

Superviser le rapport  
sur le NDC et les  
stratégies climatiques à  
long terme (LTS) et  
comment le GACMO  
peut aider sur les  
actions d'atténuation

# Superviser le rapport sur le mécanisme de suivi des NDC et divers scénarios de développement de stratégies climatiques à long terme (LTS)

Deliverable #6

## AUTHORS

Samir AMMOUS (APEX)  
Adel BEN YOUSSEF (FCR)  
Mounir DAHMANI (FCR)  
Hamza FATNASSI (FCR)  
Ichrak KLAI (FCR)

## REVIEWERS

Barbara Gonella (ISPRA)  
Ivana Audia (UNEP-CCC)  
Daniela Romano (ISPRA)

September 15, 2023

## DISCLAIMER

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted, in any form or by any means, electronic, photocopying, recording or otherwise, for commercial purposes without prior permission of UNOPS. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of UNOPS as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of UNOPS.

## PREPARED UNDER

The Initiative for Climate Action Transparency (ICAT), supported by Austria, Canada, Germany, Italy, the Children's Investment Fund Foundation and the ClimateWorks Foundation.

Supported by:



on the basis of a decision  
by the German Bundestag



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

The ICAT project is managed by the United Nations Office for Project Services (UNOPS).



# Table of Contents

Table of Contents	1
Introduction	2
1. Le LTS tunisien	3
2. La CDN tunisienne	5
3. Options d'atténuation de la CDN	6
4 - Comment le GACMO peut aider à modéliser ces options et leurs impacts attendus	8
5- Modèles alternatifs	15
6 - Que doit faire la Tunisie ?	16
7. Conclusions	17

# Introduction

**Le changement climatique est une crise mondiale qui fait peser des menaces importantes sur les écosystèmes, les économies et le bien-être social de notre planète.** La Tunisie, pays d'Afrique du Nord au climat et à la géographie diversifiés, n'est pas à l'abri des impacts du changement climatique. La hausse des températures, la modification des régimes de précipitations et la fréquence accrue des événements météorologiques extrêmes affectent déjà l'environnement et la société tunisienne. Cependant, la Tunisie prend également des mesures proactives pour atténuer ces effets et contribuer aux efforts mondiaux de lutte contre le changement climatique.

**L'une des mesures les plus importantes prises par la Tunisie pour atténuer le changement climatique est la transition vers des sources d'énergie renouvelables.** Le pays dispose d'abondantes ressources solaires et éoliennes, ce qui le rend bien adapté au développement des énergies renouvelables. Le gouvernement tunisien s'est fixé des objectifs ambitieux pour augmenter la part des énergies renouvelables dans son mix énergétique. Les investissements dans les parcs solaires et éoliens, ainsi que les incitations à la participation du secteur privé, sont le moteur de cette transition.

**L'amélioration de l'efficacité énergétique est un autre aspect essentiel de la stratégie tunisienne d'atténuation du changement climatique.** Le gouvernement met en œuvre des codes de construction économes en énergie et encourage l'utilisation d'appareils et de technologies économes en énergie. Ces efforts réduisent les émissions de gaz à effet de serre et diminuent la dépendance du pays aux combustibles fossiles.

**La Tunisie est confrontée à la désertification et à la dégradation des terres en raison du changement climatique.** Pour lutter contre ces problèmes, le gouvernement a lancé des programmes de reboisement et de boisement. Ces initiatives impliquent la plantation d'arbres et de végétation indigènes pour restaurer les terres dégradées, séquestrer le carbone et prévenir l'érosion des sols.

**L'agriculture contribue de manière significative à l'économie tunisienne, mais elle est vulnérable aux impacts du changement climatique comme les sécheresses et les changements climatiques.** Pour promouvoir une agriculture résiliente au climat, la Tunisie adopte des pratiques agricoles durables telles que l'irrigation goutte à goutte, la rotation des cultures et l'utilisation de cultures résistantes à la sécheresse. Ces pratiques augmentent la productivité agricole tout en réduisant le stress environnemental.

**La Tunisie s'efforce d'améliorer les pratiques de gestion des déchets, notamment les technologies de recyclage et de valorisation énergétique.** Une gestion efficace des déchets réduit non seulement les émissions des décharges, mais génère également de l'énergie propre et minimise le gaspillage des ressources.

**Outre les efforts d'atténuation, la Tunisie est activement impliquée dans les stratégies d'adaptation au climat.** Cela comprend l'amélioration des systèmes de gestion de l'eau, la construction d'infrastructures résilientes au climat et le développement de systèmes d'alerte précoce pour se préparer aux événements météorologiques extrêmes.

**La Tunisie est engagée dans les efforts mondiaux d'atténuation du changement climatique et participe activement aux accords internationaux comme l'Accord de Paris.** En alignant ses actions sur les objectifs mondiaux, la Tunisie vise à réduire son empreinte carbone et à contribuer à l'effort plus large visant à limiter le réchauffement climatique.

**Malgré les efforts de la Tunisie pour atténuer le changement climatique, plusieurs défis persistent.** Il s'agit notamment des contraintes financières, de l'accès limité à la technologie et du besoin de renforcement des capacités. En outre, la sensibilisation du public et son engagement dans l'action climatique doivent être davantage encouragés.

**La Tunisie reconnaît l'importance d'atténuer le changement climatique et prend des mesures proactives pour relever ce défi mondial.** Grâce à des investissements dans les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, le reboisement, l'agriculture durable, la gestion des déchets, l'adaptation au climat et la collaboration internationale, la Tunisie progresse vers la réduction de son empreinte carbone et le renforcement de la résilience aux impacts climatiques. Il est crucial que la Tunisie poursuive ces efforts et que la communauté internationale soutienne le pays dans son cheminement vers un avenir plus durable et plus résilient au changement climatique.

