

**REPUBLIQUE DE DJIBOUTI**

\*\*\*\*\*

**MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET  
DU DEVELOPPEMENT DURABLE**



**MEDD**

**TROISIEME COMMUNICATION NATIONALE DE LA REPUBLIQUE  
DE DJIBOUTI A LA CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES  
SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

**Octobre 2021**

**MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE**

La troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques a été préparée par l'équipe de projet au sein de la Direction de l'Environnement et du Développement Durable avec la contribution des consultants et experts nationaux.

**Coordinateur du projet :**

M. Dini Abdallah Omar

**Consultants nationaux :**

M. Ali Mohamed Kamil (circonstances nationales)

M. Abdallah Barkat Ibrahim (agriculture et forêts)

M. Bouh Houssein Ofleh (déchets)

M. Hamid Mohamed Aden (Information, Education et Communication)

M. Ibrahim Mohamed Ahmed (ressources en eau)

M. Idriss Ahmed Hared (Energie)

M. Idriss Ismael Nour (Energie)

M. Miyir Mohamed Abdillahi (Energie)

M. Moussa Omar Youssouf (Zones côtières)

M. Youssouf Daher Robleh (AFAT)

**Assistance technique: Cabinet ENDA**

M. Lbasse Ba

M. Samba Fall

## PREFACE

---

Ces dernières années, le changement climatique devient une réalité se manifestant de plus en plus à travers les phénomènes climatiques extrêmes qui surviennent fréquemment sur notre Terre. C'est l'un des défis environnementaux majeurs de ce siècle pour l'humanité et notre planète. Il est unanimement reconnu par les scientifiques que ces défis auront des impacts significatifs sur les différents secteurs économiques. Le dernier rapport du groupe de travail I du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), publié en août 2021, souligne un « changement climatique généralisé et rapide, d'intensité croissante » pour toutes les régions pouvant annihiler les efforts de développement et de progrès entrepris par les nations du monde et particulièrement des pays en développement tel que le nôtre. La préservation de notre planète contre ce fléau des temps modernes constitue de ce fait un intérêt primordial à l'échelle locale, nationale, régionale et internationale pour garantir les besoins des générations actuelles et futures.

Les pays en développement, et notamment la République de Djibouti présentant un climat aride, sont particulièrement vulnérables aux conséquences dramatiques du changement climatique. Pour Djibouti, ces changements se traduisent par des impacts liés à la modification du régime de précipitation tels que les inondations et la sécheresse sans oublier l'élévation du niveau de la mer. Ainsi, le changement climatique impactera, entre autre, les ressources en eau, les zones côtières et les écosystèmes entraînant ainsi des conséquences néfastes sur les conditions de vie des populations. Les sécheresses successives ont entraîné une dégradation des pâturages, le tarissement des points d'eau et la diminution du cheptel. Elles ont contribué à rendre vulnérables les populations qui vivent de l'élevage et de l'agriculture et tirent l'essentiel de leurs revenus par l'exploitation des ressources naturelles. D'un autre côté, la République de Djibouti a subi, ces dernières années, des inondations et pluies torrentielles ayant engendré des pertes humaines et économiques et des dégâts sur les infrastructures du pays soulignant ainsi sa vulnérabilité face au changement climatique.

Pour prendre part à l'élan mondial de lutte contre le changement climatique, la République de Djibouti n'a pas ménagé ses efforts et a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en 1995, le Protocole de Kyoto en 2001, l'Amendement de Doha au Protocole de Kyoto en 2014 et l'Accord de Paris en 2016.

Conformément aux dispositions des articles 4 et 12 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, la République de Djibouti, sous le leadership du Ministère de l'Environnement et du Développement Durable et avec le soutien de toutes les parties prenantes, a élaboré sa Troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques.

Le présent document a mis en exergue la vulnérabilité de Djibouti face au changement climatique et a permis de mettre à jour les données et informations fournies dans les communications nationales précédentes tant dans le domaine de l'adaptation que celui de l'atténuation tout en mettant l'accent sur les besoins en technologie propre et financier nécessaires dans la lutte contre le changement climatique.

En effet, en matière d'adaptation, un certain nombre d'options d'adaptation dans les secteurs de l'eau, de l'agriculture et des zones côtières ont été identifiées nécessitant ainsi l'appui technique et financier de la communauté internationale.

Malgré sa contribution très marginale au réchauffement climatique, la République de Djibouti a entrepris les démarches nécessaires pour la mise en place de programmes et politiques sobres en carbone. Ainsi, fort de son potentiel en énergie renouvelable, plusieurs projets militant en faveur de l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre sont finalisés (interconnexion électrique avec l'Ethiopie) ou en cours de finalisation (projet éolien de Ghoubet, projet solaire de Bara, projet de géothermie) démontrant ainsi sa volonté politique et sa détermination pour prendre part aux efforts globaux des nations du monde dans la réduction mondiale des gaz à effet de serre. Cependant, le développement de ces énergies renouvelables (solaire, éolien et géothermie) requiert un transfert des technologies adéquat et un appui financier conséquent de la part de la communauté internationale.

Nul ne doute que la lutte contre le changement climatique constitue un défi majeur nécessitant la mise en place d'une coopération internationale. C'est pourquoi, la République de Djibouti tout en réaffirmant le principe de responsabilité commune mais différenciée appelle à la mobilisation de la communauté internationale pour répondre à cet enjeu déterminant pour l'humanité.

Mes remerciements s'adressent au Fonds pour l'Environnement Mondial et à son Agence d'exécution à savoir le Programme des Nations Unies pour l'Environnement pour leur soutien constant et inestimable dans l'élaboration de cette Troisième Communication Nationale sur les Changements Climatiques sans oublier les experts nationaux et internationaux ayant contribué à la réalisation de ce document.

**MOHAMED ABDOULKADER MOUSSA HELEM**

**Ministre de l'Environnement  
et du Développement Durable**

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>PREFACE</b> .....	<b>3</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	<b>5</b>
<b>Liste des acronymes</b> .....	<b>9</b>
<b>Liste des encadrés</b> .....	<b>10</b>
<b>Liste des équations</b> .....	<b>10</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>10</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>12</b>
<b>RÉSUMÉ EXÉCUTIF</b> .....	<b>15</b>
<b>EXECUTIVE SUMMARY</b> .....	<b>18</b>
<b>Chapitre 1 : LES CIRCONSTANCES NATIONALES</b> .....	<b>21</b>
<b>1.1. Caractéristiques géophysiques</b> .....	<b>21</b>
1.1.1. Géographie .....	21
1.1.2. Typologie des sols .....	23
<b>1.2. Aspects démographiques</b> .....	<b>24</b>
1.2.1. Croissance rapide .....	24
1.2.2. Urbanisation .....	24
1.2.3. Perspectives démographiques .....	24
<b>1.3. Environnement socioéconomique</b> .....	<b>25</b>
1.3.1. Contexte macroéconomique .....	25
1.3.2. Situation sociale .....	26
1.3.3. Evolution et contribution sectorielles.....	27
<b>1.4. Situation environnementale</b> .....	<b>34</b>
1.4.1. Désertification et sécheresse récurrente .....	34
1.4.2. Pression démographique sur les ressources naturelles.....	35
1.4.3. Energie : impacts environnementaux potentiels du secteur .....	35
1.4.4. Les transports .....	36
1.4.5. Impacts de l'exploitation des ressources minières .....	36
1.4.6. Contexte et gestion des zones côtières .....	37
<b>1.5. Cadre institutionnel</b> .....	<b>38</b>
<b>Chapitre 2 : Inventaire GES</b> .....	<b>39</b>
2.1. Cadrage de l'inventaire des GES .....	39
2.1.1. Phase de planification de l'inventaire GES de la TCN .....	39
2.1.2. Etape préparatoire de l'IGES .....	41
2.2. Résultats abrégés des émissions et absorptions anthropiques.....	43
2.2.1. Résultats par sources et par type de gaz .....	43

2.2.2. Répartition désagrégée des émissions et absorptions par types de gaz .....	46
2.3. Emissions de GES de l'énergie .....	49
2.3.1. Données d'activités .....	49
2.3.2. Méthodologie d'estimation .....	51
2.3.3. Résultats des émissions .....	51
2.3.4. Tendances des émissions de l'énergie.....	53
2.4. Émissions de GES des Procédés industriels et Utilisation des Produits (PIUP) .....	56
2.4.1. Données d'activités .....	56
2.4.2. Méthodologie .....	56
2.4.3. Résultats du calcul des émissions du PIUP .....	57
2.4.4. Contrôle Qualité (CQ/Assurance) .....	57
2.5. Emissions et absorption du secteur de l'Agriculture, la Foresterie et l'Affectation des Terres (AFAT).....	58
2.5.1. Données .....	58
2.5.2. Méthodologie d'estimation des émissions et absorptions .....	61
2.5.3. Résultats des émissions du bétail .....	63
2.5.4. Emissions et absorptions de la foresterie et l'affectation des terres.....	64
2.5.5. Autres sources d'émissions non C <sub>2</sub> 0 sur les terres .....	64
2.5.6. Evolution des émissions nettes de l'AFAT .....	65
2.5.7. Contrôle de la qualité et analyse des incertitudes de la catégorie AFAT.....	66
2.6. Émissions de GES du secteur des Déchets.....	68
2.6.1 Données .....	68
2.6.2. Méthodologie .....	68
2.6.3. Emissions .....	68
2.6.4. Contrôle Qualité (CQ/Assurance) .....	69
<b>Section A : Programmes comportant des mesures visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques (Décision 17/CP.8, Paragraphe 32) .....</b>	<b>70</b>
<b>Chapitre 3 : Vulnérabilité et Mesures prises ou envisagées visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques.....</b>	<b>71</b>
3.1. Introduction .....	71
3.2. Approche générale d'évaluation de vulnérabilité et des mesures d'adaptation .....	71
3.2.1. Définitions de la vulnérabilité et de ses composantes.....	71
3.2.2. Démarche méthodologique .....	73
3.3. Vulnérabilité et Adaptation : Zones côtières.....	76
3.3.1. Les aléas climatiques les plus pertinents.....	76
3.3.2. Les chaînes d'impacts. ....	76
3.3.3. Définition des indicateurs.....	79
3.3.4. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité actuelle.....	80

