, SO : Sud-Ouest, SE : Sud Est.

Tableau 12. Evolution des ressources et des prélèvements en considérant le scénario tendanciel (business asusual) et intégrant le forçage climatique³¹

De ce fait la diminution des apports entre 2020 et 2030 serait de 11,5%, soit l'équivalent de 565 millions de m3, et de 1288 Millions de m3 entre 2020 et 2050, soit une baisse de 26,13%. La disponibilité en

³¹ Eau 2050, rapport phase 3 : <http://www.onagri.nat.tn/plans>

eau renouvelable évoluera à la baisse puisqu'elle passerait de 361 m³/hab/an en 2020 à 289 m³/hab/an en 2030 et 216 m³/hab/an en 2050. Aussi, à ce rythme, l'indicateur de stress hydrique atteindra 231% en 2050 contre un indicateur de stress hydrique évalué à 132% en 2021. Dans le tableau ci-dessus, les évolutions des prélèvements ou besoins en eau ont été évaluées en considérant un comportement tendanciel c'est-à-dire la continuité du mode d'usage, d'exploitation et de comportement actuel (sans mesures d'adaptation). Par rapport à l'année 2020, les besoins en eau évolueront de 19,3% en 2030, soit 765 Millions de m³, et de 72,3% en 2050, soit 2869 Millions de m³. En analysant le bilan entre les ressources et les prélèvements, on peut retenir que les pertes en eau en 2030 liées à la production agricole irriguée pourraient être considérées égales à un déficit 368 millions de m³ et celle de 2050 de 1288 Millions de m³.

Les eaux souterraines renouvelables pourraient passer de 1524 millions de m³ actuellement à pratiquement 1000 millions de m³ en 2050 et 700 millions en 2100, soit la moitié des ressources actuelles. Au niveau des nappes côtières, les pertes seront plus importantes à la suite de l'élévation du niveau de la mer et pourraient atteindre 50% de leurs ressources en 2050 et beaucoup plus en 2100. Sous l'effet conjugué de la demande et du changement climatique, le phénomène de surexploitation va s'accroître et une grande partie des prélèvements sera prise sur les réserves géologiques des nappes avec toutes les conséquences sur la qualité des eaux et la durabilité de la ressource. A l'horizon 2030, l'ensemble des ressources souterraines baisseront de 28% par rapport à leur niveau de 2010.

Un risque de « crash hydrique »

La diminution de la ressource en eau se passe dans un contexte limnologique et sédimentologique d'intrusion des eaux marines, de salinisation des nappes, d'augmentation de la charge polluante et de sédimentation rapide des retenues des barrages. Ces tendances, conjuguées à la poursuite de l'augmentation de la demande, compliquent d'année en année l'équation de la gestion de la ressource, et expose le pays à un risque de crash hydrique en cas de sécheresse et de déséquilibres aggravés offre-demande avec des répercussions sur toutes les activités (gestion tendue des ressources en eau, dysfonctionnements dans la gestion des ouvrages hydrauliques, dysfonctionnements dans la gestion de l'eau potable, des zones industrielles et touristiques, dysfonctionnements dans la gestion des périmètres irrigués, ...).

La menace sur la disponibilité de l'eau aura un effet négatif sur tous les usages avec des conséquences directes sur les activités économiques en particulier sur le secteur agricole. Des risques de conflits et de tensions à caractère territorial peuvent ainsi se multiplier du fait de concurrence pour l'accès à l'eau dans un contexte de contraintes sur la ressource, avec notamment une aggravation sur les processus de déplacements de population. *De manière générale, le manque d'eau peut en effet exacerber des conflits d'usage, qui sont déjà importants dans Nord-Ouest, le centre et le centre ouest surtout sur la presqu'île du Cap Bon*³².

La chaîne d'impacts ci-dessous propose une synthèse de l'analyse des enjeux exposés, des facteurs clés de vulnérabilité, et des impacts potentiels sur base des travaux existants, en alignement avec le référentiel AR5 du GIEC.

³² <https://irmc.hypotheses.org/1412>

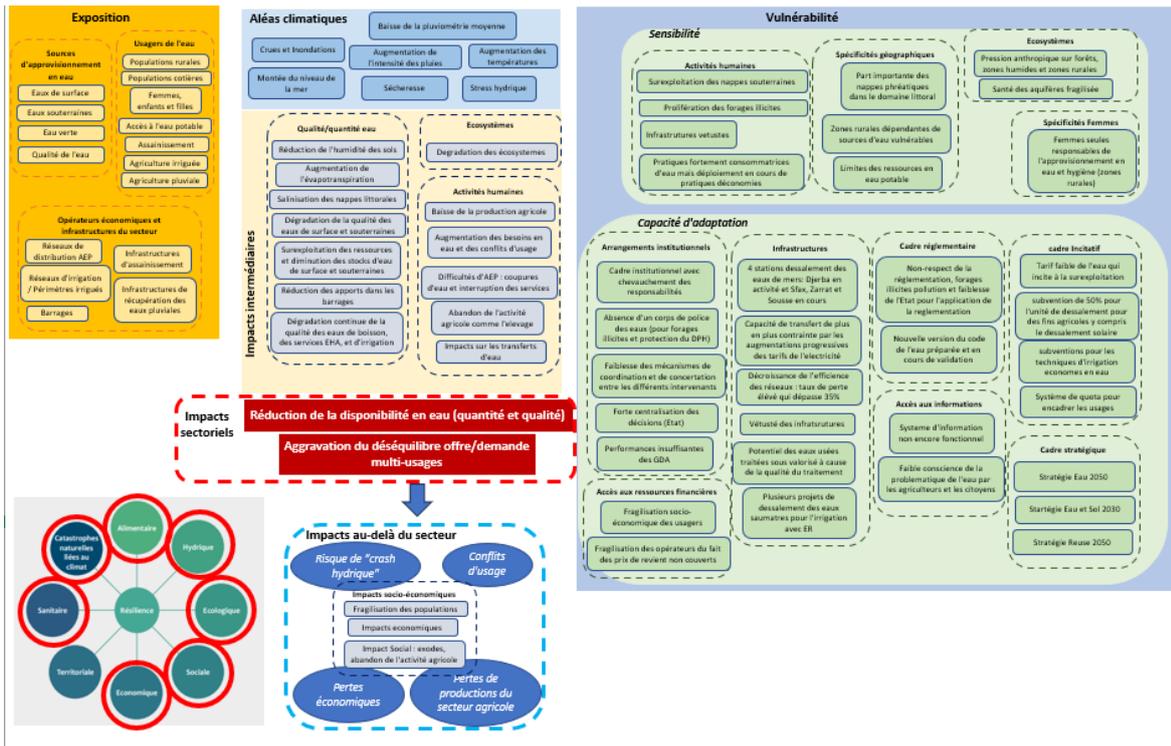


Figure 62. Chaîne d'impacts Ressources en eau

5.2.2 Secteur Agriculture et écosystèmes terrestres

Depuis 2019, la Tunisie a réalisé plusieurs études stratégiques qui ont traité du secteur agricole et de ses sous-secteurs. Parmi les plus récentes qui s'intéressent aux effets du changement climatique sur le secteur agriculture et les écosystèmes, on peut citer la version actualisée de la contribution déterminée nationale (CDN 2021)³³ à l'horizon 2030, la Stratégie Nationale Bas Carbone et de Résilience au Changement Climatique (SNBC-SNRCC)³⁴ qui vise une économie neutre en carbone et un développement résilient à l'horizon 2050, le Plan National d'Adaptation aux effets du changement climatique, avec ses deux composantes sécurité alimentaire et aménagement des territoires (PNA)³⁵, la stratégie de Réduction des Risques des Catastrophes (SNRRC)³⁶ 2021-2030, le Plan National de la Sécheresse (PNS, 2020)³⁷ et la Stratégie "Eau 2050"³⁸. Ces études ont toutes confirmé la vulnérabilité du secteur agricole aux risques climatiques et ont insisté sur sa très forte dépendance aux ressources en eau. Le secteur agricole, les écosystèmes naturels et les sociétés rurales devront faire face, aux horizons de court et moyen termes, à une pénurie d'eau que tous les modèles climatiques, même les plus optimistes, annoncent intense, généralisée sur l'ensemble du territoire et récurrente (cf Section Ressources en Eau).

A l'échelle du secteur est attendue une perte globale de productivité – du fait d'une combinaison de facteurs climatiques et anthropiques tels que mis en évidence ci-dessus et synthétisés dans la chaîne d'impact sectorielle.

³³ . <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Tunisia%20Update%20NDC-french.pdf>

³⁴ .