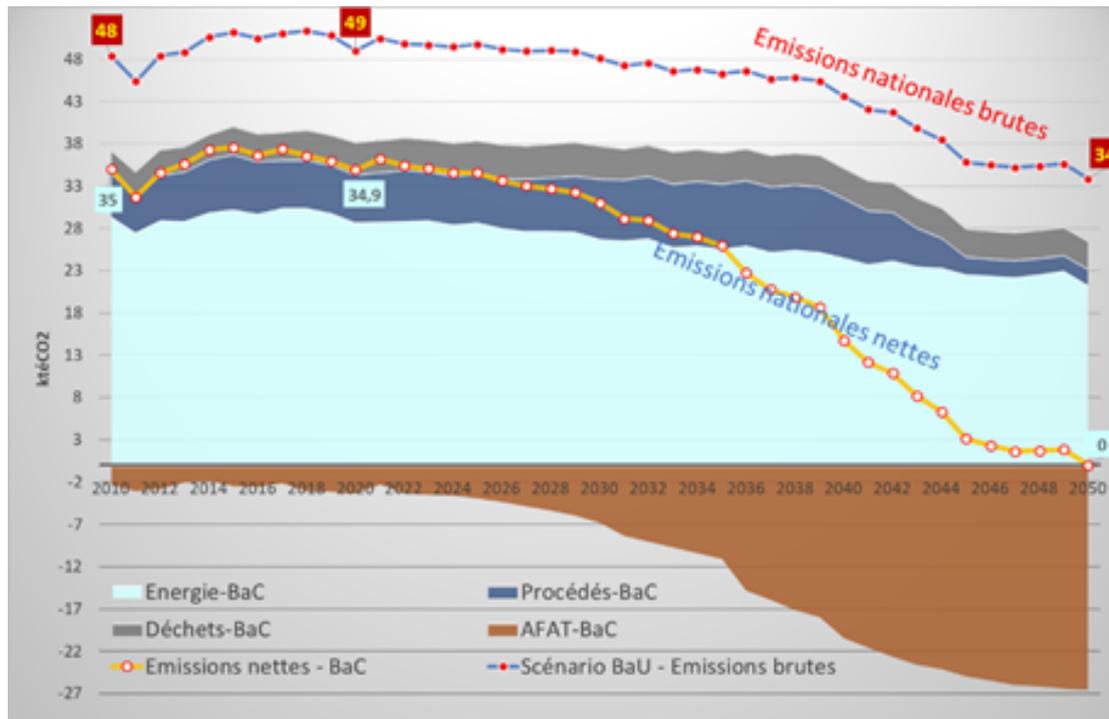
## 1. Le LTS tunisien

**La Stratégie Nationale de développement Bas-carbone (SNBC) doit être considérée par la Tunisie comme une opportunité pour soutenir la reprise de la croissance économique, associée à un développement durable ; à faibles émissions de GES.** L'exercice prospectif réalisé en Tunisie dans le cadre de la SNBC démontre que ces deux objectifs sont totalement compatibles, ce qui rend d'autant plus justifié d'embarquer dans un changement salutaire du modèle de développement, tellement voulu et espéré.

**Dans sa SNBC la Tunisie a opté pour l'ambition d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050.** La neutralité carbone peut être au cœur du changement de modèle de développement, et pilier de la reprise de la Tunisie à de multiples niveaux ; en contribuant:

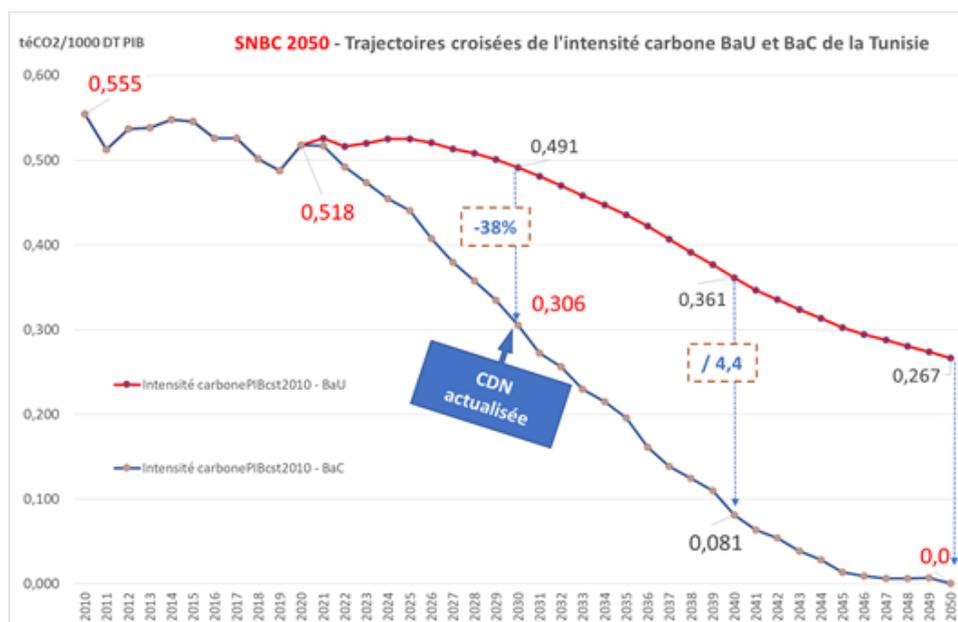
- Au rétablissement des équilibres économiques, en revenant aux fondamentaux du développement durable ; notamment en restituant à l'espace rural et à la population qui vit leur droit au développement, tout en orientant l'économie vers le futur,
- A assurer l'indépendance énergétique ; un des facteurs essentiels du développement durable,
- A engager une dynamique de développement inclusive, se préoccupant de manière égale aux équilibres entre les régions et les milieux, les genres, les jeunes, et plus généralement des populations défavorisées,
- A inverser le processus d'épuisement et de dégradation des ressources naturelles ; et plus particulièrement les terres qui sont essentielles pour atteindre l'objectif vital d'autonomie alimentaire,
- A optimiser les synergies entre atténuation des GES et résilience notamment sur les questions de l'eau, des sols et des écosystèmes,
- Assurer au mieux les synergies entre les trois conventions (climat, biodiversité, et désertification),
- A l'adoption rapide des sauts technologiques au service du développement.

Visant la neutralité carbone à l'horizon 2050, le scénario BaC induit une décroissance franche et ininterrompue des émissions nationales nettes (émissions moins absorptions) de GES, passant donc de 35 MtéCO<sub>2</sub> en 2020 à la valeur zéro en 2050.