3.3.5. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité future.....	99
3.3.6. Stratégies et mesures d'adaptation : coûts, besoin en capacités et ressources, sensibilisation, éducation, etc.....	104
3.4. Vulnérabilité et Adaptation des ressources en eaux.....	106
3.4.1. Contexte de vulnérabilité des ressources en eau .....	106
3.4.2. Vulnérabilité des ressources en eau.....	115
3.4.3. Mesures d'adaptation dans le secteur de l'eau .....	125
3.5. Vulnérabilité et adaptation de l'agriculture.....	129
3.5.1. Vulnérabilité actuelle : Analyse des aléas climatiques .....	129
3.5.2. Vulnérabilité actuelle de l'agriculture : Analyse de l'exposition et la sensibilité .....	133
3.5.3. Capacité d'adaptation du secteur de l'agriculture .....	135
3.5.4. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité actuelle du secteur agricole .....	138
3.5.5. Vulnérabilité future du secteur de l'agriculture : Tendances des aléas climatiques .....	138
3.5.6. Mesures d'adaptation du secteur de l'agriculture.....	140
<b>Section B : Programmes comportant des mesures visant à atténuer les changements climatiques .....</b>	<b>142</b>
<b>Chapitre 4 : Programmes comportant des mesures visant à atténuer les changements climatiques .....</b>	<b>143</b>
4. 1. Mesures d'atténuation du secteur de l'énergie.....	143
4.1.1. Situation du secteur de l'électricité .....	143
4.1.2. Méthode d'analyse de l'atténuation du secteur de l'énergie .....	145
4.1.3. Résultats de l'analyse de l'atténuation du secteur de l'énergie.....	146
4.1.4. Coûts d'investissement pour les technologies de production d'électricité .....	155
4.1.5. Projets d'atténuation du secteur de l'énergie .....	157
4.2. Mesures d'atténuation du secteur des transports routiers.....	158
4.2.1. Situation du secteur des transports routiers.....	158
4.2.2. Méthode d'analyse de l'atténuation du secteur du transport.....	160
4.2.3. Résultat de l'analyse de l'atténuation du secteur du transport.....	160
4.2.4. Coûts d'investissement des mesures d'atténuation du secteur du transport urbain .....	163
4.2.5. Projets d'atténuation du secteur de transport .....	163
4.3. Mesures d'atténuation du secteur des déchets.....	164
4.3.1. Contexte du secteur des déchets.....	164
4.3.2. Analyse de l'atténuation du secteur des déchets .....	168
<b>Section C : Autres informations jugées utiles pour atteindre l'objet de la convention . 180</b>	
<b>Chapitre 5 : Besoins en transferts de technologies, en recherche et observation systémique, en renforcement des capacités .....</b>	<b>181</b>

5.1. Besoins en transferts de technologies.....	181
5.2. Recherche et observation systématique.....	184
<b>Chapitre 6 : Difficultés et lacunes relevées et ressources financières, moyens techniques et capacités nécessaires pour y remédier.....</b>	<b>185</b>
6.1. Information sur les obstacles à la mise en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation identifiées .....	185
6.2. Information sur les besoins sectoriels en termes de ressources financiers, techniques et en termes de capacités humaines.....	187
6.3. Besoins sur les aspects institutionnels et réglementaires .....	188
6.4. Éducation, sensibilisation et formation aux changements climatiques .....	191
6.4.1. Les programmes d'éducation aux changements climatiques .....	191
6.4.2. Les programmes d'alphabétisation et les défis des changements climatiques .....	192
6.4.3. Les programmes de sensibilisation, de formation et de renforcement des capacités aux changements climatiques .....	192
6.4.4. Participation et accès à l'information du public.....	194
6.4.5. Coopération Internationale .....	195
6.4.6. Identification des besoins et des priorités en termes d'éducation, communication et formations sur les changements climatiques (Article 6 de la CCNUCC) .....	195
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>197</b>



## Liste des acronymes

---

ADME	Agence Djiboutienne de Maîtrise de l'Énergie
AMP	Aires Marines Protégées
CFEEF	Centre de Formation des Enseignants de l'Enseignement Fondamental
CRUD	Centre de Recherche Universitaire de Djibouti
CRIPEN	Centre de Recherche, d'Information et de Production de l'Éducation Nationale
EDD	Electricité de Djibouti
DECAN	Découvrir et Aider la Nature
DEDD	Direction de l'Environnement et du Développement Durable
EVA	Ecologie du Village Association d'Adailou
IGAD	Autorité Intergouvernemental pour le Développement
MFF	Ministère de la Femme et de la Famille
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MENFOP	Ministère de l'Éducation Nationale et de la Formation Professionnelle
MENSUR	Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
ODDEG	Office Djiboutienne de Développement de la Géothermie
ONEAD	Office Nationale de l'eau et Assainissement de Djibouti
PANA	Programme d'Action National aux fins de l'Adaptation
PICODE	Programme Intégré de Conservation pour le Développement ;
RTSE	Radio télévision scolaire éducative
SCAPE	Stratégie de Croissance Accélérée et de la Promotion de l'Emploi
UDC	Union pour le Développement et la Culture
UD	Université de Djibouti

## Liste des encadrés

---

Encadré 1 : Énergies Renouvelables : opportunités pour une politique énergétique durable	31
Encadré 2 : Potentiel de développement géothermique.....	55
Encadré 3 : Programme de sensibilisation sur les déchets (Ofleh, 2021).....	193

## Liste des équations

---

Équation 1 : Calcul de la valeur normalisée .....	74
Équation 2 : Calcul de l'indicateur composite des composantes de la vulnérabilité .....	75
Équation 3 : Calcul de l'impact potentiel de la vulnérabilité .....	75
Équation 4 : Calcul de la Vulnérabilité .....	75

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Températures moyennes.....	23
Tableau 2 : Précipitations moyennes .....	23
Tableau 3 : Structure de la population estimée en juillet 2016.....	24
Tableau 4 : Profil macroéconomique du Djibouti .....	25
Tableau 5 : Production de l'électricité 2013-2016 .....	29
Tableau 6: Institutions ciblées et rôles attendus .....	39
Tableau 7 : Résultats de l'analyse des catégories clés .....	42
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des émissions anthropiques en Gg .....	43
Tableau 9 : Synthèse des émissions et absorptions (en CO <sub>2</sub> eq) .....	44
Tableau 10 : Tableau sectoriel de l'Énergie (Gg CO <sub>2</sub> eq) .....	51
Tableau 11: Synthèse des émissions dans le secteur de l'énergie .....	52
Tableau 12 : Evolution des émissions de l'énergie .....	52
Tableau 13: Données d'activités de la catégorie PIUP.....	56
Tableau 14: Émissions des procédés industriels et utilisation des produits.....	57
Tableau 15: Répartition du cheptel (Données FAO et SCN).....	58
Tableau 16: Répartition du cheptel (Données FAO et SCN) suite.....	59
Tableau 17 : Utilisation des terres gérées du Djibouti.....	59
Tableau 18: Statistiques agricoles en république de Djibouti .....	60
Tableau 19: Emissions et absorption provenant de la foresterie et l'affectation des terres ..	64
Tableau 20 : Estimations des tonnages de déchets produits par la ville de Djibouti .....	68
Tableau 21 : Projection de la population de Djibouti à partir des données de la SCN .....	68
Tableau 22 : Tendances des émissions des déchets en Gg de CH <sub>4</sub> .....	68
Tableau 23 : Emission du secteur des déchets.....	69
Tableau 24 : Échelle et interprétation des valeurs d'indicateurs normalisés.....	74
Tableau 25 : Échelle et interprétation des valeurs d'indicateurs normalisés.....	75
Tableau 26 : Facteurs de vulnérabilité et les indicateurs d'évaluation .....	79
Tableau 27 : Station de Djibouti –Températures moyennes mensuelles (source : ANMD) ....	80

Tableau 28 : Événements extrêmes (inondations, sécheresse et tempête de vent) survenues à Djibouti entre 1970 et 2020. ....	86
Tableau 29 : Evaluation de l'exposition après la normalisation des valeurs .....	90
Tableau 30 : Evaluation de la sensibilité .....	97
Tableau 31 : Evaluation des capacités d'adaptation .....	98
Tableau 32 : Evaluation de la vulnérabilité actuelle (Modèle de Vulnérabilité & Adaptation).....	99
Tableau 33 : Données et méthodes d'évaluation de la vulnérabilité future .....	99
Tableau 34 : Evolution des moyennes annuelles de la température suivant RCP4.5 et RCP8.5 .....	101
Tableau 35 : Evolution des moyennes annuelles des précipitations suivant RCP4.5 et RCP8.5 .....	101
Tableau 36 Évaluation de l'exposition future .....	102
Tableau 37 : Evaluation de la sensibilité future .....	103
Tableau 38 : Évaluation des capacités d'adaptation futures .....	103
Tableau 39 : Évaluation de la vulnérabilité future .....	104
Tableau 40 : Bilan et prévision de la variation des précipitations .....	118
Tableau 41 : Pertes liées aux inondations.....	119
Tableau 42: Projets d'adaptation réalisés ou en cours d'exécution .....	127
Tableau 43 : synthèse des relevés pluviométriques moyens de 40 stations sur 56 ans .....	130
Tableau 44 : Espèces herbacées en voie de régression ou en voie de disparition totale.....	135
Tableau 45 : Degré de vulnérabilité du secteur de l'agriculture.....	138
Tableau 46 : Textes juridiques sur le secteur de l'énergie.....	145
Tableau 47 : Mesures potentiels d'efficacité énergétique .....	154
Tableau 48 : Coûts d'investissements pour les technologies de production d'électricité par scénario (Millions USD) .....	156
Tableau 49 : immatriculations de nouveaux véhicules à Djibouti depuis 2007.....	158
Tableau 50 : Projection des immatriculations de voitures particulières .....	162
Tableau 51 : projection des immatriculations de voitures particulières évitées.....	162
Tableau 52 : émissions évités grâce aux véhicules particulières non émis dur le marché....	162
Tableau 53 : Coût d'investissement pour les technologies d'atténuation du secteur du transport.....	163
Tableau 54 : Estimation de la quantité de déchet provenant des ménages .....	166
Tableau 55: Estimation de la quantité de déchet provenant de professionnels.....	167
Tableau 56 : Caractéristiques des services d'eau et d'assainissement à Djibouti-ville .....	168
Tableau 57 : Quantités de déchets traités par le projet et émissions de méthane évitées ..	173
Tableau 58 : Les émissions de CO2 évitées (parc d'énergie renouvelable) .....	175
Tableau 59: Les émissions de gaz à effet de serre évitées par le projet.....	175
Tableau 60 : Les impacts du projet (Émissions nettes de CO2eq dans le secteur déchets (Gg) .....	176
Tableau 61 : Synthèse des besoins en transfert de technologie .....	182
Tableau 62 : Obstacles majeurs .....	185
Tableau 63 : Besoins financiers, techniques et en terme de capacités humaines .....	187
Tableau 64 : Besoins sur les aspects institutionnels et règlementaires .....	188
Tableau 65 : Évaluation des besoins spécifiques aux sections de la TCN .....	189
Tableau 66 : Identification de l'appui reçu pour la mise en œuvre des activités liées aux changements climatiques .....	190