<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Strat%C3%A9gie%20de%20d%C3%A9veloppement%20neutre%20en%20carbone%20et%20%C3%A9silient%20-%20Tunisie.pdf>

³⁵ . <http://www.onagri.nat.tn/uploads/Etudes/adaptation-aux-changements-climatiques.pdf>

³⁶ . http://www.environnement.gov.tn/images/fichiers/strategie_nationale_de_reduction_Finalise.pdf

³⁷ . https://www.unccd.int/sites/default/files/country_profile_documents/Drought_Management_Plan_Tunisia_Final.pdf

³⁸ . <http://www.onagri.tn/uploads/secteur-eau/Rapport-de-d'Emarrage-Version-Finale-etape-1.pdf>

Les changements climatiques annoncés selon les modèles de projection les plus récemment réalisés en Tunisie et validés par les autorités compétentes, et en particulier les phénomènes extrêmes attendus, induisent un risque de perte de productivité sur la plupart des productions agricoles. Il est ainsi attendu une perte de production en céréales de près de 40% à l'horizon 2050 selon le scénario RCP 8.5 et la baisse des rendements qui affectera les productions oléicoles pourrait atteindre 32%. Les estimations récentes menées sur le sujet mettent notamment en évidence les tendances suivantes³⁹ :

- **La production céréalière sera gravement touchée, avec des réductions potentielles de 30 à 50 % de la contribution au PIB agricole d'ici 2100⁴⁰**, équivalent à environ 4.669 MUSD, et des pertes d'emplois de 30% d'ici 2050. Cela mettra davantage en péril la sécurité alimentaire du pays et augmentera la dépendance à l'égard des importations.
- **La filière « olives et huiles d'olives » accuserait des pertes d'exportation annuelles de l'ordre de 228 millions USD d'ici 2100**
- **Pour le sous-secteur des dattes et sur la base des estimations des impacts dans des pays similaires à la Tunisie, 20 à 26 millions USD d'exportations** pourraient être menacés en 2050 et 72 à 85 millions USD en 2100⁴¹
- **Pour le sous-secteur des parcours et de l'élevage, le changement climatique affectera la productivité des parcours naturels qui ne couvriront que 8 à 10% des besoins des cheptels d'ici 2050, comparé à un niveau de l'ordre de 16% en 2020.** Le changement climatique augmentera la dépendance du pays dans les filières des viandes rouges, lait, œufs... vis-à-vis des importations, dans un contexte de volatilité croissante des prix des produits de base sur les marchés internationaux. Afin d'illustrer cette perte de productivité, en 2020, la Tunisie disposait de 1.568.000 UGB : si l'on considère d'une UGB consomme 3.000 UF/an et qu'une UF vaut 1.16 DT/Kg (1Kg d'orge), la perte est évaluée entre 145 et 180 MUSD⁴²
- **Pour les écosystèmes forestiers, dont la valeur économique estimée en 2012 s'élève à 77 millions USD soit 0,3% du PIB national, les projections économiques situent le coût des impacts climatiques à environ 11,52 millions USD par an d'ici 2030⁴³.** Les estimations des pertes d'emplois dans le secteur varient quant à elles de 8.250 à 16.500 emplois, ce chiffre pouvant atteindre 37.000 emplois dans le cas d'une sécheresse majeure comme celle vécue pendant les trois dernières années (2020/2022).

Etant donné l'importance de l'agriculture dans le pays, les conséquences économiques et sociales des impacts attendus sur le secteur sont particulièrement critiques. Les effets sur l'économie et les sociétés attendus sont notamment :

- La baisse des revenus des agriculteurs, éleveurs et l'instabilité affectée aux chaînes de valeur qui sont associées et dépendent des produits qu'ils génèrent
- Une vulnérabilité sociale et économique accrue des producteurs, leurs familles et leurs ouvriers et autres prestataires de service, ce qui est de nature à fragiliser davantage le secteur, réduit sa durabilité et pousse les acteurs à abandonner l'activité et quitter les aires de production le plus souvent rurales
- Des économies locales perturbées et des opportunités limitées et peu prometteuses pour le secteur privé et les jeunes promoteurs

³⁹ Banque Mondiale 2023 : CCDR Tunisie - à paraître.

⁴⁰ En 2021, le PIB de la Tunisie est estimé à 46.69 Milliards USD. A la même année la contribution de l'agriculture au PIB est de 10.13% (Banque Mondiale - <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NV.AGR.TOTL.ZS?locations=TN>).

⁴¹ Travail en cours de publication. Ministère de l'Environnement/AFD/WFP 2023. Rédaction d'un projet d'adaptation des oasis traditionnelle de Tozeur aux effets du changement climatique. Requête de financement pour le Fond d'Adaptation.

⁴² Nos calculs effectués sur la base des résultats publiés dans le cadre de l'étude du Plan National d'Adaptation aux effets du Changement climatique. MARHP/AFD 2021.

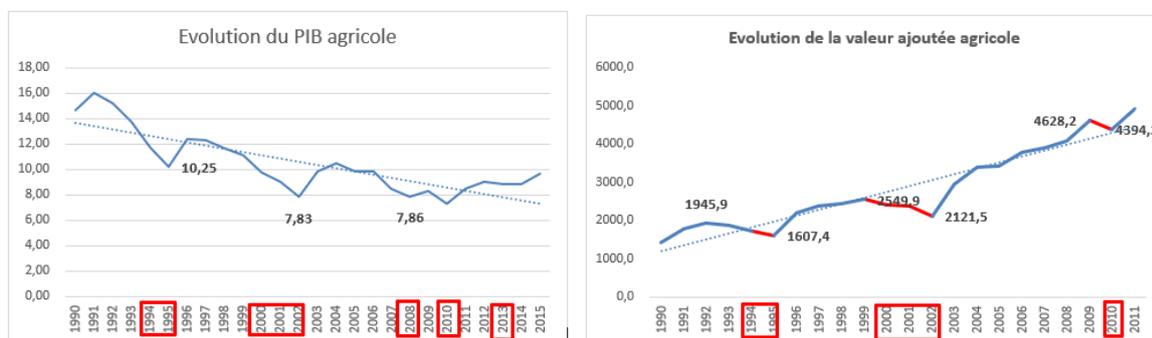
⁴³ <https://www.foret-mediterranienne.org/fr/catalogue/id-1769-evaluation-economique-des-biens-et-services-des-forets-tunisiennes->

La part de la production agricole dans le PIB national accuserait une diminution de 5% à 10% en 2030, selon les scénarios d'ouverture économique du secteur agricole, avec une fragilisation conséquente tant sur le plan économique - malgré sa position économique de plus en plus secondaire, dans un contexte de forte demande des marchés internes et externes pour les produits agricoles et alimentaires - que sur le plan de la sécurité alimentaire. *Le lien entre sécheresse et PIB agricole a été étudié de manière spécifique comme présenté dans l'encadré suivant.*

Impact de la sécheresse sur les performances économiques et l'emploi de l'agriculture

A cause de la sécheresse, l'agriculture observe une baisse graduelle de sa contribution au PIB qui s'enfonce pendant les années de sécheresse. Il en est de même pour la valeur ajoutée agricole qui observe une baisse pendant les périodes de sécheresse (voir figure ci-dessous).

Evolution de la contribution de l'agriculture dans le PIB (en % à gauche) et de la valeur ajoutée agricole (en millions de DT à droite) (en rouge les années de sécheresse)



Sur la base de l'évaluation de l'efficacité de l'utilisation de l'eau en agriculture irriguée de l'année 2020 comme indiqué dans le rapport national du secteur de l'eau de 2020, on retient notamment que le secteur irrigué en Tunisie produit $0,65 \text{ \$}/\text{m}^3$: de ce fait les pertes économiques liées au manque d'eau pour la production agricole irriguée seraient de 239,2 Millions de dollars en 2030 (soit 9,6% de la VA du secteur irrigué sur la base d'un besoin en eau en 2030 de 3836 Millions de m³) et 837 Millions de dollars en 2050, soit l'équivalent de 24,7% de la valeur ajoutée du secteur irrigué sur la base d'un besoin en eau de 5198 Millions de m³ en 2050. Sur la base d'une participation de l'agriculture irriguée de 36% à la VA de l'agriculture qui contribue à hauteur de 10% du PIB national, les pertes de productions irriguées seraient de 0,36% à 0,89% du PIB national aux horizons 2030 et 2050 respectivement⁴⁴.

En réalité on ne verra pas trop ces pertes, car les agriculteurs vont plutôt surexploiter les nappes et utiliser tout autre type d'eau pour subvenir à leurs besoins (y compris l'usage de l'eau potable et l'eau usée même sans traitement). En effet, l'expérience a montré (constat suite à la sécheresse des années 2016-2018) que les pertes de production paraissent faibles car les spéculations changent et certaines superficies des cultures augmentent. Aussi, le manque d'eau de surface est compensé par l'utilisation des eaux souterraines même quand la salinité est un peu élevée.

Le secteur agricole demeure en effet le pilier de la sécurité alimentaire en Tunisie et, selon les résultats présentés dans le PAN sécurité alimentaire (2021), il est jugé probable qu'à l'horizon 2050 les quatre piliers de la sécurité alimentaires seront ébranlés.