Trajectoires nationale et sectorielles des émissions/absorptions du scénario BaC

L'évolution des émissions nettes du BaC traduit évidemment un découplage définitif des émissions nationales avec la croissance économique ; l'issue finale (2050) étant la neutralité carbone. L'ampleur de la transition bas-carbone apparaît également à travers le croisement des intensités carbone respectives des scénarios BaU et BaC qui fait apparaître une baisse de 38% de l'intensité carbone du BaC par rapport au BaU en 2030 ; premier jalon de la transition bas-carbone. L'intensité carbone chuterait ensuite à 0,08 dans le BaC, contre 0,36 dans le BaU en 2040 soit une division par un facteur 4,4 entre les deux scénarios, et à 0,0 en 2050 et donc la neutralité, contre 0,267 dans le BaU la même année.



## Trajectoires croisées de l'intensité carbone du BaU et du BaC

**L'énergie reste la principale source de réduction des émissions de la SNBC.** Avec 661 MtéCO<sub>2</sub> de réductions de GES sur la période 2021-2050, elle cumule 59% des impacts GES de la SNBC. Le secteur AFAT vient, lui, en seconde position avec une contribution de 278 MtéCO<sub>2</sub> (25%), suivi des procédés avec 108 MtéCO<sub>2</sub> (10%), et enfin des déchets avec 67 MtéCO<sub>2</sub> (6%).

**La SNBC de la Tunisie s'inscrit dans une dynamique de rupture totale des pratiques de production et de consommation, en vue de contribuer pleinement aux objectifs de l'Accord de Paris.** Cette dynamique embarque avec elle un changement du modèle de développement, ciblant plus particulièrement le secteur de l'énergie ainsi que l'ensemble du secteur de l'Agriculture, de la Forêt et des Autres utilisations des Terres, qui sont les deux piliers essentiels de la transition bas-carbone.

## 2. La CDN tunisienne

**La Conférence des Parties (COP) de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) a reçu la contribution prévue déterminée au niveau national (INDC) de la Tunisie le 16 septembre 2015.** L'INDC a été transformée en contribution déterminée au niveau national (CDN) après que la Tunisie a ratifié l'accord de Paris. Accord le 17 octobre 2016 et l'Accord est entré en vigueur le 4 novembre 2016.

**La CDN mise à jour a été préparée conformément aux lignes directrices de la décision 1/CP.21 ainsi qu'à d'autres dispositions pertinentes de l'Accord de Paris.** Cela permet à la Tunisie de communiquer des efforts d'atténuation et d'adaptation plus ambitieux pour soutenir davantage la réponse internationale à la menace du changement climatique en vue d'atteindre les objectifs mondiaux énoncés dans l'article 2 de l'Accord de Paris.

La CDN actualisée est aussi totalement en ligne avec les priorités de développement économique et social de la Tunisie, notamment à travers :

- Son alignement avec les Objectifs de Développement Durable (ODD) des Nations Unies, particulièrement les objectifs 1, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13 et 17.
- Les co-bénéfices significatifs qu'elle implique en termes de croissance économique, de création d'emplois et de lutte contre la pauvreté.
- L'intégration des aspects relatifs au genre aux deux volets atténuation et adaptation.

La CDN actualisée, représente un engagement de la Tunisie pour un développement propre, durable, juste et inclusif selon les priorités et les spécificités du pays.

### Volet « Atténuation » de la CDN actualisée de la Tunisie

**La CDN actualisée rehausse les ambitions d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre de la Tunisie, à travers un relèvement de l'objectif de réduction de l'intensité carbone nationale à 45% à l'horizon 2030, par rapport à son niveau de 2010.** La contribution inconditionnelle de la Tunisie correspond à une baisse de l'intensité carbone de 27 % en 2030 par rapport à celle de l'année de référence 2010, ce qui est très largement au-dessus de la première CDN ou l'effort inconditionnel devait générer seulement 13% de réduction de l'intensité carbone. La contribution conditionnelle permet une baisse additionnelle de l'intensité carbone en 2030 de 18 % par rapport à l'année de référence 2010.

**Les ambitions d'atténuation couvrent l'ensemble du territoire national, 100% des émissions nationales des gaz CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et HFCs, et l'ensemble des secteurs :** Energie, Procédés Industriels et Utilisation des Produits (PIUP), Agriculture, Foresterie et autres Affectations des Terres (AFAT), et Déchets. En termes cumulés sur la période 2021-2030, les réductions des émissions par rapport à la trajectoire BaU totaliseront 87,5 MtéCO<sub>2</sub>. Ces réductions d'émissions proviendraient de manière dominante du secteur de l'énergie (72%), suivi de l'AFAT (13%), et de PIUP (9%). Le reste des résultats d'atténuation (6%) découle de la politique bas-carbone du secteur des déchets.

### **Volet « Adaptation » de la CDN actualisée de la Tunisie**

L'objectif général du volet adaptation de la CDN actualisée est de « promouvoir une Tunisie résiliente aux changements climatiques, ayant significativement réduit les vulnérabilités et renforcé les capacités d'adaptation de ses écosystèmes, de sa population, de son économie, de ses territoires, et ayant résolument opéré les transformations nécessaires, à même d'assurer un modèle de développement socio-économique inclusif et durable ».

A partir de l'analyse de la vulnérabilité des ressources en eau, des productions agricoles, écosystèmes naturels, littoral, santé, tourisme, le volet adaptation intègre trois nouvelles dimensions transversales et expose les objectifs de renforcement de la résilience à l'horizon 2030 (genre, aménagement du territoire et réduction des risques des catastrophes naturelles).

Pour atteindre ces objectifs, le volet adaptation de la CDN actualisée repose sur une « Etoile de la résilience », conçue comme un cadre structurant pour accompagner les acteurs tunisiens et leurs partenaires techniques et financiers tant publics que privés.

### **Volets « Financement » et « Enjeux transversaux » de la CDN actualisée de la Tunisie**

La mise en œuvre de la CDN actualisée nécessitera la mobilisation d'importantes ressources financières, estimées à environ 19,4 milliards USD sur la période 2021-2030, dont 14,4 milliards USD pour l'atténuation, 4,3 milliards USD pour l'adaptation et 0,7 milliards USD pour les actions de renforcement des capacités.