## Liste des figures

---

Figure 1 : Carte géographique de Djibouti .....	22
Figure 2 : Production et importation de l'électricité .....	28
Figure 3 : Demande énergétique des grands projets.....	30
Figure 4 : Situation géographique des 03 aires marines protégées de Djibouti.....	38
Figure 5 : Répartition des émissions nettes par catégories de sources (Gg CO <sub>2</sub> eq) .....	45
Figure 6 : Répartition détaillée par sources d'émissions (%) .....	46
Figure 7 : Répartition des émissions nettes par type de gaz (%) .....	46
Figure 8 : Répartition (%) des émissions nettes de CO <sub>2</sub> eq par sous-catégories .....	47
Figure 9 : Répartition (%) des émissions nettes de CH <sub>4</sub> par sous-catégories.....	48
Figure 10 : Répartition (%) des émissions N <sub>2</sub> O par sous-catégories .....	48
Figure 11 : Importations de fuel lourd pour la production d'électricité.....	49
Figure 12 : Immatriculations des nouvelles voitures (source : annuaire statistique 2011, DISED).....	50
Figure 13: évolution de l'importation de gasoil entre 2005 et 2015 .....	50
Figure 14: Importations de kérosène .....	51
Figure 15: Émission du secteur de l'énergie .....	52
Figure 16 : Émissions du secteur de l'électricité .....	53
Figure 17: tendance des émissions dans le secteur des transports.....	54
Figure 18 : Projection des émissions sur la période 2010-2030 .....	54
Figure 19: Emission de méthane CH <sub>4</sub> de la fermentation entérique (Gg CO <sub>2</sub> ).....	63
Figure 20: Emission de CH <sub>4</sub> à partir des modes de gestion du fumier .....	63
Figure 21: Emission de N <sub>2</sub> O à partir des modes de gestion du fumier.....	64
Figure 22: Tendance des émissions par catégorie de l'AFAT de 1994 à 2010 .....	66
Figure 23: Tendance des émissions par gaz de l'AFAT de 1994 à 2010 .....	66
Figure 24 : Evolution des émissions du secteur des déchets.....	69
Figure 25 : Les quatre composantes de la vulnérabilité (GIZ, 2015).....	72
Figure 26 : Chaîne des impacts de la zone côtière .....	77
Figure 27 : Moyennes mensuelles de la température de l'air 1998-2018 (Station Djibouti) ..	80
Figure 28 : Cycle annuel de la température .....	81
Figure 29 : Variations décennales de la température de l'air (1998-2018) .....	81
Figure 30 : Variation spatiale de la température de la surface de la mer (source Modèle HYCOM) .....	83
Figure 31 : Variation des moyennes mensuelles de la pluviométrie .....	84
Figure 32 : Résultat de l'analyse spectrale de la série temporelle des précipitations (1998-2018).....	84
Figure 33 : Tendance bi décennale de la pluviométrie .....	85
Figure 34 : Fréquences des sécheresses des pluies faibles et des pluies fortes.....	85
Figure 35 : Répartition annuelle des précipitations en République de Djibouti (BGR, 1982) .	87
Figure 36 : Tendance linéaire des variations de la hauteur d'eau (station de Port de Djibouti) .....	88
Figure 37 : Climatologie de la hauteur d'eau dans l'ouest du golfe d'Aden .....	89
Figure 38 : Variations des marées - Port de Djibouti - Année 2013 (source : GFDRR) .....	90
Figure 39 : Carte topographique, Modèle numérique de Terrain .....	91
Figure 40 : Profil de la plaine côtière sud : Douda-Loyada .....	92

Figure 41 : Profils verticaux réalisés entre Balbala et le plateau de Héron, montrant les zones inondables au même niveau que le lit de l'oued Ambouli .....	93
Figure 42 : Image Google Earth montrant l'oued Ambouli et les zones dont l'altitude est comprise entre 1 et 5 m .....	94
Figure 43 : Carte de la pauvreté dans l'agglomération de Djibouti .....	96
Figure 44 : Carte montrant la zone inondable (en bleu), les quartiers populaires et les équipements (Source : Nour Ayeh, 2010, p. 14) .....	96
Figure 45 : Zones exposées en cas d'élévation du niveau marin de 1 m (simulation réalisée à l'aide de Global Mapper) .....	102
Figure 46 : Carte de la précipitation      Figure 47 : Carte de l'évapotranspiration potentielle	107
Figure 48 : Les bassins versants.....	108
Figure 49 : Localisation de la nappe de Djibouti .....	109
Figure 50 : Carte géologique de l'aquifère de Djibouti .....	110
Figure 51 : Carte piézométrique de la nappe de Djibouti .....	112
Figure 52: Carte géologique du massif de Goda .....	114
Figure 53: Carte piézométrique de l'aquifère du massif de Goda .....	115
Figure 54 : Évolution de la concentration de chlorure des eaux de la nappe de Djibouti (1960-2019).....	122
Figure 55 : Évolution de la piézométrie de certains forages selon les différents scénarios climatiques .....	122
Figure 56: Projection de la précipitation en RDD sur 100 ans d'après le scénario RCP 2.6(Razack et al. 2019) .....	123
Figure 57: Evolution de la piézométrie de PK6 et PK9 sur 100 ans(Razack et al. 2019) .....	124
Figure 58: Évolution de la concentration de chlorure dans les forages PK6-PK9 (Razack et al. 2019).....	124
Figure 59: Production des eaux, ONEAD .....	125
Figure 60 : Evolution de la temperature annuelle moyenne sur près de 50 ans (1961 - 2010) .....	129
Figure 61 : évolution moyenne de la pluviométrie annuelle de 1961 à 2016 au niveau national.....	131
Figure 62 : Evolution du nombre moyen de jours secs sur une période de 37 ans .....	132
Figure 63 : Evolution de la vitesse moyenne des vents sur 19 ans du graphique .....	133
Figure 64 : Lien énergie-PIB du Djibouti.....	143
Figure 65 : Combinaisons des technologies et capacités fermes dispatchées (sc. de référence) .....	147
Figure 66: Production électrique des centrales électriques (sc. Tendancier) .....	147
Figure 67 : Demande non couverte dans le scénario tendancier      Figure 68 : Équilibre offre/demande .....	148
Figure 69 : Comparaison des mix énergétiques en 2011 et en 2030 (scénario DGH) .....	149
Figure 70: Équilibre offre/demande (sc. Probable DGH) .....	149
Figure 71: Demande non couverte dans (sc. DGH) .....	149
Figure 72: Réduction des émissions de CO <sub>2</sub> eq entre le Scénario de référence et le scénario d'atténuation "DGH" .....	150
Figure 73 : Émission de GES par source d'énergie (Scénario DGH) .....	151
Figure 74 : Combinaisons des technologies et capacités fermes dispatchées (Scénario de la transition énergétique) .....	152

Figure 75 : Production électrique des centrales électriques (Scénario de la transition énergétique).....	153
Figure 76 : Émissions des GES par type de combustible (Scénario de transition énergétique) .....	154
Figure 77: Émissions de CO2 pour le scénario de référence du secteur du transport .....	160
Figure 78: nombre de voitures particulières nouvellement immatriculées .....	162
Figure 79 : Réduction des émissions dans le transport urbain par rapport au scénario de référence .....	163
Figure 80 : Schéma du processus allant de la collecte au traitement par enfouissement (Rapport JICA 2011).....	165
Figure 81 : Répartition des déchets solides .....	166
Figure 82: Evolution des émissions de méthane.....	170
Figure 83 : technique de pyrolyse .....	172
Figure 84 : Évolution des émissions projetées et émissions évitées à l’horizon 2030 .....	177
Figure 85 : Clinique médicale et centre de formation .....	179

## RÉSUMÉ EXÉCUTIF

---

La République de Djibouti, qui couvre une superficie de 23.200 km<sup>2</sup>, est située dans la Corne de l'Afrique, au croisement de la Mer Rouge et de l'Océan Indien, au Golf d'Aden. Elle possède 520 km de frontières continentales et 372 km de côtes maritimes. Elle bénéficie ainsi d'une position géographique stratégique sur l'une des principales routes maritimes du monde et constitue le débouché naturel des pays enclavés de la région. En plus de la ville-capitale de Djibouti, le pays compte cinq régions : la région d'Obock, la région de Tadjourah, la région d'Arta, la région de Dikhil et enfin la région d'Ali-Sabieh. Le relief est escarpé et marqué par des plateaux et des plaines, ainsi que des massifs dont le plus élevé est le mont Moussa Ali qui atteint 2020 mètres d'altitude dans le Nord.

Le climat de la République de Djibouti est semi-aride chaud avec des précipitations irrégulières allant de 10 mm à 300 mm. De ce fait, le pays est particulièrement vulnérable aux menaces hydrométéorologiques et climatiques. Elle se distingue par un haut niveau de désertification soutenue.

Sur le plan démographique, en 2009, Djibouti comptait 818 200 habitants dont 54 % de femmes et une densité de 21 hab./km<sup>2</sup>. La population Djiboutienne est très jeune et fortement urbanisée avec environ 74% de la population âgée de moins de 35 ans et environ 70% urbanisé. La ville capitale, Djibouti, compte à elle seule 58,1 % de la population totale.

Sur le plan économique, la République de Djibouti est largement dominée par le secteur tertiaire qui représente 79,36% du PIB. Sur le plan social, le pays est marqué par un taux de chômage élevé et une importante pauvreté relative.

Sur le plan énergétique, le pays se base à la fois sur une production nationale thermique (35%) et une importation de l'électricité hydroélectrique (65%) à partir de l'Ethiopie. Cependant dans une perspective de long terme, le pays développe aussi ses propres capacités dans la géothermie, le solaire et l'éolien pour atteindre un objectif de 100% d'énergies vertes à l'horizon de 10 ans.

Au vu de cette situation, les questions relatives à l'environnement et aux effets induits par les changements climatiques ont été et constituent toujours une préoccupation majeure des pouvoirs publics. C'est ainsi qu'ils continuent de s'engager à l'effort de lutte contre les changements climatiques à l'échelle mondiale en rapportant régulièrement les émissions de Gaz à effet de serre (GES ) conformément à la décision 17/CP.8, dans le cadre de l'élaboration des communications nationales. En se référant aux recommandations et bonnes pratiques en la matière, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable en charge dudit processus a su mettre en place un cadre institutionnel pour assurer la phase de planification de l'inventaire des GES y compris la phase opérationnelle avec la mise à contribution de l'expertise nationale et internationale.

Ainsi, ce cadre institutionnel établi a permis d'engager l'ensemble des étapes opérationnelles de collecte données, d'analyse, de traitement et d'élaboration dudit rapport de la TCN structurée en six principaux chapitres que sont respectivement : i) les circonstances nationales, ii) l'inventaire des GES, iii) la vulnérabilité et mesures prises ou envisagées visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques, iv) les programmes comportant des mesures visant à atténuer les changements climatiques et v) les besoins en transferts de technologies, en recherche et observation systémique, en renforcement des

capacités, les difficultés et lacunes relevées et ressources financières, moyens techniques et capacités.