Le coût de l'inaction dans le secteur agricole⁴⁵

Globalement, selon la CDN actualisée, la part de la production agricole dans le PIB national accuserait une diminution de 5% à 10% en 2030, soit une baisse comprise entre 3.735 et 4.669 exprimée en MUSD.

⁴⁴ Source : compilation des données par l'auteur à partir de la base des données : www.onagri.tn

⁴⁵ Banque Mondiale 2023 : CCDR Tunisie - à paraître.

Au niveau local, selon des études nationales et d'autres recherches et données disponibles⁴⁶, l'impact économique négatif le plus important du changement climatique sur le secteur agricole est la perte potentielle d'emplois d'au moins 20% et une diminution du revenu des travailleurs de 30% à 50%⁴⁷.

Par ailleurs, l'analyse coûts-avantages appliquée à la gestion des risques de catastrophes et des risques climatiques est souvent compromise par le manque de données. Selon une étude globale réalisée pour la Tunisie⁴⁸, **chaque USD investi dans les services d'hydrométéorologie et d'alerte précoce permettrait de générer au moins 3 USD en avantages socio-économiques (taux de retour sur investissement de 3:1), et souvent bien davantage. Les estimations des avantages générés par les systèmes d'alerte hydrométéorologique précoce laissent supposer une réduction moyenne des pertes annuelles dues aux catastrophes de 1,4 million USD.**

La Tunisie est donc à un moment critique de son histoire et se trouve face à une fenêtre d'opportunités dans la prochaine décennie pour relever le défi du changement climatique. Beaucoup de ces impacts entraîneront des conséquences négatives en l'absence d'une action climatique efficace, mais avec les bons choix stratégiques et les bonnes actions engagées dès maintenant, nombre de ces risques pourraient être transformés en opportunités positives.

Dans un tel contexte de risques climatiques grandissants et de fragilisation des écosystèmes, la promotion d'une agriculture raisonnée, économe en eau et protectrice des ressources (eaux, sols, faune, flore), non génératrice de gaspillages, de dégradations et de pollutions, constitue l'un des leviers nécessaires de la préservation des équilibres sociaux, économiques et environnementaux en milieu rural, de la soutenabilité du secteur et de notre souveraineté alimentaire.

La chaîne d'impacts ci-dessous propose une synthèse de l'analyse des enjeux exposés, des facteurs clés de vulnérabilité, et des impacts potentiels sur la base des travaux existants, en alignement avec le référentiel AR5 du GIEC.

⁴⁶ <https://ftdes.net/rapports/changementsclimatiques.fr.pdf> / <http://www.onagri.tn/uploads/lettre/lettre3-2022-vf-24.pdf> / https://www.ciheam.org/uploads/attachments/277/033_Gafrej_WL_37.pdf

⁴⁷ http://www.onagri.nat.tn/uploads/Etudes/01b_AdaptAction-PNA%20Tunisie-Impacts_.pdf

⁴⁸

https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/Tunisia%20Hydromet%20Roadmap_FRE_web_1.pdf

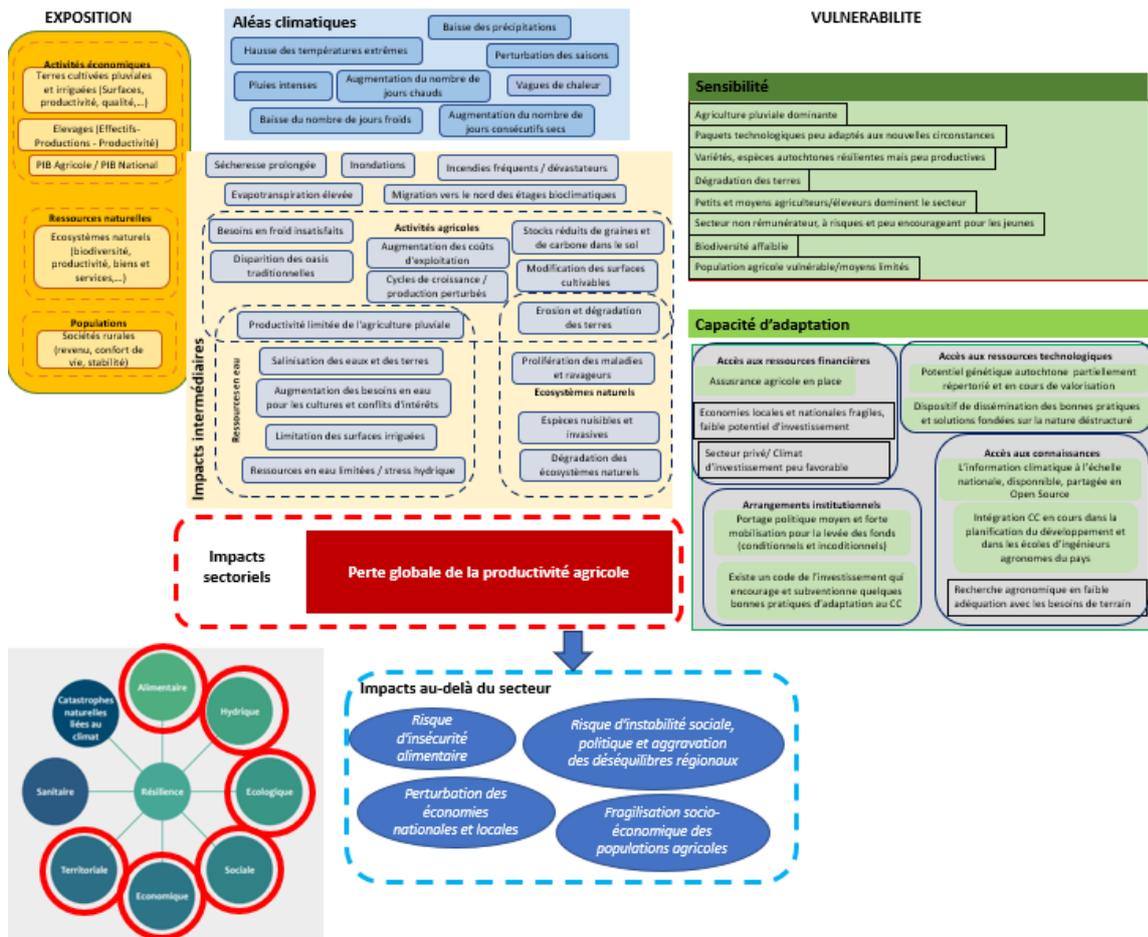


Figure 63. Chaîne d'impacts Agriculture et Ecosystèmes terrestres

5.2.3 Secteur Littoral, pêche et écosystèmes maritimes

Au regard des enjeux littoraux, le changement climatique est susceptible d'intensifier les facteurs de pressions naturelles qui agissent sur le domaine côtier, en particulier par les processus de l'érosion côtière et la submersion marine des terres basses. Ceci pourrait éventuellement générer des impacts irréversibles sur l'équilibre morphologique du littoral, la viabilité des écosystèmes marins et côtiers, l'abondance des ressources naturelles et la stabilité des infrastructures côtières.

Sur les zones littorales, il y a un risque global sur la pérennité des activités et des populations, notamment du fait de la dépendance économique à des activités fortement vulnérables face au CC (cf Section sur les activités touristiques). Les dommages sur les écosystèmes et les infrastructures auront en effet des répercussions tant sur les activités économiques liées aux écosystèmes côtiers que sur les infrastructures conditionnant les conditions de subsistance (installations de transport, réseaux d'approvisionnement en eau autres infrastructures essentielles). C'est donc un risque de fragilisation socio-économique des territoires concernés qui est globalement à prendre en compte.

Les impacts des dommages potentiels sur les infrastructures et les activités économiques peuvent menacer la pérennité économique des secteurs concernés (cf Section sur les activités touristiques).

La dégradation des zones littorales est par ailleurs critique dans une optique de préservation des écosystèmes en Tunisie. Les écosystèmes côtiers jouent un rôle crucial dans les cycles biogéochimiques, tels que le cycle du carbone et le cycle des nutriments ; leur dégradation peut perturber ces cycles, entraînant des effets indésirables sur la qualité de l'eau, la productivité marine et la stabilité des écosystèmes.

La chaîne d'impacts ci-dessous propose une synthèse de l'analyse des enjeux exposés, des facteurs clés de vulnérabilité, et des impacts potentiels su base des travaux existants, en alignement avec le référentiel AR5 du GIEC.