## 3. Options d'atténuation de la CDN

### **ENERGIE**

Le secteur de l'énergie est de loin le plus émetteur de tous les secteurs de l'atténuation en Tunisie. En effet, ce secteur est responsable de près de 60% des émissions de gaz à effet de serre. Les mesures d'atténuation dans ce secteur auront, donc, un impact plus important que ceux dans les secteurs de l'AFAT, procédés industriels, et déchets. L'ANME estime que le potentiel d'économie d'énergie par l'utilisation des technologies plus efficaces en consommation énergétique serait de 30% à l'horizon 2030 dans les secteurs transport et bâtiments qui représentent 54% de la demande d'énergie en Tunisie. La production d'électricité est assurée et contrôlée par la STEG (Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz), qui contrôle plus de 90% de la capacité de production d'électricité du pays, et plus de 80% de l'électricité totale est produite par le STEG; les producteurs d'électricité indépendant (IPP) assurent 20% de la production d'électricité du pays. L'énergie thermique conventionnelle (charbon, gaz naturel et pétrole) représente plus de 93% de la capacité de production d'électricité en Tunisie. Parmi les sources de production thermique conventionnelle, le gaz naturel représente 97% de ce secteur de production.

La CDN tunisienne vise les objectifs suivants :

- Une baisse annuelle moyenne de l'intensité d'énergie primaire de -3.6% entre 2020 et 2030.
- Une part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie primaire de la Tunisie de 12% en 2030.
- Renforcement du Plan Solaire Tunisien.
- Amélioration de l'efficacité énergétique (contrat-programmes dans les secteurs de l'industrie, du transport et le tertiaire, l'installation d'environ 450 MW additionnels de cogénération, les programmes spécifiques d'éclairage efficace, d'isolation des toitures dans les secteurs résidentiels, ainsi que l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics and dans les transports (voiture électrique)).

### PIUP

Selon le dernier inventaire de GES disponible présenté dans le troisième rapport bisannuel d'actualisation, les émissions de GES du secteur PIUP représente 12% des émissions nationales de GES en Tunisie. Après avoir fluctué cette dernière décennie, elles ont augmenté de 13% sur la période 2010-2021 (de 5 561 Gg CO<sub>2</sub>e à 6 308 kt CO<sub>2</sub>e). Il est à noter qu'une diminution d'un peu plus de 1 Mt CO<sub>2</sub>e a été observée l'année 2020 par rapport à 2018, coïncidant avec la première année de la pandémie de COVID-19 et une augmentation similaire à eu lieu en 2021 par rapport à l'année 2020.

La CDN tunisienne vise les objectifs suivants :

- Le lancement de la « NAMA ciment » et des instruments de tarification carbone, avec quatre (4) composantes : efficacité énergétique, énergies renouvelables, utilisation de combustibles alternatifs (RDF-Refuse Derived Fuels), et meilleure segmentation du marché du ciment en vue d'abaisser le ratio clinker/ciment.
- Le lancement, à partir de 2023, du projet de destruction catalytique du N<sub>2</sub>O dans l'usine de production de l'acide nitrique à Gabès.
- Le lancement du programme de réduction de l'utilisation des HFCs en vue de se mettre en conformité avec les objectifs de l'Amendement de Kigali.

### AFAT

Le secteur AFAT est un secteur très stable en ce qui concerne ses pratiques, et donc sa trajectoire des émissions de GES. Pour ces raisons on observe une diminution de l'intensité carbone du secteur pendant la période 2010-2021, période dans laquelle le PIB a augmenté de 7%. Les émissions imputables à l'ensemble du secteur de l'AFAT ont atteint 10,7 MtCO<sub>2</sub>e en 2021, contribuant pour 21% des émissions nationales, ce qui fait de l'AFAT le second secteur émetteur de GES en Tunisie, après l'énergie. Le secteur a une contribution importante aux émissions de GES, principalement de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O. Néanmoins, il s'agit d'un secteur compensateur des émissions de GES de la Tunisie grâce à ses capacités d'absorption du carbone, ce qui permet au pays de dégager un bilan absorbeur net sur le secteur. En effet, les absorptions de carbone par l'AFAT se sont élevées à 15,9 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>e en 2021, avec une contribution du 75% des terres agricoles, essentiellement grâce à l'arboriculture et plus particulièrement l'olivieraie ; suivi des terres forestières, qui représentent 23% des absorptions du secteur.

La CDN tunisienne vise les objectifs suivants :

- Renforcement très significatif des plans de lutte contre les incendies, dont l'ampleur a déjà été multipliée par un facteur 10 durant la décennie 2011-2021.
- Renforcement des actions déjà considérées dans la ligne de base, telles que l'incorporation des fientes de volaille dans les procédés de compostage, la consolidation de l'arboriculture, l'agriculture biologique, optimisation de l'utilisation des engrais minéraux de synthèse, etc.

- Développement de nouvelles actions d'atténuation : ajouts alimentaires soutenant la productivité du bétail et induisant la baisse des émissions entériques, agriculture de conservation, valorisation énergétique des fientes, du fumier bovin et des margines.

## DECHETS

Avec environ 12 millions d'habitants, la Tunisie produit environ 3 millions de tonnes par an de déchets ménagers et assimilés et environ 55 000 tonnes d'emballage. La population tunisienne a une croissance annuelle de 1,1% et la quantité de déchets ménagers et assimilés souffre une progression annuelle estimée à 2,5 %, quantité qui ne représente même pas la totalité des déchets en Tunisie.

Les déchets ménagers et assimilés ou déchets solides municipaux fait référence à ceux dont la gestion et l'élimination revient aux communes. Ils proviennent principalement des logements privés, des bureaux, des commerces et sont en grande partie générés dans les centres urbains et leurs zones d'influence. Ils se caractérisent par un taux élevé de matières organiques (63%) et par un taux élevé d'humidité variant entre 65% et 70%.

La CDN tunisienne vise les objectifs suivants :

- Déchets solides: la mise en œuvre de mesures permettant la réduction et la gestion contrôlée de la mise en décharge des déchets ménagers, la réduction de la quantité de déchets à la source, l'augmentation du taux de recyclage des déchets ménagers et de leur valorisation énergétique et organique, la production et la valorisation du RDF, le dégazage au niveaux des décharges et mise en place de systèmes de valorisation pour la production d'électricité, l'utilisation du traitement mécano-biologique (TMB), etc.
- Assainissement : l'amélioration du taux de prise en charge des eaux usées, la gestion des stations d'épuration des eaux usées (STEP) et leur efficacité énergétique, le taux de branchement des industriels et le taux de la demande chimique en oxygène (DCO), la valorisation des boues, l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la cogénération et la mise en place de systèmes photovoltaïques.