Pour cette Troisième Communication Nationale (TCN), l'inventaire a abouti à une émission nette négative de gaz directs estimée à 6 308,471 Gg CO<sub>2eq</sub>. De ce résultat, les émissions nettes de la foresterie et de l'affectation des terres (FAT) estimées en 2010 à - 7 304 Gg CO<sub>2eq</sub> occupent le premier rang. Les émissions proviennent principalement des terres restant forestières (environ 88 %) suivies des émissions du transport routier (3,65%), de l'industrie énergétiques (3%) et des émissions issues de la catégorie du bétail (fermentation entérique et gestion du fumier respectivement de l'ordre de 2,61% et de 0,19%). Ces émissions sont largement dominées par l'émission nette de CO<sub>2</sub> (environ à 95%).

Selon les projections faites, les tendances confirment que les émissions de gaz à effet de serre de la République de Djibouti resteront dans une trajectoire en hausse continue si rien n'est fait d'ici 2030 notamment dans les secteurs du transport et de la production électrique compte tenu des développements attendus dans ces secteurs.

Consciente de sa vulnérabilité, la République de Djibouti, avec la Troisième Communication Nationale (TCN), cible trois secteurs prioritaires analysés de la vulnérabilité et d'adaptation :

- a) Les ressources en eau
- b) L'agriculture
- c) Les zones côtières.

Dans les ressources en eaux, les deux principales causes de vulnérabilité identifiées sont :

- La Variabilité des précipitations
- L'augmentation du niveau marin

Ainsi les options d'adaptation dans le secteur de l'eau sont généralement de deux ordres, la gestion de l'offre et de la demande.

La vulnérabilité du secteur de l'agriculture qui comprend l'élevage est élevée en raison des conditions climatiques sévères du pays, notamment une pluviométrie faible et irrégulière ; des températures élevées et constantes tout au long de l'année ; un ensoleillement intense et des vents forts et secs. Les impacts futurs sont entre autres, une augmentation de la température de l'ordre de 1,7° C à 2 °C à l'horizon 2050, la dégradation des sols, la baisse des productions agricoles et pastorales, et des ruptures chroniques d'approvisionnement en nourriture. On prévoit également des mouvements de populations continus sur une large échelle, un accroissement des maladies et une perte significative au niveau de la biodiversité.

Les options d'adaptation concernent en priorité : amélioration la connaissance sur le climat, mobilisation des eaux de ruissellement, la rationalisation des eaux d'irrigation, mieux outiller et rendre fonctionnelle le Secrétariat exécutif de gestion de risque et de catastrophes, rationalisation des eaux d'irrigation, système intégré des productions, services de vulgarisation agricole et semences de qualité afin d'accroître la résilience.

Dans les zones côtières, les résultats des analyses présentés donne un profil de vulnérabilité actuelle caractérisé par (i) une exposition aux aléas climatiques notamment aux précipitations et à l'élévation du niveau de la mer assez élevée, (ii) une forte sensibilité de la zone côtière liée essentiellement à la géomorphologie et aux facteurs socio-économiques aggravant les impacts potentiels, (iii) une capacité d'adaptation faible à tous les niveaux.



Concernant les ressources en eau, l'absence d'eau de surface conjuguée à la demande croissante en eau potable constitue un défi majeur de la République de Djibouti.

Les villes côtières telles que la capitale et la ville de Tadjourah font face aux deux grands effets néfastes du changement climatique que sont le dérèglement du régime pluviométrique et la remontée des eaux de mer due principalement à la succession des périodes de sécheresse et des pluies torrentielles, la baisse des niveaux des nappes, etc. Les résultats des analyses ont mis en lumière que les aquifères du pays sont principalement exposés à l'augmentation de la salinité et à la baisse de la charge hydraulique engendrée par la diminution de la recharge. Pour pallier à cette vulnérabilité actuelle et future, les mesures proposées comprennent entre autres, l'amélioration du cadre institutionnel, l'amélioration de l'accès à l'eau potable, la création des ouvrages hydrauliques, l'entretiens des points d'eau et la multiplication des sources d'approvisionnement.

Face à cette vulnérabilité et aux options d'adaptation et malgré sa contribution très marginale au réchauffement de la planète, la République de Djibouti s'est engagée à réduire, par rapport au scénario de référence, ses émissions de gaz à effet de serre de 40% à l'horizon 2030 soit une réduction de près de 2Mt de CO<sub>2eq</sub>. Une réduction de 20% supplémentaire des émissions des GES en 2030 nécessitera l'assistance technique et financière de la communauté internationale. Ces deux objectifs seront atteints grâce à la mise en place d'une politique et de programme d'atténuation aux changements climatiques dans les secteurs clés notamment la production d'électricité à partir du développement des énergies renouvelables telles que la géothermie, l'éolien (Ghoubet) et le solaire (Grand Bara). Dans cette même perspective, la République de Djibouti entend mettre en œuvre des mesures d'efficacité énergétique telles que le remplacement de lampes Néon et sodium par des lampes LED, l'isolation thermique, etc. En plus, le secteur des transports et des déchets ont mis en exergue des mesures concrètes telles que la réorganisation de la circulation routière, la politique de limitation de l'importation des véhicules, la valorisation énergétique des déchets, etc.

La dernière section de la TCN résume les besoins en transferts de technologies, en renforcement des capacités, les difficultés et lacunes relevées et ressources financières, moyens techniques et capacités nécessaires à la mise en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation pour l'ensemble des secteurs.

## EXECUTIVE SUMMARY

---

The Republic of Djibouti, with 23,200 square kilometers is located in the Horn of Africa. A place at the junction of the Red Sea and the Indian Ocean, in the Gulf of Aden. It has 520 km of continental borders and 372 km of maritime borders. It thus benefits from a strategic geographical position on one of the world's main maritime routes and is the natural outlet for the region's landlocked countries. In addition to the capital city of Djibouti, the country has five regions: the Obock region, the Tadjourah region, the Arta region, the Dikhil region and the Ali-Sabieh region. The relief is steep and marked by plateaus and plains, as well as massifs; the highest of which is Mount Moussa Ali, which reaches the altitude of 2020 meters and is located in the north of the country.

The climate of the Republic of Djibouti is semi-arid and hot with irregular rainfall ranging from 10 mm to 300 mm. As a result, the country is particularly vulnerable to hydro-meteorological and climatic threats. It is characterized by a high level of sustained desertification.

Demographically, in 2009, Djibouti had 818,200 inhabitants with 54% of whom were women, and a density of 21 inhabitants per square kilometer. The Djiboutian population is very young and highly urbanized with about 74% of the population under 35 years old and about 70% in the urban area. The capital city, Djibouti, alone represents 58.1% of the total population.

Economically, the Republic of Djibouti is largely dominated by the tertiary sector, which accounts for 79.36% of GDP. However, socially, the country is marked by endemic unemployment and poverty.

In terms of energy, the country relies on both domestic thermal generation (35%) and imported hydroelectric power (65%) from Ethiopia. However, in a long-term perspective, the country is also developing its own capacities in geothermal, solar and wind energy to reach a target of 100% green energy within 10 years.

Regarding this situation, issues relating to the environment and the adverse effects of climate change have been and still are a major concern for the public authorities. Thus, they continue to be committed to the effort to combat climate change on a global scale by regularly reporting GHG emissions in accordance with decision 17/CP.8, in the context of the preparation of national communications. By referring to the recommendations and good practices in this field, the Ministry of Environment and Sustainable Development in charge of climate has been able to set up an institutional framework to ensure the planning phase of the GHG inventory including the operational phase with the contribution of national and international expertise.

Thus, this established institutional framework has allowed the initiation of all the operational steps of data collection, data analysis, data processing and elaboration of the said Third National Communication (TNC) report structured in six main chapters which are respectively: i) national circumstances, ii) GHG inventory, iii) vulnerability and measures taken or envisaged to facilitate appropriate adaptation to climate change, iv) programs with measures to mitigate climate change and v) needs in technology transfer, research and systemic observation, capacity building, difficulties and gaps identified and financial resources, technical means and capacities.

For this Third National Communication (TNC), the inventory resulted in an estimated negative net direct gas emission of 6,308.471 Gg CO<sub>2</sub>eq. Of this result, the net emissions from forestry and land use (FAT) estimated in 2010 at - 7,304 Gg CO<sub>2</sub>eq rank first. Emissions come mainly from land remaining forested (about 88%) followed by emissions from road transport (3.65%), energy industry (3%) and emissions from the livestock category (enteric fermentation and manure management respectively about 2.61% and 0.19%). These emissions are largely dominated by net CO<sub>2</sub> emissions (about 95%).

According to the projections made, the trends confirm that the Republic of Djibouti's greenhouse gas emissions will remain on a continuously rising trajectory if nothing is done between now and 2030, particularly in the transport and electricity production sectors, given the expected developments in these sectors.

Being aware of its vulnerability, the Republic of Djibouti, with the Third National Communication (TNC), targets three priority sectors analyzed for vulnerability and adaptation:

- a) water resources
- b) agriculture
- c) coastal areas.

In water resources, the two main causes of vulnerability identified are

- Rainfall variability
- Sea level rise

Thus, the adaptation options in the water sector are generally of two kinds, supply and demand management.

The vulnerability of the agricultural sector, which includes livestock, is high due to the country's severe climatic conditions, including low and irregular rainfall; high and constant temperatures throughout the year; intense sunshine; and strong and dry winds. Future impacts include a temperature increase of 1.7°C to 2°C by 2050, soil degradation, reduced agricultural and pastoral production, and chronic food supply shortages. Continued large-scale population movements, increased disease and significant loss of biodiversity are also expected.

Adaptation options include: improved climate knowledge, mobilization of runoff water, irrigation water rationalization, better equipping and operationalizing the executive secretariat for risk and disaster management, irrigation water rationalization, integrated production system, agricultural extension services, quality seeds to increase resilience, and quality seeds to increase resilience.

In the coastal zones, the results of the analyses presented give a current vulnerability profile characterized by (i) a high exposure to climatic hazards, particularly to rainfall and sea level rise, (ii) a high sensitivity of the coastal zone linked essentially to geomorphology and socio-economic factors enhance the potential impacts, (iii) a low adaptive capacity at all levels

With regard to water resources, the lack of surface water combined with the growing demand for drinking water is a major challenge for the Republic of Djibouti.

Coastal cities such as the capital and the city of Tadjourah are facing two major adverse effects of climate change which are the disruption of the rainfall regime and the rise of sea

water due mainly to the succession of periods of drought and torrential rains, the decline in groundwater levels, etc. The results of the analyses have highlighted that the aquifers of the country are mainly exposed to the increase of salinity and the decrease of the hydraulic load caused by the decrease of the recharge. To address this current and future vulnerability, the proposed measures include, among others, the improvement of the institutional framework, the improvement of access to drinking water, the creation of hydraulic works, the maintenance of water points and the multiplication of supply sources.