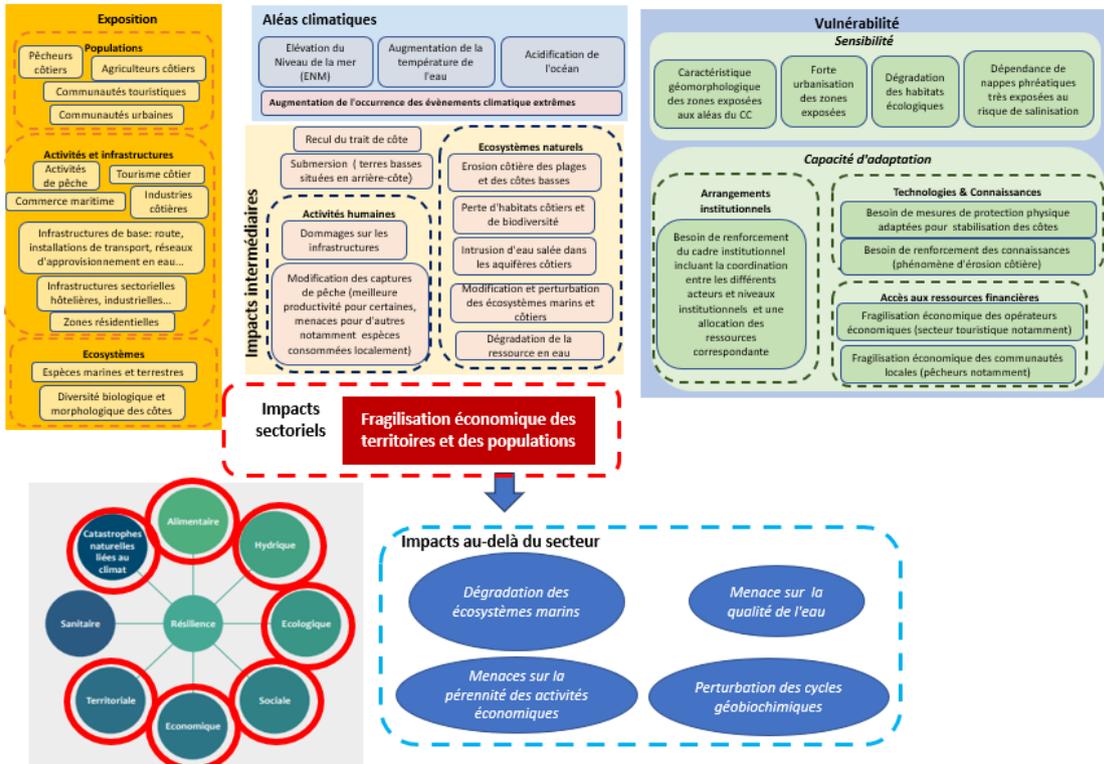


Figure 64. Chaîne d'impacts Littoral, pêche et écosystèmes maritimes

5.2.4 Secteur Tourisme

Le tourisme est parmi les secteurs les plus importants pour l'économie Tunisienne et le marché de l'emploi. A la fin des années 80, le secteur du tourisme jouait un rôle important dans le développement économique du pays et contribuait à 16% du PIB. La situation s'est dégradée du fait d'une crise structurelle, à cause notamment du manque de la diversité de l'offre, dominée par le tourisme balnéaire, et d'une combinaison de facteurs contextuels (dégradation environnementale, instabilité politique, crise sécuritaire, crise sanitaire du Covid, ...). Le poids du tourisme dans l'économie nationale est de seulement 1,6% du PIB nominal comparé à 4,5% en 2019⁴⁹, avec une baisse significative de la part du tourisme dans l'exportation tunisienne sur la période 2005 à 2020.

Face à l'élévation de niveau de la mer (ENM) et aux autres impacts climatiques sur le littoral, avec 90% des unités hôtelières implantées sur la côte tunisienne, c'est l'existence même du secteur du tourisme qui est en jeu.

Les travaux du point de vue de l'attractivité touristique envoient un signal clair en ce sens. De manière générale, du fait de facteurs tant climatiques que non-climatiques, la Tunisie a perdu en attractivité. En effet, selon l'édition 2021 de l'indice mondial de la compétitivité de tourisme et de voyage, publié par le Forum économique Mondial (WEF), la Tunisie se classe au 7ème rang africain des pays les plus attractifs, 8ème rang Arabe et 80ème rang mondial sur 117⁵⁰. Elle a ainsi perdu 3 places par rapport à 2019 et reculé de 0.5% dans le score. Cet indice mesure « d'une manière synthétique l'ensemble des facteurs et des politiques qui permettent le développement durable du secteur du tourisme et qui contribuent à la croissance et à la compétitivité d'un pays »⁵¹.

⁴⁹ Compte Satellite du Tourisme, Principaux résultats 2018-2021, INS

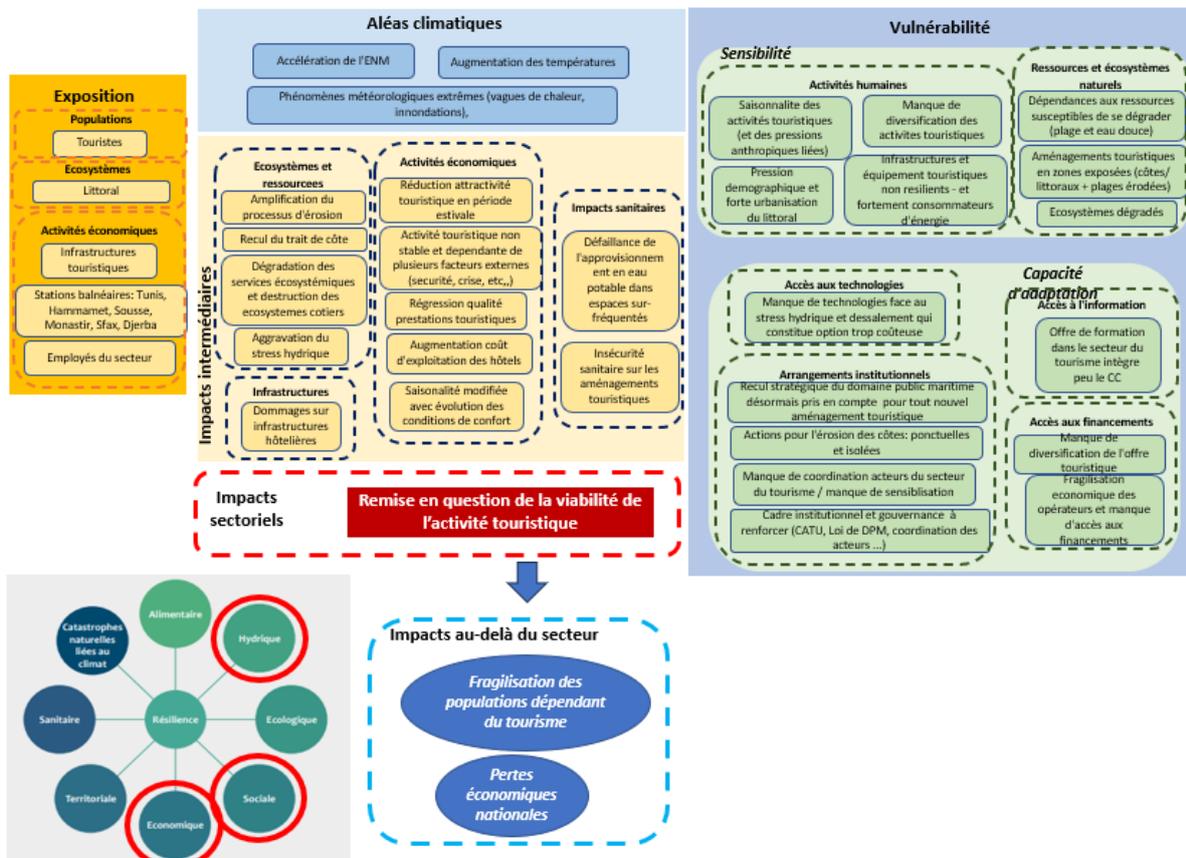
⁵⁰ [WEF Travel Tourism Development 2021.pdf \(weforum.org\)](https://www.weforum.org/publications/2021/04/2021-Global-Tourism-Competitiveness-Index/)

⁵¹ [L'indicateur de compétitivité du tourisme et du voyage | Tunisia Competitiveness IEQ](https://www.weforum.org/publications/2021/04/2021-Global-Tourism-Competitiveness-Index/)

Sur la dimension climatique plus particulièrement, la corrélation entre conditions climatiques et tourisme est appréhendée via un indice dédié : l'Indice Climato-Touristique de Mieczkowi (1985) (TCI), qui varie de 100 (« très favorable ») à 20 (« très défavorable »). Il intègre cinq sous indices permettant d'évaluer le confort du touriste pendant la journée, le confort quotidien, l'état des précipitations, de l'ensoleillement et de la vitesse du vent⁵². Cet indice indiquait que la Tunisie disposait d'un climat globalement attractif (TCI > 70) pour la période allant de 1961 à 1990⁵³, ce qui jouait en faveur d'un tourisme balnéaire, principale offre touristique du pays. Au-delà de 1990, l'évolution du climat vers moins de précipitations et plus d'ambiances caniculaires d'une part et les dégâts causés par l'extension urbaine (limite du domaine public maritime) et l'érosion côtière d'autre part était tellement importants que plusieurs unités hôtelières ont vu leurs rendements économiques baisser. Pour le secteur touristique, les précipitations irrégulières et les températures élevées représentent ainsi de plus en plus une menace sur l'attractivité touristique en période estivale et plus généralement une menace sur la viabilité de l'activité touristique.