# 4 - Comment le GACMO peut aider à modéliser ces options et leurs impacts attendus

**L'outil GACMO peut être utile pour identifier le niveau d'objectif de réduction des émissions de GES, ainsi que les objectifs sectoriels (capacité d'énergie renouvelable, hectares de reforestation, nombre de véhicules électriques, etc.).** L'outil est conçu pour aider les pays ou les régions à effectuer une analyse de leurs options d'atténuation des GES, à utiliser par exemple dans le cadre d'activités de réduction des émissions de gaz à effet de serre. la NDC, la Communication Nationale ou un Plan de Développement Bas Carbone. GACMO peut être utilisé par les pays pour calculer et visualiser leur scénario de maintien du statu quo (BAU), leur scénario d'atténuation et fournit des calculs pour toutes les options d'atténuation souhaitées sélectionnées.

**Le résultat de l'utilisation du modèle GACMO est un tableau fournissant un aperçu du coût et de l'impact des différentes initiatives d'atténuation, présenté sous la forme d'un tableau et d'une courbe de revenus de réduction.** L'entrée requise pour que le modèle fonctionne est un bilan de GES pour le pays en question.

Grâce au modèle GACMO, plusieurs scénarios peuvent être préparés pour la NDC. Il est possible d'estimer les niveaux totaux d'émissions de gaz à effet de serre atteints au cours des différentes années (année de début, 2025, 2030, 2035 et 2050) pour le scénario BAU et pour le scénario d'atténuation. De plus, la répartition sectorielle des émissions au cours des différentes années (année de début, 2025, 2030, 2035 et 2050) pour le scénario BAU et le scénario d'atténuation peut être calculée. En outre, une courbe de revenus marginaux de réduction (courbe MAR) comparant les options d'atténuation pertinentes pour l'année 2025, 2030, 2035 ou 2050 est conçue.

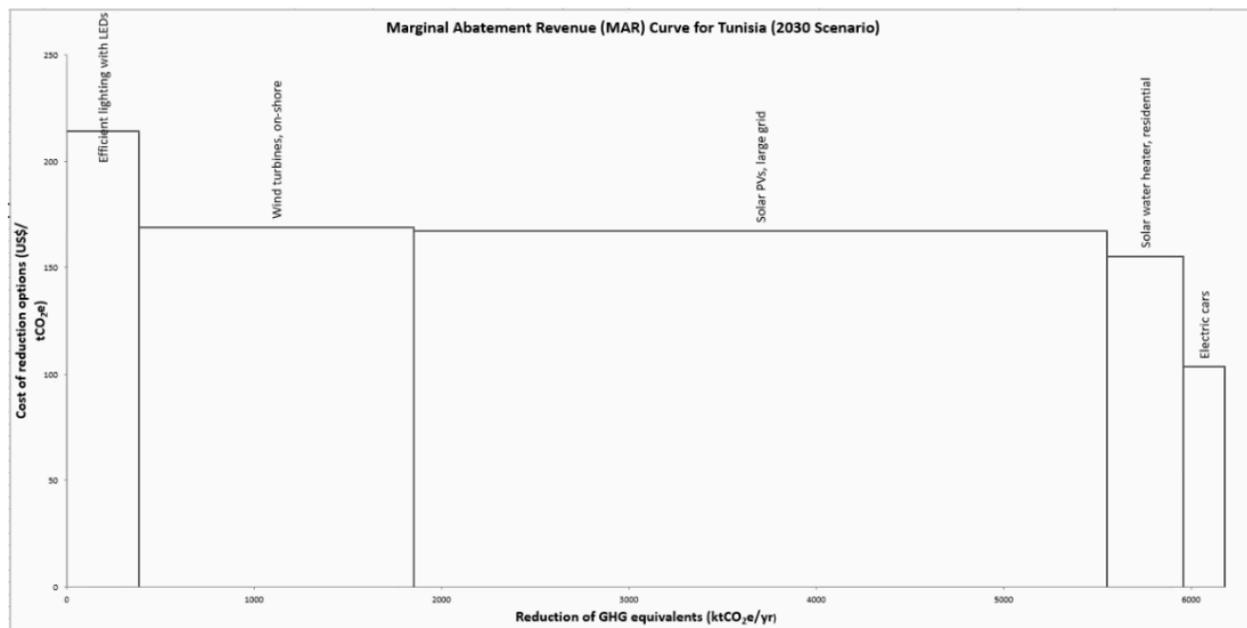
- Plusieurs options d'atténuation sont proposées à l'aide du modèle GACMO
- Le GACMO estime le pourcentage de réduction dans le scénario d'atténuation par rapport au scénario BAU
- Le GACMO estime les émissions de GES par habitant (tCO<sub>2</sub>-/capita) et l'intensité carbone de l'économie (tCO<sub>2</sub>-e/US\$)
- L'utilisateur fournit des données sur les valeurs de la population et du PIB pour l'année de début (et les taux de croissance pour les années à venir)
- Les figures ci-dessous montrent le calcul des émissions de GES pour le cas de la Tunisie en utilisant le modèle GACMO. Cela a été fait lors des formations organisées avec les participants tunisiens.

Fossil fuel energy balance in TJ		Tunisia												2020	
TJ units		LPG	Gasoline	Jet Fuel	Diesel	HFO	Kerosene and other	Total oil products	Coal	Lignite	Natural Gas	Coke	Biomass	Total energy (fossil)	
Total		0	0	0	177,442	724	0	178,166.0	0	0	213,695	0	35,698	427,559	
Fossil power plants		0	0	0	724	0	724.0	0	0	0	162,280	0	0	163,004	
FINAL CONSUMPTION		0	0	0	177,442	0	0	177,442.0	0	0	51,415	0	35,698	264,555	
Industry - steel								0.0						250	
Industry - chemical								0.0			3,703			3,703	
Industry - non metallic mineral					21,990			21,990.0			13,838			35,828	
Industry - food processing and beverage								0.0			3,728			3,728	
Industry - construction								0.0						0	
Industry - mining								0.0			256			256	
Industry - machinery								0.0						0	
Industry - non ferrous metals								0.0						0	
Industry - paper and pulp								0.0			1,687			1,687	
Industry - transport equipment								0.0						0	
Industry - textile and leather								0.0			2,139			2,139	
Industry - miscellaneous					10,229			10,229.0			2,050			12,279	
Transport - road					93,441			93,441.0			5,393			98,834	
Transport - rail					382			382.0						382	
Transport - domestic air					68			68.0						68	
Transport - navigation								0.0						0	
Households					25,989			25,989.0			10,185		35,200	71,374	
Services					3,836			3,836.0			6,869		498	11,203	
Agriculture & Fishery					14,855			14,855.0			1,317			16,172	
Non energy - chemical feedstocs					6,652			6,652.0						6,652	