In view of this vulnerability and the adaptation options, and despite its very marginal contribution to global warming, the Republic of Djibouti has committed to reducing its greenhouse gas emissions by 40% by 2030, i.e. a reduction of nearly 2Mt of CO<sub>2</sub>eq, compared to the reference scenario. An additional 20% reduction in GHG emissions in 2030 will require technical and financial assistance from the international community. These two objectives will be achieved through the implementation of a policy and program of mitigation of climate change in key sectors including the production of electricity from the development of renewable energy such as geothermal, wind (Ghoubet) and solar (Grand Bara). In the same perspective, the Republic of Djibouti intends to implement energy efficiency measures such as the replacement of neon and sodium lamps by LED lamps, thermal insulation, etc. In addition, the transport and waste sector has highlighted concrete measures such as the reorganization of road traffic, the policy of limiting the import of vehicles, the energy recovery of waste, etc.

The last section of the TNC summarizes the needs for technology transfer, capacity building, challenges and gaps identified and the financial resources, technical means and capacities needed to implement adaptation and mitigation measures for all sectors.

# Chapitre 1 : LES CIRCONSTANCES NATIONALES

---

## 1.1. Caractéristiques géophysiques

### 1.1.1. Géographie

#### 1.1.1.1. Le relief

Située dans la Corne de l'Afrique, à la jonction de la Mer Rouge et de l'Océan Indien la République de Djibouti couvre une superficie de 23.200 km. Elle possède à la fois des frontières continentales et maritimes.

Ainsi elle possède 520 km de frontières terrestres partagées avec l'Erythrée, l'Ethiopie et la Somalie et 372 km de côtes le long du détroit de Bab El Mandeb, du Golfe de Tadjourah et du Golfe d'Aden (370 km de côtes s'étendent du Ras Doumeira, au nord, au village de Loyada, au sud).

La République de Djibouti bénéficie d'une position géographique stratégique sur l'une des principales routes maritimes du monde. Elle constitue le débouché naturel des pays enclavés de la région.

Outre la Ville de Djibouti composée de trois communes, la République de Djibouti compte cinq régions : la région d'Obock, la région de Tadjourah, la région d'Arta, la région de Dikhil et enfin la région d'Ali-SAbieh.

La RDD a un relief varié. Le long du golfe de Tadjourah, on trouve une importante chaîne de montagnes qui comprend le massif du Goda (1750m) avec la forêt du Day et le massif des Mablas (1380m), qui sont les seules parties du pays ayant une couverture végétale permanente. C'est dans le nord du pays, dans la région de Tadjourah, que se trouve le mont Moussa Ali, qui culmine à 2020 mètres.

Au nord dans la région d'Obock, bordée de bancs madréporiques, la côte est basse, sablonneuse, et se continue par une vaste plaine quasi-désertique (jonction de la Mer Rouge et de l'Océan Indien).

Dans la région de Tadjourah, le Goubet-Al-Kharab, grande baie qui communique avec la mer par un goulet de 750 mètres de large au milieu duquel se dresse un petit îlot, est bordé par des falaises à l'aspect sévère.

Le Sud du pays, il y a des plaines : plaine de Hanlé, la plus vaste (35 km de long sur 20 km de large), plus au sud, plaine de Gobaad à l'est de Dikhil et plaine de Gagadé, située dans une dépression parallèle à celle du Hanlé, mais plus à l'est.

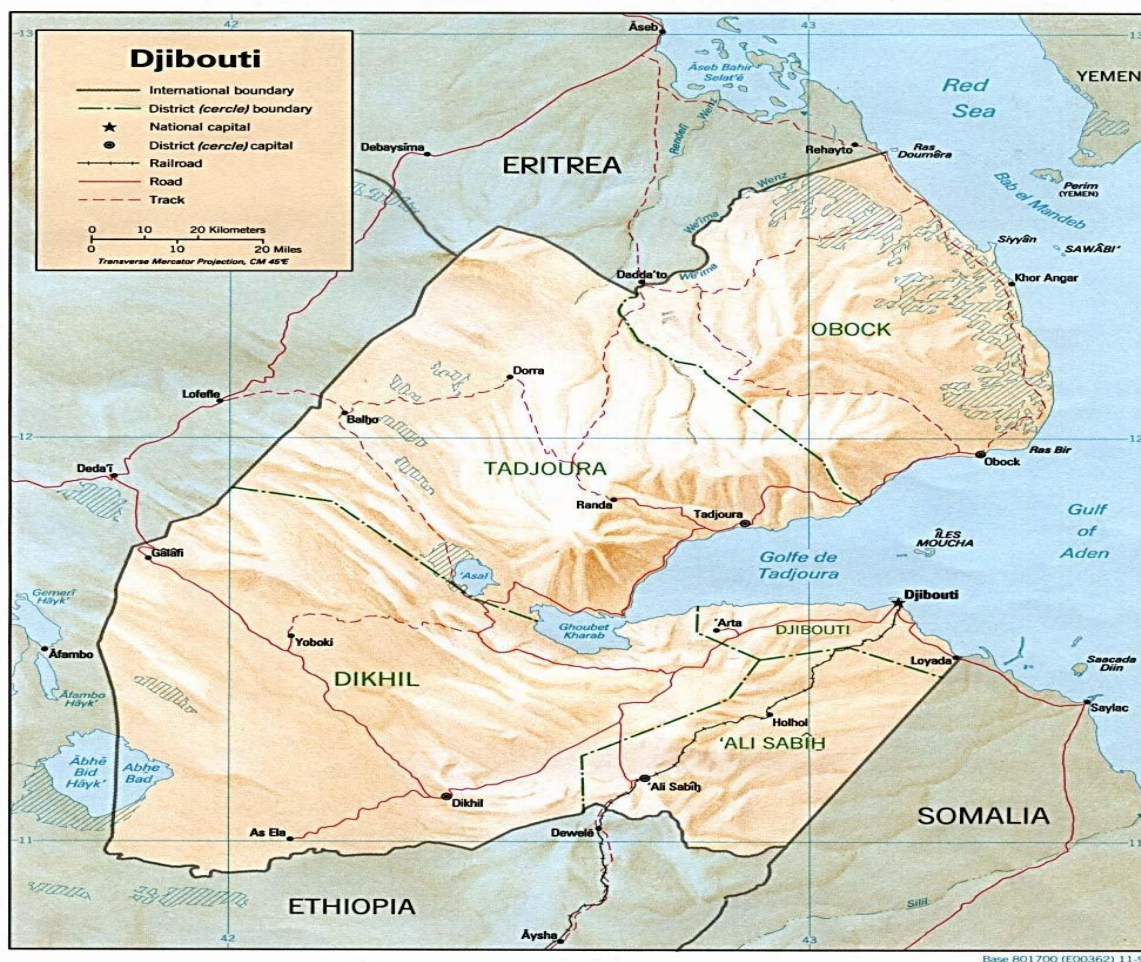


Figure 1 : Carte géographique de Djibouti  
 Source: Perry-Castañeda Library Map Collection

### 1.1.1.2. Climat

La République de Djibouti fait partie des pays à climat semi-aride chaud. A l'exception des régions montagneuses, il y règne une chaleur élevée rarement inférieure à 22°. Les écarts de température sont faibles. L'année est partagée en deux saisons : la saison fraîche, d'octobre à avril (moyenne 25°) avec un vent d'est apportant quelques pluies, et qui correspond à un été méditerranéen.

La saison chaude, de mai à septembre (moyenne 35°) où soufflent deux vents secs : le Sabo du sud-ouest et le Khamsin du nord-ouest.

Dès que l'on s'élève, la température est plus agréable : il en est ainsi à Arta, Randa, le Day. Parfois il y fait même frais (des températures de 10° y ont été enregistrées).

Les données météo de Djibouti (températures et précipitations) indiquées ci-dessous sont issues de moyennes mensuelles établies sur les vingt dernières années.

Tableau 1 : Températures moyennes

Temp	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
<b>max</b>	29°	29°	30°	32°	35°	39°
<b>min</b>	21°	22°	24°	25°	27°	29°
Temp	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>max</b>	42°	41°	37°	33°	31°	29°
<b>min</b>	31°	30°	29°	25°	27°	21°

Le régime des pluies est des plus irréguliers. Les hauteurs annuelles de précipitations varient énormément d'une année à l'autre. D'une façon générale, il pleut rarement à Djibouti, plus fréquemment et plus abondamment sur les massifs du Goda et des Mablàs.

Les pluies tombent particulièrement au mois d'avril-mai qui représente le début de la saison chaude et de novembre-décembre qui est considéré comme étant le début de la saison fraîche.

Tableau 2 : Précipitations moyennes

Pluie	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
<b>mm</b>	10	20	20	30	20	...
Pluie	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>mm</b>	10	10	...	20	20	10

Il est à relever que les variations des précipitations, d'une année à l'autre, sont irrégulières et varient fortement en allant de 10 mm à 300 mm. De ce fait, Djibouti est particulièrement vulnérable aux menaces hydrométéorologiques et climatiques.

### 1.1.2. Typologie des sols

D'une manière général le sol djiboutien est pauvre. A Djibouti, on trouve deux sortes de sols : les sols formés sur place et les sols d'apport.

Les sols sur place sont souvent de sols basaltiques mais on y trouve aussi des sols issus de gré. Ces sols, issus de gré, se caractérisent par leur acidité élevée et par leur pauvreté en éléments fins par rapport aux sols issus de basalte.

Les sols issus de basalte sont en général assez profonds. Ils sont souvent recouverts d'une couche de blocs ou de pierrailles. Ils présentent parfois, notamment dans le massif du Goda, un horizon humifère assez important.

Les massifs ou gréseux, au relief accidenté, et, plus rarement, les massifs basaltiques portent des sols jeunes qui alternent avec des éboulis plus ou moins décomposés.

Les sables calcaires coralliens : Ces sols correspondent à la décomposition superficielle des plateaux madréporiques. Ce sont des sables calcaires contenant des fragments de coraux.

Par contre les sols d'apport sont des colluvions : ils sont formés par les matériaux déposés au pied des massifs montagneux. Très hétérogènes, ils sont constitués de blocs de dimensions variables inclus dans des sables souvent grossiers.

Les sols d'apport sont aussi des alluvions fluviolacustres. Ce sont des matériaux transportés par les oueds au cours des crues et déposés plus ou moins loin, selon la taille des éléments.

## 1.2. Aspects démographiques

La République de Djibouti est le pays le moins peuplé des pays de l’Afrique de l’Est. La démographie de la République de Djibouti se caractérise par un accroissement rapide de la population, par une urbanisation fort importante et par sa jeunesse.