Les pertes économiques potentiellement induites par la dégradation des activités du secteur touristique impactent l'ensemble de l'économie du pays, dans un contexte de diminution déjà forte de la contribution du secteur au PIB comme illustré dans la figure suivante. Les conséquences sociales sont en conséquence très significatives du fait du nombre d'emplois concernés par le secteur. La perte moyenne d'emplois due au phénomène du changement climatique à l'horizon 2030 est estimée à 1000 emplois par an pour le secteur.

La chaîne d'impacts ci-dessous propose une synthèse de l'analyse des enjeux exposés, des facteurs clés de vulnérabilité, et des impacts potentiels su base des travaux existants, en alignement avec le référentiel AR5 du GIEC.



⁵²Rapport Brun Hublart.pdf, 2009

⁵³Synthese TCN FR VF Tunisia.pdf (unfccc.int), 2019

Figure 65. Chaîne d'impacts Tourisme

5.2.5 Secteur Santé

L'influence du climat sur l'état de santé de la population peut être perçue de manière directe, liée aux effets physiologiques de la chaleur et du froid, ou bien de manière indirecte, l'impact sur d'autres secteurs pouvant avoir des répercussions sur la santé. Ces effets directs ou indirects peuvent agir sur la santé physique, mentale ou encore environnementale des individus.

Pour le secteur de la santé, les impacts consolidés se traduisent en termes de surmortalité et de surmorbidity de la population, générant sur le plan économique une élévation du coût de prise en charge des risques sanitaires et donc des coûts de fonctionnement du secteur.

De manière plus globale, les conséquences en termes de surmortalité et de surmorbidity peuvent impacter de manière négative l'évolution du niveau d'espérance de vie qui est de 75,4 ans en 2016, plaçant la Tunisie au 64ème rang mondial - 74,3 ans en 2008 et 47,1 ans au cours des années 1960.

La chaîne d'impacts ci-dessous propose une synthèse de l'analyse des enjeux exposés, des facteurs clés de vulnérabilité, et des impacts potentiels su base des travaux existants, en alignement avec le référentiel AR5 du GIEC.

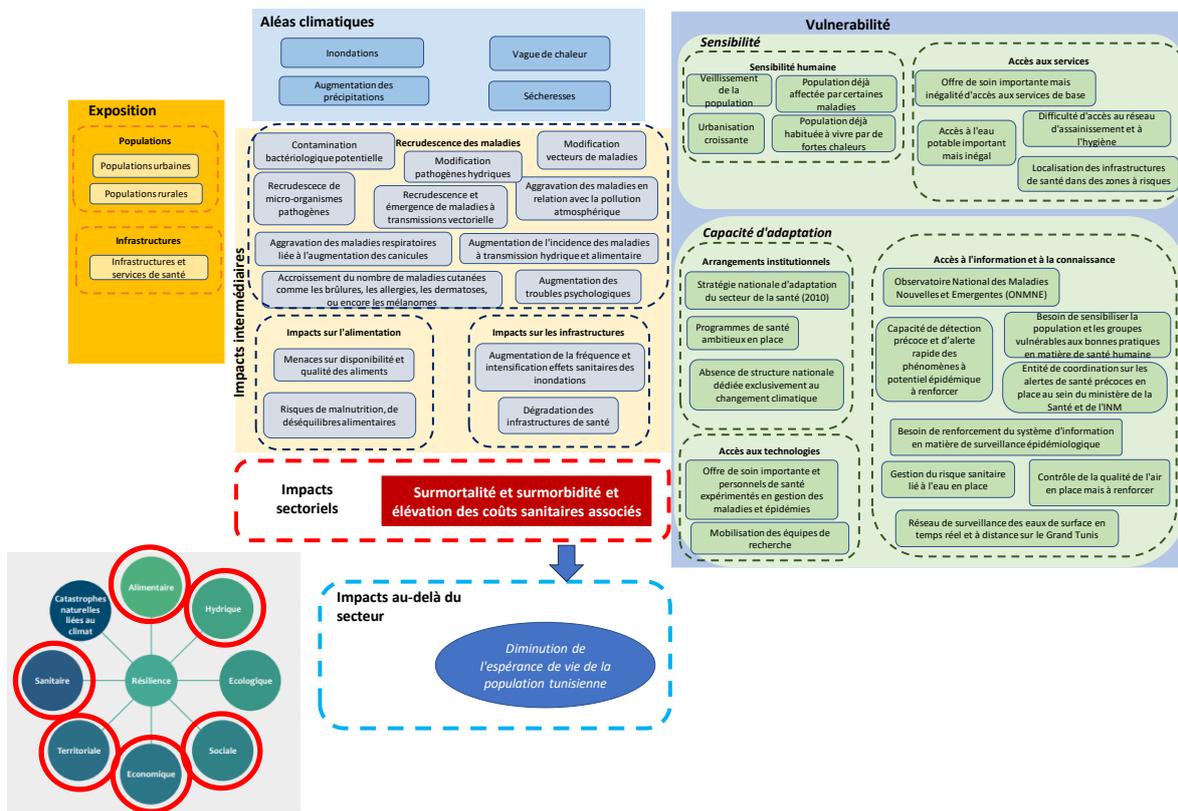


Figure 66. Chaîne d'impacts Santé

5.2.6 Domaine transversal : Aménagement du territoire et urbanisme

Les zones urbaines sont des contributeurs majeurs au changement climatique - 71 à 76 % des émissions de CO2 de la consommation finale mondiale d'énergie à l'échelle mondiale – tout en représentant de fortes concentrations d'actifs et d'activités financières, infrastructurelles et humaines fortement vulnérables aux impacts du changement climatique. Au cours des prochaines décennies, dans le

monde, des centaines de millions de personnes dans les zones urbaines seront probablement affectées par l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation des précipitations, les inondations intérieures, des cyclones et des tempêtes plus fréquents et plus forts, et des périodes de chaleur et de froid plus extrêmes ; de nombreuses grandes villes côtières comptant plus de 10 millions d'habitants sont déjà menacées puisque plus de 90 % des zones urbaines sont côtières.⁵⁴

Du fait de la densité des infrastructures, les impacts du changement climatique tels que mis en évidence dans les synthèses sectorielles (cf Sections Agriculture et Ecosystèmes, Ressources en eau, Tourisme, Littoral) peuvent être particulièrement élevés en zone urbaine, que ce soit du fait de dommages directs (sur les infrastructures vitales par exemple), ou de dommages indirects (discontinuité des services urbains, aggravation de l'accès aux services urbains de base, détérioration des conditions sanitaires et de la qualité de vie), entraînant de lourdes pertes humaines et économiques. A noter que les populations les plus susceptibles d'être impactées sont les plus pauvres, notamment les habitants des zones d'habitat informel.

La question de l'adaptation urbaine est en cours d'émergence en Tunisie. Si elle est encore peu intégrée dans la politique urbaine en place, des initiatives dédiées sont actuellement en cours de mise en place, incluant à l'échelle de villes ; la ville de Tunis est ainsi l'objet d'un programme de travail spécifique avec UN Habitat.

5.2.7 Domaine transversal : Réduction des Risques de Catastrophes

Dans un contexte d'augmentation des phénomènes extrêmes climatiques, les risques de catastrophes naturelles - et les conséquences associées, sont amenés à s'accroître - la présence de populations sur des zones à risque et l'artificialisation accrue des sols représentant des facteurs clés de sensibilité face aux événements extrêmes. **Chaque année, plus de 220 M de personnes sont affectées par des événements extrêmes, jusqu'à 520 M US\$ de dommages sont causés dans le monde**⁵⁵ ; et plus de 26 M de personnes basculent dans la pauvreté⁵⁶. Si les risques les plus critiques sont le plus souvent associés aux aléas d'inondations, de submersion marine, de glissements de terrain, de canicules, on note également la montée en puissance du risque incendie. Dans ce contexte, la mise en place de cadres de prévention et de gestion des risques, déclinés à l'échelle territoriale, en alignement avec les engagements internationaux formalisés dans le cadre d'action de Sendai sur la Réduction des Risques de Catastrophes (RRC) (2015-2030) est nécessaire. **Le Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030**, adopté lors de la troisième conférence mondiale des nations unies sur la réduction des risques de catastrophe, qui s'est tenue à Sendai, Miyagi (Japon), du 14 au 18 mars 2015, vise à parvenir au résultat suivant à l'horizon 2030: la réduction substantielle des pertes et des risques liés aux catastrophes en termes de vies humaines, d'atteinte aux moyens de subsistance et à la santé des personnes, et d'atteinte aux biens économiques, physiques, sociaux, culturels et environnementaux des personnes, des entreprises, des collectivités et des pays.