		2020										Fraction of carbon oxidised		
		Total	LPG	Gasoline	Jet Fuel	Diesel	HFO	Kerosene and other	Total oil products	Coal	Lignite	Natural Gas	Coke	Biomass
38	<b>GHG Balance</b>													
39	1 toe = 10 GCal= 41.868 GJ													
30	Ton CO2/Toe (IPCC):		2.61	2.87	2.96	3.07	3.21	2.98		3.92	4.19	2.33	4.48	5.14
31	Unit : ktCO2-e													
32	Total	29,321	0	0	0	13,011	55	0	13,067	0	0	11,868	0	4,386
33	Fossil power plants	9,068	0	0	0	0	55	0	55	0	0	9,013	0	0
34	FINAL CONSUMPTION	20,253	0	0	0	13,011	0	0	13,011	0	0	2,856	0	4,386
35	Industry - steel	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
36	Industry - chemical	206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	0	0
37	Industry - non metallic mineral	2,381	0	0	0	1,612	0	0	1,612	0	0	769	0	0
38	Industry - food processing and beverage	207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	0	0
39	Industry - construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	Industry - mining	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0
41	Industry - machinery	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Industry - non ferrous metals	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	Industry - paper and pulp	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	0
44	Industry - transport equipment	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	Industry - textile and leather	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	0	0
46	Industry - miscellaneous	864	0	0	0	750	0	0	750	0	0	114	0	0
47	Transport - road	7,151	0	0	0	6,852	0	0	6,852	0	0	300	0	0
48	Transport - rail	28	0	0	0	28	0	0	28	0	0	0	0	0
49	Transport - domestic air	5	0	0	0	5	0	0	5	0	0	0	0	0
50	Transport - navigation	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Households	6,797	0	0	0	1,906	0	0	1,906	0	0	566	0	4,325
52	Services	724	0	0	0	281	0	0	281	0	0	381	0	61
53	Agriculture & Fishery	1,162	0	0	0	1,089	0	0	1,089	0	0	73	0	0
54	Non energy - chemical feedstocs	488	0	0	0	488	0	0	488	0	0	0	0	0
55	CH4 from energy combustion	2,482												

Une courbe de coût marginal de réduction (MACC) ou une courbe de revenus marginaux de réduction (MARC) peuvent être créées. Un MACC/MARC présente les coûts ou les économies des mesures d'atténuation et les réductions d'émissions attendues de ces mesures d'atténuation. MACC/MARC peut être un outil utile pour sélectionner les actions d'atténuation appropriées pour le pays en fonction des réductions d'émissions et des coûts/revenus. Ci-dessous est présentée la courbe MAR de la Tunisie pour le scénario 2030. La courbe MAR se lit comme suit :

- Dans le graphique de la courbe MAR réalisé par GACMO, toutes les options qui se situent au dessus de l'axe X sont des options « gagnant-gagnant ».
- Cela signifie que leur mise en œuvre permettrait de réduire les émissions par rapport à l'option de référence et d'économiser par rapport au coût de mise en œuvre de l'option de référence.
- La taille de la zone représentant une option d'atténuation dans le graphique est proportionnelle à la quantité totale d'émissions de gaz à effet de serre réduites par l'option.



L'utilisation du modèle GACMO peut aider la Tunisie à calculer 119 options d'atténuation (tableau ci-dessous). À partir de ces calculs, la Tunisie pourrait élaborer plusieurs scénarios et stratégies. Voici quelques exemples.

Le passage des combustibles fossiles aux sources d'énergie renouvelables comme l'énergie solaire, éolienne et hydroélectrique peut réduire considérablement les émissions du secteur énergétique. La Tunisie peut fixer des objectifs pour augmenter la part des énergies renouvelables dans son mix énergétique.

La mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments, les industries et les transports peut contribuer à réduire la consommation d'énergie et les émissions. Cela comprend l'adoption de technologies économes en énergie et l'amélioration des codes et normes du bâtiment.

La mise en œuvre de mécanismes de tarification du carbone, tels que des taxes sur le carbone ou des systèmes de plafonnement et d'échange, peut créer des incitations économiques pour inciter les entreprises et les particuliers à réduire leurs émissions de carbone.

Élaborer des stratégies de reboisement et de boisement. Les forêts agissent comme des puits de carbone, de sorte que le reboisement (replanter des arbres dans des zones déboisées) et le boisement (planter des arbres dans des zones qui n'étaient pas auparavant boisées) peuvent aider à capter et à stocker le carbone.

La mise en œuvre de pratiques agricoles durables, telles que l'agriculture sans labour, l'agroforesterie et la réduction des émissions de méthane provenant du bétail, peut réduire les émissions du secteur agricole.

Électrification des transports : la promotion de l'utilisation de véhicules électriques (VE) et l'expansion des infrastructures de recharge des véhicules électriques peuvent contribuer à réduire les émissions du secteur des transports.

Investir dans les systèmes de transports publics et encourager la marche et le vélo peut réduire la dépendance à l'égard des voitures particulières et réduire les émissions.

La mise en œuvre de programmes de réduction, de recyclage et de compostage des déchets peut réduire les émissions des sites d'enfouissement et de l'incinération des déchets.

Encourager les industries à adopter des technologies à faibles émissions de carbone, à améliorer l'efficacité énergétique et à réduire les émissions dans leurs processus de production peut avoir un impact significatif.

Le développement et le déploiement de technologies CSC peuvent aider à capturer les émissions d'industries telles que la production de ciment et d'acier, ainsi que la production d'électricité à partir de combustibles fossiles.

La Tunisie peut encourager l'adoption de technologies propres et durables dans divers secteurs pour réduire les émissions.