### 1.2.1. Croissance rapide

Au recensement général de 2009, Djibouti comptait 818 159 habitants. La population Djiboutienne est très jeune et est fortement urbanisée. En effet, environ 74% de la population est âgé de moins de 35 ans et environ 70% est urbanisé.

Les femmes représentent plus de 54% de la population totale. La densité de la population est estimée 21 hab./km<sup>2</sup>. C’est dans la capitale que s’observe la plus forte densité.

La structure de la population de 846 687 (estimation juillet 2016) est comme suit :

Tableau 3 : Structure de la population estimée en juillet 2016

Tranches âges	Hommes	femme	Pourcentage
<b>0 – 14 ans</b>	134 604	133 840	31,71%
<b>15 – 24</b>	85 805	96 587	21,54%
<b>25 – 54</b>	134 945	189 930	38,37%
<b>55 – 64</b>	18 257	21 538	4,7%
<b>65 ans et plus</b>	13 992	17 189	3,68%
<b>TOTAL</b>	<b>387 603</b>	<b>459 084</b>	<b>100%</b>

### 1.2.2. Urbanisation

La population djiboutienne est fortement urbanisée. Selon les résultats du RGPH de 2009, la population totale était de 818 159 habitants.

Outre la capitale, Djibouti compte cinq autres villes qui sont les villes d’Ali-Sabieh ; Arta, Dikhil ; Tadjourah et Obock. L’urbanisation se poursuit à un rythme très soutenu, et les enjeux de développement économique et social sont désormais centrés dans les agglomérations. Ainsi, le taux d’urbanisation est estimé de 2010 à 2015 à 1,6% par an

Le milieu urbain regroupe 70,6% de la population totale dont 58,1% pour la seule ville de Djibouti.

### 1.2.3. Perspectives démographiques

Avec une croissance démographique de 2.8 %, la population estimée était de 846 687 en juillet 2016 et à ce rythme elle serait de 870 395 en 2017. L’espérance de vie qui était de 57,01 ans en 2000, était de 62,016 ans en 2014. Cette évolution rapide de la population ne va pas sans poser des problèmes d’urbanisation.

Par ailleurs, il est à noter que la sécheresse récurrente a accéléré le déclin du nomadisme traditionnel et a provoqué un important afflux de pasteurs vers la capitale. A cela s’ajoute la concentration des activités économiques et des emplois dans la ville de Djibouti et le manque d’opportunité dans les régions où sévissent le chômage et la pauvreté, poussant les populations vers la capitale qui constitue le principal pôle d’attraction.



De nouvelles initiatives territoriales visent à répartir la pression et régler progressivement la question du déséquilibre urbain en impulsant dans les métropoles régionales les facteurs d'un développement durable.

Dans sa stratégie Djibouti Vision 2035, le gouvernement ambitionne un territoire judicieusement aménagé, de manière durable et équilibré dans sa démographie.

L'objectif recherché consiste à amener les villes vers les populations, et non attendre que les populations viennent vers les villes, et ainsi désengorger la capitale en œuvrant pour l'édification de pôles économiques à l'intérieur du pays à partir d'une valorisation des potentialités locales.

### 1.3. Environnement socioéconomique

#### 1.3.1. Contexte macroéconomique

L'économie de la République de Djibouti est largement dominée par le secteur tertiaire. Ce dernier représente à lui seul plus de 79,36% de la richesse du pays. L'agriculture a un poids infime dans l'économie avec 3,9% du PIB. L'industrie représente 16,9% du produit intérieur brut djiboutien.

Tableau 4 : Profil macroéconomique du Djibouti

Répartition de l'activité éco par secteur	Agriculture	Industrie	Services
Valeur ajoutée (en % du PIB)	3,9	16,9	79,3
Valeur ajoutée (croissance annuelle en %)	4,3	3,7	2,5

Source : Banque Mondiale - 2016.

La croissance du PIB s'est établie à 6,5 % en 2016, au même niveau qu'en 2015 mais elle a connu une légère augmentation par rapport aux années antérieures où elle était de 5% en 2013 et de 6% en 2014. Pour 2017-2019, il est prévu un taux de croissance de 7% et de 6% vers l'an 2020. L'activité économique est restée soutenue, soutenue par un boom de l'investissement notamment dans les domaines de la construction, du transport et des activités portuaires.

Il a été conduit par projet de secteur public en particulier par le chemin de fer à l'Ethiopie, la construction de plusieurs nouveaux ports et canalisation d'eau d'Ethiopie.

Dans le même temps on note que le taux d'inflation, après une diminution en 2015 par rapport 2014 où il était respectivement de 2,9% et de 2,1%, atteint 3 % en 2016. Cette hausse aurait été notamment provoquée par une importante demande dans le secteur du logement et de celui des services qui se poursuivra pour faire monter le taux d'inflation à 3,5% en 2017-2018.

Par ailleurs, le déficit du compte courant demeure important, alimenté principalement par les importations liées aux investissements. Après avoir atteint 32% du PIB en 2015, on estime que le déficit actuel du compte extérieur a diminué pour atteindre 29% du PIB en 2016.

Le déficit important s'explique par une augmentation importante des importations de biens d'investissement, malgré une croissance saine des exportations.

À moyen terme, le déficit devrait diminuer progressivement à mesure que les importations liées à l'investissement diminueront et que les exportations de services augmenteront substantiellement.

En ce qui concerne le déficit de la balance budgétaire, il était en pourcentage de PIB de -17,3% en 2015 et de -11,7% en 2016 devrait, selon les prévisions, passer à -1,7% en 2017.

S'agissant des recettes intérieures, elles étaient de 61 milliards en 2014 ; de 74 milliards en 2015 et de 77 milliards en 2016.

Il faut aussi relever que le secteur bancaire demeure fragile, avec la détérioration des portefeuilles de prêts des banques commerciales et l'augmentation de la fréquence des prêts improductifs. La proportion des prêts improductifs sur le total des prêts a augmenté, de 16,5 % en juin 2014 à 22 % en juin 2015.

### 1.3.2. Situation sociale

Malgré une embellie caractérisée par une croissance économique soutenue de près de 6%, la pauvreté et le chômage restent endémiques. Cette situation s'explique en partie par le fait que la croissance économique ne s'est pas accompagnée d'une création massive d'emplois. Le taux de « chômage au sens large » se situe à environ 48%. Les femmes et les jeunes sont les plus touchés par le chômage et la vulnérabilité de l'emploi.

Depuis 2005, le taux de croissance économique dépasse celui de la population active. Théoriquement, Djibouti devrait donc se rapprocher d'une croissance de plein emploi. En pratique, l'élasticité emploi/croissance s'avère extrêmement faible (0.386). Le chômage touche près de 50 % de la population active, surtout les jeunes et les femmes. Il était de 54 % en 2010, de 48.4 % en 2012, et les statistiques les plus récentes situent actuellement le niveau du chômage à 38,8% de la population active.

De même, selon les données de l'EDAM, l'extrême pauvreté est restée quasiment stable, passant de 42,1% en 2002 à 41,9% en 2012, tandis que la pauvreté relative s'est plutôt aggravée en passant de 74% à 79,4%

En ce qui concerne l'Indice du Développement Humain (IDH) de Djibouti, il est assez bas et se situe à 0,470 en 2015, plaçant le pays au 168ème rang sur 188 pays et le classant parmi les pays à développement humain faible se situant à la 170<sup>ème</sup> position sur 187 pays. Notons à toutes fins utiles que l'IDH était de 0,467 en 2013 contre 0,465, en 2012.

### 1.3.3. Evolution et contribution sectorielles

#### 1.3.3.1. Agriculture

La part du secteur primaire dans la constitution du PIB est estimée à 3,3% en 2015 et à 3,9% en 2016. En dépit des conditions climatiques défavorables qui handicapent le développement du secteur, on relève une infime progression durant la même année 2016. Il faut toutefois souligner que la progression relevée est due aux faits de la croissance des activités reliées au secteur de la pêche ainsi qu'à l'augmentation d'exportation de bétail.

Par ailleurs, avec moins de 10% des terres cultivables à ce jour sur des terres cultivables estimées à 10 500 ha, la production agricole reste toujours faible (7 000 tonnes par an). Ainsi la production nationale couvre moins de 8% des besoins nationaux en fruits et légumes et ce pourcentage serait encore beaucoup plus faible pour les céréales. Ces constatations posent le problème crucial de la sécurité alimentaire du pays. Le pays compterait environ 1500 petits exploitants établis sur 23 sites agricoles.

Parmi les obstacles objectifs affectant le développement du secteur agricole, on relève la rareté des ressources en eau et sa disponibilité, la non maîtrise des techniques d'irrigation, la faiblesse des organisations de producteurs et l'absence de stockage. Ces constatations posent le problème crucial de la sécurité alimentaire du pays. Afin d'accroître la production agricole, des actions sont engagées par le Gouvernement notamment en créant de nouveaux points d'eau et en mobilisant des eaux de surface et ce pour garantir l'autosuffisance alimentaire de la population.

#### 1.3.3.2. Elevage

Le pays est soumis à un climat tropical semi-aride avec deux saisons. Les précipitations ne sont pas très abondantes avec une moyenne de 150mm /an.

En dépit des circonstances peu favorables, l'élevage joue plusieurs rôles : par ses produits, ses revenus. Il constitue un capital et a une fonction d'épargne. Les activités liées à l'élevage jouent un rôle important dans la sécurité alimentaire.

Selon les statistiques disponibles, l'élevage occupe environ 150 000 personnes dont notamment les éleveurs nomades, des agro-pastoraux, des commerces de bétail, des bouchers.

Le centre de quarantaine de Damerjog est fonctionnel depuis 2006, ce centre draine le bétail de la région en direction des pays arabes du golfe à travers le port de Djibouti.

Les effectifs du bétail à l'exportation a connu une baisse de 22% entre 2014 et 2015 en passant de 568 073 en 20104 à 443 061 en 2015.

Entre 2014 et 2015, le parc à bétail de Balbala affiche une diminution de l'effectif du cheptel passant de 37 742 à 26 402 bovins et 136 557 à 70 682 petits ruminants.

#### 1.3.3.3. Pêche

Le secteur de la pêche pourrait constituer un soutien efficace dans la production de richesse nationale mais aussi dans le domaine de lutte contre le chômage car source de création

d'emploi. Or, force est de constater qu'il est maigrement exploité, et de ce fait, ne représente qu'une part assez infime dans le PIB.

Le secteur de la pêche n'est pas encore bien structuré et est peu développé. Ce sous-secteur compte environ 740 pêcheurs artisans et 300 embarcations de pêche artisanale immatriculées à Djibouti, dont 152 opérationnelles.