La Tunisie est déjà fortement affectée par les aléas naturels. Le changement climatique devrait augmenter le risque de catastrophe lié à l'augmentation des températures et à la réduction des précipitations – et exacerber les tensions existantes pour les ressources en eau entre l'agriculture, l'élevage et les besoins humains, en particulier pendant les périodes de forte aridité et de sécheresse. De plus, la fréquence accrue des épisodes de précipitations intenses entraînera un risque accru d'inondation, de débordement des berges et d'inondation soudaine – susceptible d'entraîner l'érosion des sols et l'engorgement des cultures.⁵⁷ La figure suivante présente le risque d'inondations côtières et d'incendies de forêt pour la Tunisie, tel que modélisé avec les données actuelles⁵⁸. Le risque d'inondation côtière est classé comme élevé, à savoir qu'il est estimé que des vagues potentiellement

⁵⁴ [Climate Change | UN-Habitat \(unhabitat.org\)](https://unhabitat.org/climate-change)

⁵⁵ AFD, Focus Villes Durables)

⁵⁶ GFDRR, 2016

⁵⁷ World Bank, Climate Risk Country Profile_Tunisia, 2021

⁵⁸ [Think Hazard - Tunisia](#)

dommageables devraient inonder la côte au moins une fois au cours des 10 prochaines années⁵⁹. Pour le risque d'incendie, les projections modélisées du climat futur identifient une augmentation probable de la fréquence des événements météorologiques liés aux incendies, avec une saison des incendies susceptible d'augmenter en durée dans les zones déjà touchées par le risque d'incendie de forêt - et un plus grand nombre de jours avec des conditions météorologiques qui pourraient favoriser la propagation des incendies en raison de périodes plus longues sans pluie pendant les saisons des incendies ; les zones à risque d'incendie de forêt très faible ou faible pourraient également connaître une augmentation du risque, car les projections climatiques indiquent une expansion de la zone de risque d'incendie de forêt.⁶⁰ Ces tendances en termes de risques de catastrophes auront des répercussions sur les différents secteurs comme mis en évidence dans les synthèses sectorielles (cf Sections Agriculture et Écosystèmes, Ressources en eau, Tourisme, Littoral), avec des pertes économiques importantes, des dommages aux terres agricoles et aux infrastructures ainsi que des pertes humaines, un risque global sur le plan de la sécurité alimentaire – susceptible de toucher plus particulièrement les petits agriculteurs ruraux.⁶¹

La publication de la Stratégie nationale de réduction des risques de catastrophe à l'horizon 2030 et plan d'action en 2021 – intégrant les enjeux d'adaptation et de résilience face au changement climatique - représente une avancée importante du point de vue de l'adaptation. Son opérationnalisation reste cependant à faire.

Un certain nombre de programmes contribuant à cette opérationnalisation sont en cours de mise en place, avec l'aide de partenaires techniques et financiers. Une feuille de route pour le « Renforcement des Systèmes et Services Hydrométéorologiques et d'alerte Précoce en Tunisie » a ainsi été développée avec le support de la Banque Mondiale : elle propose trois phases de développement successives conçues pour transformer les prestataires de services météorologiques et hydrologiques en Tunisie en entités techniquement solides et modernes capables de remplir leurs mandats de service public. Cette feuille de route contribue à la préparation du Pilier 2 (Préparation aux catastrophes) du Programme intégré de résilience aux catastrophes en Tunisie, instrument de financement de la Banque mondiale, portant sur les services hydrométéorologiques et les systèmes d'alerte précoce (SAP), signé en décembre 2021. Ce pilier est conçu pour renforcer la résilience climatique des communautés en consolidant les capacités des prestataires de Services Météorologiques et Hydrologiques Nationaux et la Direction générale des barrages et des ouvrages hydrauliques (DGBGTH), afin de fournir des services météorologiques, climatiques et hydrologiques plus précis, fiables, et opportuns. Leurs systèmes seront réorganisés afin qu'ils puissent fournir des prévisions météorologiques plus précises, fiables et opportunes et d'autres services connexes. La feuille de route précise que les avantages des services hydrométéorologiques sont nettement supérieurs aux coûts d'investissement et d'exploitation nécessaires pour les fournir : chaque dollar investi dans les services d'hydrométéorologie et d'alerte précoce permettrait de générer 5,5 dollars en avantages socioéconomiques.

5.3 Stratégies et mesures d'adaptation

Les orientations stratégiques en matière d'adaptation et de résilience ont été définies dans la SNRCC publiée en mars 2022 d'une part et dans la CDN actualisée d'autre part. Des stratégies et plans d'actions sectoriels ont été par ailleurs développés, à savoir : Plan National d'Adaptation sur la sécurité alimentaire (publié en 2021), Stratégie nationale d'adaptation de l'agriculture tunisienne et des écosystèmes aux changements climatiques (2007-2008), Plan d'adaptation du secteur de la santé aux changements climatiques (2008-2009), Stratégie d'adaptation du secteur du tourisme aux changements climatiques (2010-2011). L'avancement sur la mise en place des actions et mesures correspondantes est traitée dans la section suivante.

⁵⁹ [Think Hazard - Tunisia](#)

⁶⁰ [Think Hazard - Tunisia](#)

⁶¹ World Bank, Climate Risk Country Profile_Tunisia, 2021

L'élaboration de la stratégie nationale de Résilience au Changement Climatique (SNRCC) s'est inscrite dans un processus plus large couvrant la définition d'une Stratégie de neutralité carbone et de résilience au changement climatique à l'horizon 2050. La composante résilience de la stratégie s'est inscrite dans une approche globale, prenant en compte les évolutions, actuelles et futures, des secteurs vulnérables prioritaires, du climat et de la situation socio-économique du pays : elle fixe l'objectif à long terme en matière d'adaptation de la Tunisie au CC ainsi que les principaux chantiers à conduire et les moyens à mobiliser pour y parvenir. Une trajectoire est ainsi définie pour la période 2022-2050, basée sur des adaptations à la fois incrémentales et transformationnelles, déclinée en un plan d'action opérationnel et quantifié.

Une liste de mesures est présentée dans en détail à partir des mesures inscrites dans la CDN actualisée – validée par l'ensemble des acteurs. Pour une mise en perspective par rapport aux analyses sectorielles présentées dans ce document, nous structurons cette liste sur la même logique sectorielle, avec les regroupements suivants :

- Secteur agriculture : entrée par la dimension résilience alimentaire de la CDN
- Secteur écosystèmes : entrée par la dimension résilience écologique de la CDN
- Secteur ressources en eau : entrée par la dimension résilience hydrique de la CDN
- Secteur littoral : entrée par la dimension résilience économique de la CDN /à filtrer sur les activités du littoral (donc comprenant les activités pêche de la dimension résilience alimentaire de la CDN), complétée de la dimension résilience écologique de la CDN (pour ce qui concerne le littoral)
- Secteur tourisme : entrée par la dimension résilience économique de la CDN /à filtrer sur les activités du tourisme
- Secteur santé : entrée par la dimension résilience sanitaire de la CDN
- Domaine transversal Aménagement du territoire : entrée par la dimension résilience territoriale de la CDN
- Domaine transversal RRN : entrée par la dimension résilience face aux risques naturels de la CDN

Le plan de mise en place de la CDN étant en cours de préparation au moment de la soumission de la 4^{ème} Communication Nationale, les informations sur le plan d'action opérationnel correspondant et sur son état d'avancement ne sont pas encore disponibles.

Un Cadre de Transparence Renforcé (CTR), en cours de mise en place par l'UGPO Changement Climatique relevant du Ministère de l'Environnement, appuiera et facilitera le travail de finalisation et de suivi des indicateurs grâce notamment à la création de bases techniques, logistiques et réglementaires et d'une collaboration durable entre les secteurs en vue d'assurer la circulation de l'information et l'intégration des indicateurs de la composante résilience de la stratégie notamment au niveau des CTR sectoriels.

Une première série d'indicateurs de résilience ont été définis dans le cadre de la SNRCC, appelés «indicateurs de résilience climatique» ; ces indicateurs ont été définis afin de fournir un aperçu du niveau de résilience climatique d'un pays, d'un secteur d'activité, voire d'une activité transversale en utilisant et en combinant des informations déjà existantes et des données accessibles notamment des bases de données mondiales⁶². Des travaux complémentaires sont en cours pour l'opérationnalisation de ces indicateurs, notamment en termes de : i- choix de l'indicateur le plus pertinent et de la cible à atteindre, ii- collecte des données nécessaires pour le calcul de l'état initial, iii- suivi régulier de l'évolution de l'indicateur⁶³.