L'élaboration de stratégies de développement à faibles émissions (LEDS) à long terme et la mise à jour régulière des CDN pour refléter l'évolution des circonstances et une ambition accrue peuvent contribuer à garantir des progrès durables.

#### Mitigation options of GACMO

Agriculture	Rice crop CH4 reduction
	Zero tillage
	Cover crops
	Nitrification inhibitors (1000 ha)
	Covering slurry stores (1 slurry store)
	Fat supplementation in ruminants diets (%DM fat added)
	Tobacco curing
Biomass energy	Rice husk cogeneration plants
	Biomass power from biomass residues
	Bagasse power
CCS	CCS plant
Cement	Clinker replacement
Coal bed/mine methane	Coal mine methane
Energy efficiency in households	Efficient residential airconditioning
	Efficient lighting with CFLs
	Efficient lighting with LEDs
	Efficient lighting with LEDs replacing CFL
	Efficient wood stoves
	Efficient charcoal stoves
	LPG stoves replacing wood stoves
	Efficient electric stoves
	Induction based cooking
	New passive home
Efficient refrigerators	
Energy efficiency in industry	Efficient electric motors
	Energy efficiency in industry
	Building materials
Energy efficiency - own generation	Waste heat recovery at cement plant
	Waste heat recovery at steel plant

Energy efficiency - service	Efficient electric motors
	Efficient office lighting with CFLs
	Efficient office lighting with LEDs
	Efficient street lights
	Efficient water pumping
	HVAC
	Efficient Chiller > 300 TR
	Efficient Chiller < 300 TR
	Efficient room air conditioner
	Efficient commercial dishwashing machine
	Efficient hotel refrigerator
	Efficient hotel washing machine
	Energy efficiency in service
	New office building with central cooling
Energy efficiency - supply side	New high efficiency coal power plant
	New natural gas power plant
	Switch from fuel oil to diesel
	Switch from fuel oil to natural gas
	Cogeneration in industry
	Single cycle to combined cycle
Energy distribution	Efficient electric grids
	Connection of isolated grid to central grid
	Power factor increase
	District heating network rehabilitation (100,000 flats supplied)
	District cooling network (1 million m2 new city area covered)
Forestry	Reforestation
	REDD: Avoided deforestation
	Assisted forest regeneration
	Reforestation with agroforestry
	Reforestation with Silvopasture
Fossil fuel switch	Switch from coal to natural gas in industry
	Switch from fuel oil to natural gas in industry
Fugitive	Reduced flaring at oil field
	Reduced flaring at oil refineries
	Leak reduction in natural gas pipelines
	Charcoal production
Geothermal	Geothermal power
	Geothermal heat
HFCs, PFCs, SF6	Reduced PFCs from aluminium production
Hydro	Hydro power connected to main grid
	Mini hydro power connected to main grid
	Mini hydro power off grid

Landfills	Landfill gas plant with power production
	Landfill gas flaring
	Incineration plant
	Recycling of plastics
	Refuse Derived Fuel (RDF) from MSW
	Biogas from Municipal Solid Waste
	Composting of Municipal Solid Waste
Marine	Tidal
	Wave
Methane avoidance	Biogas at rural farms using kerosene
	Biogas at rural farms using non-renewable fuelwood
	Biogas at big farms
	Biogas from industrial waste water
N2O	Nitric acid plant (N2O destruction)
Solar	Solar water heater, residential
	Solar water heater, large
	Solar PVs, large grid
	Solar PVs, large grid with 24h storage
	Solar house PVs
	Solar cottage PVs
	Solar/diesel mini-grid
	Solar LED lamps
	Solar PVs, small isolated grid, 100% solar
	Solar street lights
	Parabolic through CSP, no storage
	Solar tower CSP, with storage
Transport	5% Biodiesel blend in all diesel
	15% Bioethanol blend in all gasoline
	Bus Rapid Transit (BRT)
	More efficient gasoline cars
	More efficient diesel cars
	Natural Gas cars
	Electric cars
	Electric 18m buses
	Electric 12m buses
	Shifting passengers from car to rail (1Mill. personkm/day)
	Shifting freight transport from road to rail (1000 tonkm/day)
	Electric heavy trucks
	Electric light trucks
	Restriction on import of used cars
	New bicycle lanes
	Electric three-wheelers
Electric two-wheelers	

	Better maintenance and use of motor bikes
Wind	Wind turbines, on-shore
	Wind turbines, on-shore with 24 storage
	Wind turbines, off-shore

## 5- Modèles alternatifs

**Le modèle de planification des alternatives énergétiques à long terme (LEAP) a été largement utilisé dans le développement des INDC et a été le modèle de choix pour de nombreux pays en développement.** Le Stockholm Environment Institute (SEI), développeur du LEAP, a identifié 34 pays qui ont utilisé LEAP pour soutenir leur processus INDC, notamment le Bangladesh, le Nigéria et l'Équateur, et il pourrait y en avoir plusieurs autres. LEAP est un modèle comptable qui peut être développé en 3 à 6 mois et est flexible à différents niveaux de détail et de disponibilité des données. Il comprend un large éventail d'options technologiques et de facteurs d'émission, et est conforme aux lignes directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Certains pays ont utilisé LEAP pour tous les secteurs de l'économie, y compris les secteurs de l'utilisation des terres, tandis que d'autres l'ont utilisé pour certains secteurs uniquement. Le logiciel requis pour développer un modèle LEAP est disponible gratuitement pour les pays en développement, mais la plupart des ministères ont choisi de faire appel à des consultants ou à des universitaires pour les aider à développer et à faire fonctionner le modèle.

**Le modèle EPPA (Emissions Prediction and Policy Analysis) a été développé par le Massachusetts Institute of Technology (MIT).** L'EPPA est un modèle d'équilibre général calculable (EGC) de l'économie mondiale. Il s'appuie sur la base de données du Global Trade Analysis Project (GTAP) et sur des données supplémentaires sur les émissions de GES et d'autres polluants. Le modèle EPPA peut être utilisé comme modèle autonome de l'économie mondiale pour l'étude des émissions de gaz à effet de serre et de la politique environnementale. Il s'agit également d'un composant du modèle de systèmes mondiaux intégrés (IGSM) du MIT. L'EPPA est un modèle régional qui modélise individuellement certains des plus grands pays, notamment le Mexique, le Brésil, la Russie, l'Inde et la Chine.