Sur l'ensemble des 372 km des côtes de Djibouti, la pêche pratiquée est essentiellement artisanale avec des embarcations motorisées, généralement dont la taille varie entre 4, 7 et 12 mètres de longueur. Avec la capitale Djibouti-ville, trois régions de l'intérieur du pays (Obock, Tadjourah et Arta) sont concernées par l'activité de la pêche. Les acteurs de la pêche y sont plus ou moins organisés en association, coopérative ou en groupement d'intérêt commun.

Par ailleurs, c'est la ville de Djibouti qui occupe une part significative dans le total du secteur de la pêche, soit 1 ;9 millions de tonnes en 2015 soit 77% du total de la quantité pêchée en RDD. En effet, cela s'explique effectivement par la forte concentration humaine dans la capitale, d'où l'importance de la demande en poisson.

#### 1.3.3.4. Energie

L'approvisionnement en électricité de Djibouti est actuellement basé sur une production thermique (diesel et au fioul lourd) pour 35% et sur une importation hydroélectrique de l'Ethiopie 65% et ce depuis 2011.

Notons que la République de Djibouti dispose d'une politique énergétique de diversification. En effet, à côté des importations des pétroles, le pays importe de l'électricité de l'Ethiopie mais aussi développe ses propres capacités dans la géothermie, le solaire et l'éolien.

La figure 2 indique l'évolution de la production nationale et de l'importation de l'Ethiopie. On remarque que depuis 2011, (début d'importation de l'électricité) ; la part de l'importation notamment par le biais de l'interconnexion hydroélectrique d'Ethiopie ne cesse d'augmenter.

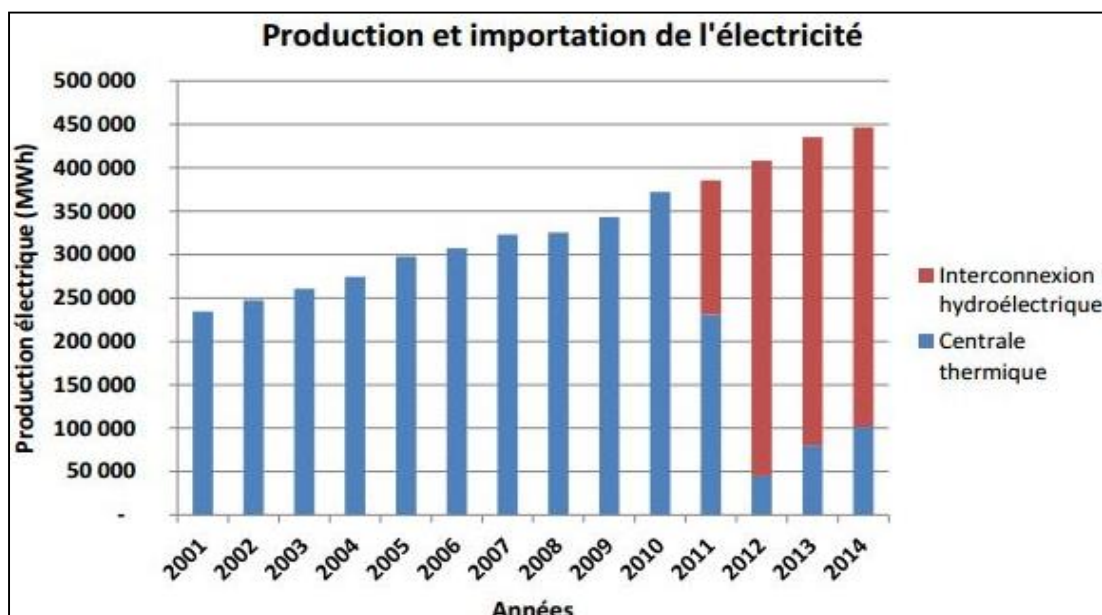


Figure 2 : Production et importation de l'électricité

En ce qui concerne la production de l'électricité depuis 2014 (Tableau 5), celle-ci était de 446 171 Mwh en 2014 ; de 492 088 en 2015 et de 508 798 Mwh en 2016. Elle a donc connu, une hausse de 3,4% entre 2016-2015 et une nette augmentation de 10 ,3% en 2015 par rapport à 2014.

Tableau 5 : Production de l'électricité 2013-2016

	2013	2014	2015	2016
<b>Production d'électricité en Mwh</b>	433 442	446 171	492 088	508 798

Dans le cadre d'une perspective à long terme, dans la perspective de la vision 2035, la République de Djibouti projette le développement de projets d'infrastructure pour accueillir l'ensemble des activités nécessitant un changement de paradigme radical pour l'approvisionnement en électricité.

En effet, l'on s'attend à un décuplement de la demande sur 20 ans et une politique appropriée pour satisfaire une demande est requise. Une des voies retenues pour ce faire est le positionnement fort des Energies Renouvelables dans l'approvisionnement du pays pour réduire la dépendance envers la volatilité du prix d'hydrocarbures et envers l'électricité importée dans le pays.

Par ailleurs, 90,2% des ménages du pays utilisent le kérosène pour la cuisine et 42,3% l'utilise pour l'éclairage (EDAM-Energie).

Les familles pauvres pour lesquelles, en dépit de son coût relativement faible, le kérosène reste cher, notamment dans les zones rurales et les zones périurbaines, le bois reste la source première pour faire la cuisine. Ainsi, le bois est quotidiennement utilisé dans les régions de l'intérieur: près de 85% l'utilisent pour faire la cuisine alors que seuls 34% des ménages à Djibouti ville l'utilisent pour faire la cuisine. Notons que le bois est aussi utilisé par certains foyers pour lutter contre les moustiques: utilisation estimée à cet effet à 39% des ménages à Djibouti ville et à 12% dans les villes de l'intérieur selon l'étude EDAM-Energie. En tout état de cause, il est certain que combinée à d'autres facteurs bien évidemment, l'utilisation de cette source d'énergie pose forcément le problème de la désertification accélérée du pays.

Par ailleurs, soulignons que les ménages djiboutiens utilisent aussi le gaz butane mais leur importance est moindre. En effet, 5% de l'ensemble des ménages utilisent le gaz butane pour la cuisson.

Il est important pour le pays de développer une offre en électricité suffisante, propre et pour soutenir les objectifs de la vision 2035 et de faire de Djibouti un pays émergent. Il est aussi recherché de réduire les coûts de fourniture de l'électricité d'au moins 50% tout en améliorant la qualité du service.

Selon les prévisions établies par le Ministère en charge de l'énergie, à l'horizon 2027, la demande sera multipliée par 5 à 10. Cette multiplication serait imputée à une demande liée à la démographie et à l'économie mais aussi à une demande énergétique importante liée au programme de développement de grandes infrastructures. Ainsi la demande qui était de 100 MW d'appel de puissance en 2015 passera à 379 à 636 MW en 2022 pour enfin atteindre 514 à 941 MW en 2027.

La figure 3 montre la demande en MW de grands projets et les différents domaines de grands projets consommateurs.

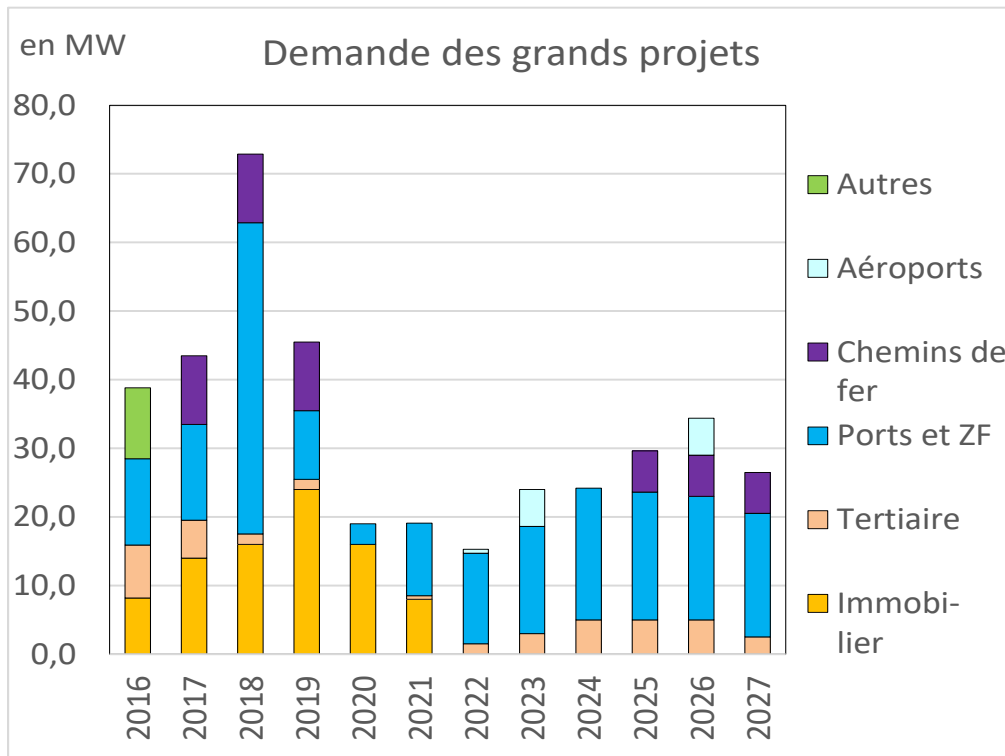


Figure 3 : Demande énergétique des grands projets

Soulignons que le Gouvernement a mis en place une stratégie qui vise aussi à intégrer les énergies renouvelables nationales dans le mix énergétique pour atteindre un objectif de 100% d'énergies vertes à l'horizon de 10 ans, en se fondant en priorité sur la géothermie, l'éolien et le solaire(Encadré 1).

Par ailleurs, la politique énergétique du gouvernement, entend promouvoir l'accès des populations périurbaines et rurales aux services électriques, et réduire la précarité énergétique de ces populations pauvres.

### *Encadré 1 : Énergies Renouvelables : opportunités pour une politique énergétique durable*

- l'énergie éolienne

Djibouti est couverte par deux variations saisonnières, bien distinctes et qui induit des vents plus au moins réguliers. Les districts de l'intérieur (Ali-Sabieh, Tadjourah et Dikhil) montrent constamment des vitesses de vent plus faibles que les moyennes annuelles en particulier entre Juin et Septembre, tandis que la même tendance existe également à Arta et Obock. Cependant, les zones côtières montrent une certaine influence importante des périodes de Khamsin (vent chaud et poussiéreux), qui souffle de l'ouest entre Juillet et Septembre.

L'immense potentiel en énergie éolienne de la République de Djibouti va permettre le renforcement de l'offre énergétique et participer au mix énergétique de manière significative.

Le principal atout de l'énergie éolienne est le fait qu'elle est répartie sur l'ensemble du territoire de manière uniforme du Nord au Sud, le potentiel est au rendez-vous. Aussi, les points forts de cette ressource sont : Un potentiel fort intéressant sur la zone du Ghoubet et autour d'Ali-Sabieh, avec une proximité avec les réseaux de transmissions (63 kV et 232kV).