⁶² SNRCC, 2022

⁶³ SNRCC, 2022

Les synthèses réalisées sur la question de l'adaptation dans le cadre de la préparation de cette 4^{ème} Communication pourront être exploitables pour la publication des futurs Rapports Biennaux de Transparence ou d'une Communication sur l'Adaptation, avec un contenu attendu similaire pour ces documents. En Tunisie, étant donné que la phase de préparation du premier RBT est planifiée sur 2024, le chapitre adaptation peut être fléché comme une première Communication sur l'Adaptation au moment de sa soumission.

6 Soutiens et besoins de ressources financières, de transfert de technologies et de renforcement de capacité

Le présent chapitre présente les besoins en soutiens nécessaires à la Tunisie pour parvenir aux objectifs de sa CDN actualisée, et détaille les appuis et soutiens déjà reçus dans le cadre de sa politique d'atténuation des émissions de GES.

6.1 Appuis nécessaires sur la période 2023-2030

6.1.1 Besoins de financement des investissements

6.1.1.1 Pour le volet « Atténuation »

Selon la CDN actualisée, le volume d'investissement requis est estimé à environ 14,4 milliards USD sur la période 2021-2030. Un plan d'action détaillé actualisé pour la mise en œuvre de la CDN a été réalisé en 2023. Il estime ce besoin à environ 14,9 milliards de USD sur la période 2023-2030, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 13: Besoins de financement de l'investissement nécessaires pour accompagner la concrétisation des objectifs « inconditionnels » et « conditionnels » de la CDN de la Tunisie pour la période 2023-2030 (M USD)

Secteur	Investissements Inconditionnels	Investissements Conditionnels	Total
Energie	4820	7865	12685
Procédés	3	47	50
AFAT	65	165	230
Déchets	443	1457	1900
Total	5331	9534	14865

Globalement, environ 36% sont nécessaires pour atteindre l'objectif inconditionnel et 64% pour l'objectif conditionnel.

Pour le secteur de l'énergie, les besoins les plus importants sont, soit plus que 85% des besoins totaux de financement requis. Ils se répartissent par type de mesures entre l'efficacité énergétique, les énergies renouvelables et le renforcement des infrastructures respectivement à hauteur de 49%, 36% et 15%. Les investissements cumulés requis par secteur d'activité sont donnés par le graphique suivant :

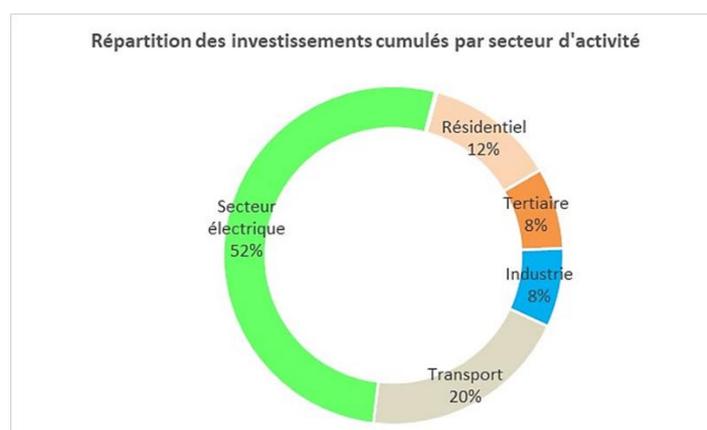


Figure 67: Répartition des investissements cumulés par secteur d'activité

Par rapport à l'effort national (effort inconditionnel) et aux apports internationaux (effort conditionnel), ces besoins en financement se répartissent à hauteur de 38% et 62% respectivement.

Une partie de l'effort national sur la période 2023-2030 serait consentie, sous forme de subvention, à travers les ressources financières du Fonds de Transition Energétique (FTE), soit environ 810 MUS\$.

Pour les autres secteur (AFAT, Déchet et procédés industriels), les besoins de financement se répartissent entre effort national et apports internationaux à hauteur de 23% et 77% respectivement.

6.1.1.2 Pour le volet « Adaptation »

Pour le volet « Adaptation », les besoins en financement pourraient s'élever, selon les simulations du PNUE, de **402 millions US\$** en 2023 à **460 millions US\$** en 2030 ; soit environ 2% du budget de l'Etat. Les besoins totaux de financement sur la période 2023-2030 s'élèveraient alors à près de **3,44 Milliards US\$**.

6.1.2 Besoins en Renforcement de capacité

Les mesures de renforcement de capacités requises pour faciliter la réalisation de l'objectif de la CDN actualisée en matière d'atténuation concernent notamment, la formation des acteurs, le renforcement institutionnel, ainsi que l'assistance technique aux programmes sectoriels %) suivi d'atténuation. La mise en œuvre de ces mesures nécessiterait la mobilisation d'environ **705 millions US\$** sur la période 2023-2030. La part la plus importante est réservée au secteur de l'énergie (78%) suivi de l'AFAT (9%), des déchets (8%) et enfin des procédés industriels (5%).

Pour l'adaptation, le plan de partenariat, élaboré en 2019 à la suite d'un large processus de concertation avec les parties prenantes, a prévu notamment un renforcement sur les aspects suivants :

- Gestion des ressources génétiques (recueil, conservation, valorisation...),
- Mise en place d'un système de veille climatique et d'alerte précoce,
- Mise en place d'un système de suivi du trait de côte,
- Mise en place d'un réseau d'épidémio-surveillance des principales maladies vectorielles,
- Monitoring et reporting,
- Education, sensibilisation aux effets du changement climatique, et bonnes pratiques d'adaptation,
- Techniques modernes d'épuration des eaux usées, réalimentation de la nappe,
- Intégration du changement climatique dans la planification du développement,
- Négociations sur les changements climatiques,
- Rédaction de requêtes de financement,
- Réhabilitation du savoir-faire local et essaimage.

La mise en œuvre de ces différentes actions de renforcement nécessiterait la mobilisation d'environ **5 millions US\$**.

6.1.3 Besoins prioritaires d'appui de court terme

Un travail spécifique a été mené en 2022 et 2023 pour élaborer un plan d'action national sur la période 2023-2030, pour surmonter les contraintes identifiées et donner une nouvelle impulsion à la mise en œuvre de la CDN actualisée pour les années à venir. Ledit Plan contient sept grands axes d'intervention avec des actions concrètes, comme présenté dans le tableau suivant :

Mesures	Période de mise en œuvre	Nombre d'actions
Sensibilisation et mobilisation des acteurs	2024-2030	3
Renforcer le cadre de gouvernance existant	2024-2025	4
Intégrer les objectifs de la CDN actualisée dans la planification et le développement socio-économique national et sectoriel	2024-2030	3
Améliorer la capacité de suivi de la mise en œuvre de la CDN actualisée	2024	1
Décliner les objectifs de la CDN aux échelles régionales et locales	2024-2027	3
Mobiliser les financements et développer un climat d'investissement favorable	2024-2027	9
Renforcer les capacités nationales et le transfert d'expertise et technologique	2024-2030	5

Le **programme triennal** de travail arrêté par l'UGPO-CC, qui constitue une déclinaison concrète et budgétisée du plan d'action transversal sus-indiqué, traite des trois domaines clés suivants :

- Assistance en vue de l'intégration des changements climatiques dans les politiques de développement,
- Renforcement des capacités des intervenants au niveau national,
- Suivi de la mise en œuvre et au rapportage de la CDN

Le budget nécessaire pour réaliser les activités envisagées s'élève au total à 27,919 MUS\$ dont 13,710 MUS\$ (soit 49%) sont déjà disponibles et reste 14,209 MUS\$ à mobiliser (soit 51%) (voir tableaux suivants).

6.2 Appui financier reçu

Dans le cadre de la réalisation de ses objectifs d'atténuation et d'adaptation aux impacts des changements climatiques, la Tunisie a reçu, durant la période 2010-2022, un appui financier de l'ordre de **3436 Million USD**, dont 65% ont été réservés à l'atténuation, 13% à l'adaptation et 22% à des actions mixtes.

Par rapport à la répartition sectorielle et en fonction de l'instrument de financement utilisé, les montants reçus sur la période 2010-2022 se présentent comme suit.

En MUS\$	Don	Crédit concessionnel	Total
Atténuation	220	2027	2247
Adaptation	128	308	436
Mixte	162	592	754
Total	510	2926	3436

En ce qui concerne l'atténuation, le secteur des déchets vient en première place, essentiellement sous forme de crédit au titre d'aide au développement.