**Le modèle POLES (Prospective Outlook on Long-term Energy Systems) est un modèle de simulation mondial pour le secteur de l'énergie comprenant 66 pays/régions modélisés par étapes annuelles jusqu'en 2050.** POLES a été développé pour la première fois au début des années 1990 par l'Institut des politiques et de l'économie énergétiques. IEPE (maintenant GAEL Energy) et a depuis été développé par Enerdata, EDDEN et JRC-IPTS de la Commission européenne. POLES a été largement utilisé par la Commission européenne et par la Banque mondiale pour évaluer les CDN des pays du G20.

**Le modèle MARKet ALlocation (MARKAL) a été développé dans le cadre d'un projet multinational coopératif sur une période de près de deux décennies par le Programme d'analyse des systèmes technologiques énergétiques (ETSAP) de l'Agence internationale de l'énergie.** Le système intégré MARKAL-EFOM5 (TIMES) est un développement plus récent dans la même famille de modèles et a remplacé MARKAL dans de nombreux pays. MARKAL et TIMES sont des modèles de systèmes

énergétiques riches en technologies qui génèrent des trajectoires optimales en termes de coûts jusqu'en 2050. Ils sont généralement utilisés pour explorer différents choix technologiques et scénarios permettant de parvenir à une réduction d'émissions donnée au moindre coût dans l'ensemble de l'économie d'un pays. Les modèles MARKAL/TIMES nécessitent de vastes ensembles de données comprenant des informations détaillées sur les caractéristiques et les coûts des technologies et des carburants dans tous les secteurs de l'économie sur toutes les périodes, et sont généralement développés progressivement par des groupes de recherche sur de nombreuses années. Par exemple, le modèle britannique TIMES trouve ses racines dans le modèle britannique MARKAL qui a été utilisé pour la première fois pour soutenir l'élaboration de politiques au début des années 1990.

## 6 - Que doit faire la Tunisie ?

La Tunisie a déjà la CDN et utilise un modèle pour le calcul des émissions de GES et dispose de ses options d'atténuation. Cependant, à l'avenir, plusieurs facteurs présentés ci-dessous devraient être améliorés :

**Utiliser des modèles climatiques sophistiqués.** La Tunisie devrait investir dans l'utilisation de modèles climatiques capables de projeter les émissions futures selon différents scénarios. Ces modèles devraient être capables d'évaluer l'impact de diverses interventions politiques, émissions et adoption de technologies.

**Utiliser des modèles climatiques sophistiqués.** La Tunisie devrait investir dans l'utilisation de modèles climatiques capables de projeter les émissions futures selon différents scénarios. Ces modèles devraient être capables d'évaluer l'impact de diverses interventions politiques, émissions et adoption de technologies.

**Renforcer les systèmes de collecte de données et de surveillance pour garantir des informations précises et à jour sur les émissions.** Collaborer avec des organisations internationales pour améliorer la communication des données.

**Investir dans la recherche et le développement de technologies et de solutions respectueuses du climat.** Encourager les partenariats entre le gouvernement, le monde universitaire et le secteur privé pour stimuler l'innovation.

**Renforcer la capacité des agences gouvernementales, des communautés locales et des entreprises** à comprendre et à mettre en œuvre efficacement les mesures d'atténuation du changement climatique.

**Sensibiliser le public au changement climatique et à l'importance de réduire les émissions.** Inciter les citoyens à prendre des mesures pour réduire leur empreinte carbone.

**Maintenir la transparence dans la déclaration des données sur les émissions et les progrès vers les objectifs.** Mettre régulièrement à jour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre.

## 7. Conclusions

**Le changement climatique est une crise mondiale qui fait peser de graves risques sur la cohésion sociale, la santé économique et les systèmes écologiques de notre planète.** La Tunisie, pays d'Afrique du Nord au climat et à la géographie diversifiés, n'est pas à l'abri des effets du changement climatique. L'environnement et la société tunisienne sont déjà impactés par l'augmentation des températures, la modification des régimes de précipitations et la fréquence croissante des événements météorologiques extrêmes. Néanmoins, la Tunisie prend également des mesures proactives pour contrecarrer ces effets et soutenir les efforts mondiaux de lutte contre le changement climatique.

**La SNBC doit être considérée par la Tunisie comme une opportunité de soutenir le retour de la croissance économique couplée au développement durable et aux faibles émissions de GES.** L'exercice de prospectus mené en Tunisie dans le cadre de la SNBC montre que ces deux objectifs sont tout à fait cohérents, ce qui justifie d'autant plus de participer à l'évolution positive tant souhaitée et attendue du modèle de développement.

**Le CDN actualisé relève l'objectif de réduction de l'intensité carbone nationale à 45% d'ici 2030 par rapport à son niveau de 2010 afin d'atténuer davantage les émissions de gaz à effet de serre de la Tunisie.** La contribution sans contrainte de la Tunisie se traduit par une réduction de 27 % de l'intensité carbone d'ici 2030 par rapport à celle de l'année de référence 2010, ce qui est nettement supérieur au premier CDN où un effort non contraint devait aboutir à une réduction de 13 % de l'intensité carbone. La contribution conditionnelle permet une réduction supplémentaire de 18 % de l'intensité carbone en 2030 par rapport à l'année de référence 2010.

**L'outil GACMO peut être utilisé pour déterminer le niveau d'objectif de réduction des émissions de GES ainsi que les objectifs sectoriels (capacité d'énergie renouvelable, superficie de reboisement, nombre de ventes de véhicules électriques, etc.).** L'outil est destiné à aider les nations ou les régions à mener une analyse de leurs choix en matière d'atténuation des GES, à utiliser, par exemple, dans le cadre d'activités de réduction des émissions de gaz à effet de serre. la Communication Nationale pour le Développement (NDC), ou un plan de développement bas carbone. GACMO propose des calculs pour tous les choix d'atténuation souhaités sélectionnés et peut être utilisé par les pays pour calculer et visualiser leur BAU (maintenir le statu quo) et leurs scénarios d'atténuation.

**La Tunisie peut investir dans plusieurs domaines pour les actions d'atténuation.** L'utilisation du modèle GACMO pourrait aider à réaliser plusieurs calculs qui pourraient être utiles pour élaborer des scénarios pour différentes options d'atténuation. GACMO propose d'énormes options d'atténuation et peut être utilisé gratuitement.