En MUS\$	Don	Crédit concessionnel	Total
Energie	203	137	340
Procédés	3	-	3
Déchets	8	1186	1194
Transversale⁶⁴	7	703	710
Total	220	2027	2247

⁶⁴ Le « Transversale » correspond au projet qui promeut les programmes à fort impact pour le secteur des entreprises

6.3 Transfert de technologie

Le transfert de technologies peut être intellectuel (savoir-faire) ou matériel (introduction d'équipements), et peut être assuré à travers plusieurs mécanismes :

- La Recherche et Développement et la valorisation des résultats de ce processus,
- Le partenariat avec des industriels des pays développés,
- L'acquisition de licences pour la fabrication locale d'équipements permettant l'atténuation de GES ou l'adaptation aux impacts des changements climatiques,
- L'information sur les nouvelles technologies d'atténuation.
- Les programmes d'assistance technique, etc.

En Tunisie, on ne dispose pas de système formel et organisé pour repérer et suivre de manière systématique les actions de transfert technologique. C'est d'ailleurs un des domaines dans lequel des améliorations devraient être introduites dans l'avenir en Tunisie.

Les réalisations identifiées en matière de transfert technologique concernent notamment le développement de l'innovation et l'entrepreneuriat aux services de la mise en œuvre de la politique climatiques en Tunisie. En effet, depuis 2011, une dynamique d'innovation s'est fait sentir à travers la multiplication des structures d'accompagnement des entrepreneurs (accélérateurs, incubateurs, technopoles, etc.). Ainsi :

- Des dizaines d'acteurs privés, principalement des sociétés d'investissement, des banques, des fondations d'entreprises et des associations se sont lancés dans l'industrie du conseil et d'accompagnement des initiatives innovantes.
- Des programmes publics de financement ont vu le jour visant l'incitation à l'entrepreneuriat innovant. On cite à titre d'exemple le programme Act⁶⁵ qui accorde de nombreux avantages pour les entrepreneurs, les investisseurs et les startups apportant des solutions innovantes entre autres dans les secteurs liés au CC.
- Des programmes soutenus par des institutions et partenaires étrangers ont été mis en place, à l'instar par exemple, du Fonds des Fonds, les programmes/initiatives ANAVA, Flywheel, GIZ, JET, FAST...

Parmi, les startups qui ont réussi à percer dans des secteurs liés au changement climatique, on citera, à titre non exhaustif :

- Dans le domaine de l'énergie on cite notamment la startup Wattnow spécialisée dans l'efficacité énergétique a développé une solution "Wattnow Energy Dashboard" de surveillance et d'optimisation l'énergie pour les entreprises et les particuliers, avec une interface facile et accessible. Le start up a été jusqu'à maintenant, déployée en France, aux USA, dans certains pays d'Afrique et du Golfe,
- Plusieurs startups dans le domaine de l'économie circulaire et gestion des déchets dont on cite par exemple la startup Compo Roll récemment labellisée qui a développé des solutions optimisées de composteurs digitalisés pour les ménages, les hôtels, restaurants, municipalités, aéroports, hypermarchés, agriculteurs.
- Des startups dans le domaine de la Mobilité durable telles que des vélos et des voitures électriques, des véhicules partagés, des applications de covoiturage et des infrastructures pour la recharge des véhicules électriques. On cite ci-dessous l'exemple de deux startup tunisienne Bako Motors et infinity mobility qui fabriquent des Véhicules solaires conçus avec un encombrement minimal, adaptés au milieu urbain

⁶⁵ https://startup.gov.tn/en/startup_act/discover

- Des startups proposant des solutions innovantes pour la prévention, la détection et la gestion des incendies de forêts, telle que la startup tunisienne SMART FOR GREEN qui offre une solution permettant de prévoir les risques d'incendie des forêts, les détecter à temps et assister les équipes d'intervention.
- Plusieurs startups ont développés des solutions dans le domaine de l'agri-tech permettant d'optimiser la consommation d'eau et d'intrants dans l'agriculture. Parmi ces dernières on citera les startup SeaBex, iFarming, Ir Wise , Africa Flying & Engineering, Watersec, etc.

Ces startups tunisiennes, dont une grande majorité opère aujourd'hui, aussi dans d'autres pays que la Tunisie, apportent non seulement des solutions innovantes, mais contribuent également à la création d'emplois, à la croissance économique et à la lutte contre le CC.

7 Recherche et observation systématique

Le Système National de la Recherche Scientifique en Tunisie comporte principalement 630 structures de recherche (329 Laboratoires et 301 Unités) qui sont rattachées aux établissements universitaires et aux centres de recherche.

La stratégie du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique (2017-2022) a défini six priorités nationales de recherche dont la plupart sont en lien avec la problématique du climat : Sécurité énergétique, hydrique et alimentaire, Projet sociétal (Education, Culture et Jeunesse), Santé du citoyen, transition numérique et industrielle, Gouvernance et décentralisation et l'économie circulaire.

Dans ce cadre, plusieurs projets de recherche clés dans plusieurs secteurs en relation avec l'atténuation et l'adaptation aux CC ont pu avoir lieu et les résultats sont disponibles pour être valorisés. Cependant, l'appropriation des innovations reste encore un défi, qui, s'il n'est plus tout à fait au niveau de la vulgarisation des résultats de recherche, persiste en ce qui concerne l'implémentation à large échelle de l'innovation sur les plans programmation (et approche), encadrement et moyens financiers.

En termes de bilan de réalisations, sans être exhaustif, le rapport « Annuaire des structures et projets de recherche », publié par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique en 2018, fait état de 35 projets de recherche dans le domaine du changement climatique sur la période 2015-2018. Le tableau en annexe présente l'ensemble des projets de recherche qui ont pu être mis en place grâce à la coopération bilatérale (Sud-Sud et Nord-Sud) et multilatérale, dans le cadre des programmes régionaux de recherche dans le domaine.

8 Education, formation et sensibilisation du grand public

Dans le domaine de la formation diplômante, plusieurs actions structurelles ont été entreprises en Tunisie, dont on cite notamment :

- Développement par l'Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieurs Agricoles a profité de la facilité Adapt'Action⁶⁶ en 2021-2022, de 36 modules de formation sur le changement climatique qui ont été introduits dans les cursus universitaires des 7 écoles d'ingénieurs.
- Introduction de la gouvernance climatique dans les programmes de formation de l'Ecole Nationale d'Administration de Tunis introduit
- Mise en ligne du portail d'information sur le changement climatique en Tunisie (<https://cc-tunisie.com>)

⁶⁶ Projet financé par l'AFD et mis en oeuvre par le MARHP

- Création d'un forum national sur l'adaptation au changement climatique⁶⁷
- Intégration du WASH (Eau, Hygiène, assainissement et des changements climatiques) dans les curricula des écoles par l'UNICEF et le ministère de l'éducation

Dans le domaine de l'éducation et de la sensibilisation des jeunes, il y a eu l'initiative d'intégration du WASH (Eau, Hygiène, assainissement et des changements climatiques) dans les curricula des écoles le menée par le ministère de l'éducation avec l'appui de l'UNICEF.

Dans le même contexte, L'UNICEF Tunisie, a appuyé le Ministère de l'Environnement et les Ministères impliqués dans l'adaptation aux changements climatiques et en charge des enfants et des jeunes ainsi que l'association Réseaux Enfants de la Terre (RET), dans la conduite d'une Recherche-Action Participative menée par les Jeunes (YPAR) sur les changements climatiques afin de leur permettre de mieux comprendre les défis actuels, d'analyser les progrès, et susciter des engagements significatifs et innovants dans leurs communautés et au niveau national.

Dans le domaine de la communication et de la sensibilisation on cite, entre autres, la mise en ligne du portail d'information sur le changement climatique en Tunisie.⁶⁸ Il renferme des ressources informationnelles ainsi que l'actualité sur le changement climatiques, et particulièrement :

- La politique nationale de lutte contre le changement climatique,
- L'organisation institutionnelle des secteurs concernés
- Les projets d'atténuation et d'adaptation menés au niveaux national et sectoriel, les rapports et stratégies
- Plusieurs supports de communications (newsletters, photothèque, vidéos, etc.)

Toujours dans le domaine de la communication et aussi du réseautage, il y'a eu la création en 2021 d'un forum national sur l'adaptation au changement climatique (FNAACC)⁶⁹ Ce forum est un réseau multi acteurs. Son objectif principal est de regrouper les acteurs concernés par l'adaptation au changement climatique en Tunisie, afin de leur offrir l'opportunité de :

- S'informer sur les thématiques en lien avec l'adaptation au changement climatique,
- Echanger et capitaliser leurs expériences et leurs bonnes pratiques en matière d'adaptation
- Renforcer leurs capacités, notamment par le biais d'actions de formation adaptées à leurs besoins,
- Bénéficier d'appuis techniques et d'accompagnement pour la mise en œuvre de projets en lien avec l'adaptation.

⁶⁷ https://www.giz.de/en/downloads_els/FNAACC.pdf

⁶⁸ <https://cc-tunisie.com>

⁶⁹ https://www.giz.de/en/downloads_els/FNAACC.pdf