- Potentiel solaire de Djibouti

Avec sa position géographique et son ciel généralement dégagé, Djibouti bénéficie d'une importante ressource d'énergie solaire. De plus l'ensoleillement est homogène sur l'ensemble du territoire. Il faut tenir compte que l'irradiation solaire a augmenté sur ces dix dernières années

Avec près de 4000 heures d'ensoleillement et une irradiation globale journalière de 6,5 kWh/m<sup>2</sup> (PVGIS) reçue par un angle d'inclinaison optimal de 15°, Djibouti dispose d'un véritable gisement solaire pouvant réellement faire l'objet d'une exploitation à grande échelle à des fins énergétiques. Sa situation géographique lui donne cette importance richesse.

- Potentiel géothermique à Djibouti

Géologiquement, Djibouti est situé à la rencontre de trois jonctions géodynamiques majeures (Rift africain, le Rift de la Mer Rouge et le Golf d'Aden).

Les prospections et les études menées antérieurement ont montré l'existence de nombreux sites potentiels pour le développement des centrales électrique à vapeur géothermique. Le potentiel géothermique total est estimé à plus de 900 MW sur 8 sites différents (Obock, Lac Assal, Nord Ghoubet, Gaggadé, Lac Abbé, Hanlé, Arta et Alol).

#### 1.3.3.5. Les transports

Situé sur une des routes commerciales les plus fréquentées au monde, Djibouti est une place forte en matière d'échanges régionaux voire internationaux. C'est un centre majeur de transit et de redistribution majeur notamment pour son grand voisin, l'Éthiopie.

Le secteur de transport est considéré par le Gouvernement djiboutien comme un " outil régional", facteur d'intégration, au service des échanges de la Corne de l'Afrique et comme un élément important de logistique et de facilitation du transport, et du commerce international dans cette partie du monde.

De plus, il joue un rôle déterminant dans la croissance économique de la sous-région, en sécurisant les échanges, en limitant le coût des intrants et en favorisant la compétitivité des productions à l'exportation.

Ainsi, le trafic éthiopien en matière de marchandises et d'hydrocarbures enregistre un volume de 7,6 millions de tonnes en 2014 et de 7,8 millions de tonnes en 2015. Ce qui représente une légère augmentation de 2,46%. Dans le même temps, le trafic djiboutien des marchandises a enregistré une augmentation de 50,7% entre 2014 (22 006 tonnes) et 2015 (33 173 tonnes). De plus, on note une forte augmentation d'importation d'hydrocarbure entre 2014 et 2015. En

effet, celle-ci passe de 161 727 tonnes en 2014 à 671 220 tonnes en 2015 (une augmentation de 315,03%).

Au niveau du transport routier, le nombre de camions empruntant le corridor Djibouti-Ethiopie n'a cessé d'augmenter d'année en année. En 2011, ce nombre était de 231 933 camions, en 2014, il est passé à 325 033 camions et en 2015, il était de 373 726 camions.

Notons que la construction de chemin de fer de 750 km qui relie le port de Djibouti à l'Ethiopie et qui sera opérationnel dès cette année, selon les prévisions des autorités publiques permettra de booster davantage le transport de marchandises et des hydrocarbures mais aussi celui des passagers.

En ce qui concerne le transport aérien, ici aussi, on note une augmentation en termes de passagers. En 2014, on a enregistré 258 691 passagers et en 2015, 302 431 passagers, soit une augmentation de 16,9%.

Avec une population d'environ 491 925 habitants (58,1% de la population totale), la Djibouti-Ville est congestionnée tout en s'étalant davantage. En effet, l'étalement de l'espace urbain allant auparavant de la commune de Ras Dika au quartier Balbala s'étend aujourd'hui jusqu'au PK13 voire au Pk20. De ce fait, l'offre de transport public collectif ne satisfait point la demande accrue de déplacements.

Le réseau du transport en commun n'est pas organisé et manque de cohérence. Il doit par conséquent être adapté à la demande de déplacement des résidents mais également des usagers non-résidents, drainé en nombre à l'intérieur de ces limites administratives car de plus en plus d'activités s'y sont installées et s'y déroulent (phénomène de la polarisation des activités, nouvelles zones franches, industrielles).

Quant à l'organisation de la profession et du fonctionnement du marché, il est à noter que la profession est atomisée, au sein même d'un marché dominé par l'informel, la majorité des opérateurs étant des artisans qui ne possèdent qu'un seul véhicule.

Seules 2 sociétés privées opèrent : la NBCTC, avec un parc de 45 bus de 25 à 30 places (dont 25 sont actuellement en panne), et la STCD avec un parc de 60 autobus dont 50 de 25 places et 10 de 66 places.

#### 1.3.3.6. Industrie

En République de Djibouti, les activités économiques se concentrent essentiellement dans les services et laissent une très faible place à l'activité industrielle. La faible contribution du secteur industriel dans la création de richesses nationales est faible et se situe autour de 17% du PIB, dont 12,5% de BTP et 4,5% PME-PMI.

Ces activités industrielles s'exercent essentiellement dans les domaines de Boulangerie – Pâtisserie, Bâtiment – Génie civil, Fabrication de bijoux, Matériaux de construction (Briques), Matériaux isolants fibreux, Menuiseries Bois et Aluminium, Boissons, mise en bouteille gaz, usine de bitume.

Par contre, l'existence des ressources naturelles nationales pourrait, à l'avenir, faire émerger des dynamiques de développement dans certaines régions comme celles de Tadjourah (Lac Assal) et d'Ali-Sabieh. Les secteurs d'activité industrielle prioritaires du gouvernement



djiboutien sont : l'industrie de Sel et produits dérivés du sel, la production et transformation laitière, la transformation des produits agricoles et halieutiques, l'exploitation des minerais, les matériaux de construction, la production d'énergie renouvelable.

Les principales contraintes au développement du secteur industriel sont à l'heure actuelle essentiellement liées aux coûts des facteurs de production et celles liées à l'inexploitation des ressources naturelles.

En effet, les unités de production industrielles confrontées à des coûts de production élevés (énergie, main d'œuvre, eau, ...etc.) combiné à un marché intérieur limité, fortement segmentés et largement acquis aux produits et marques étrangères doublé d'une main d'œuvre insuffisamment formée et à faible productivité n'arrivent toujours pas à émerger et à produire localement. Par ailleurs soulignons l'inexploitation des ressources naturelles par les industries de transformation.

Ainsi, dans le cadre de la SCAPE, la politique d'industrialisation est un axe majeur de la stratégie. Elle est développée dans une approche intégrée comportant une identification des ressources naturelles et minières, leur valorisation et leur exploitation à travers des unités industrielles, la promotion du secteur privé et la création d'un nouvel environnement pour les opérateurs économiques, la promotion de l'entreprise nationale et la conquête des marchés régionaux, l'ensemble drainant d'importantes créations d'emplois.

L'objectif recherché est de porter la part de l'industrialisation manufacturière dans le PIB de 4,5% à 10% en 2019, les emplois générés par le secteur industriel de 556 à 695 emplois en 2019, et d'augmenter l'exportation des substances minières et minéralières, qui presque inexistante à ce jour, à environ 10% en 2019. Dans le même temps, l'exportation de sel du Lac Assal (en tonne) sera entreprise et amplifiée.

#### 1.3.3.7. Mines

Djibouti dispose des ressources minières variées qui pourraient constituer une opportunité de développement du secteur industriel, de création de revenus et d'emplois.

Les ressources naturelles actuellement découvertes sur le territoire sont l'or, la perlite, bauxite, gaz naturel, géothermie, cuivre, zinc, fer et aluminium. Des licences d'exploration d'or sont accordées en 2013 à deux opérateurs et d'autres pourraient déboucher sur le lancement de plusieurs projets.

Pour une véritable connaissance de situation, les pouvoirs publics ont réalisé une carte géologique et tectonique au 1/50 000 des secteurs minéralisés, ainsi qu'une banque de données et d'autres cartes thématiques, la création d'un centre de documentation pour la conservation et la mise à disposition du public des cartes géologiques et des publications géo-scientifiques, et d'un laboratoire de pétrologie, minéralogie et géochimie.

D'autres actions ont été entreprises pour promouvoir le secteur, comme la réalisation des études géologiques nécessaires pour la promotion du secteur minier et son exploitation en partenariat avec les opérateurs privés internationaux; ou inscrire la mise en œuvre des dispositions rapides pour l'exploitation du potentiel de sel et de ses dérivés, mais aussi des minerais déjà identifiés, telles que les ressources aurifères dans la localité de Hess Daba de la région de Dikhil.

Il est prévu la création des pôles économiques s'appuyant sur le développement des exportations du sel du lac Assal, de la cimenterie d'Ali-Sabieh et des autres ressources minières.

#### **1.4. Situation environnementale**

En dépit d'énormes efforts consentis par les pouvoirs publics, les conditions physiques parfois extrême, le climat aride, les sols pauvres et peu propice à l'activité économique et humaine combinées aux ressources limitées en eau, à la rareté des pluies ainsi que l'augmentation soutenue de la population et l'urbanisation accélérée, accentue la vulnérabilité de l'environnement.

##### **1.4.1. Désertification et sécheresse récurrente**

La République de Djibouti se distingue par un haut niveau de désertification soutenue. En effet, les précipitations sont très rares et très faibles (en moyenne 150 millimètres par an), d'où une plus grande fréquence de sécheresses, qui, combinée à la mauvaise qualité des sols aboutissent conséquemment et de manière mécanique sur une désertification fréquente.

Au-delà du climat aride ambiant ; le niveau de précipitation généralement en deçà des niveaux souhaitables, en baisse d'année en année.

En outre, l'évaporation est élevée, compte tenu du climat chaud et de l'absence de végétation suffisante mais aussi du fait de l'ensoleillement et de l'irradiation solaire importants et est homogènes sur l'ensemble du territoire. Il faut relever ici que l'irradiation solaire a augmenté sur ces dix dernières années. Dans ces conditions Djibouti est vulnérable aux menaces hydrométéorologiques et climatiques.

Par ailleurs, du fait de l'utilisation des puits de manière inappropriée ou/et de façon outrancière, les nappes aquifères sont surexploitées et fortement menacées d'intrusion d'eau saline et de pollution. Ces eaux sont alors impropres à la consommation humaine et animale, mais aussi inutilisables à des fins agricoles. On prend la mesure du problème lorsqu'on sait que le pays est souvent confronté à des périodes pluriannuelles de sécheresses, de fréquentes inondations rapides et intenses. Ce contexte environnemental accentue donc la vulnérabilité de la population.

Soulignons que des efforts importants sont déployés par les pouvoirs publics pour atténuer les effets néfastes de ces phénomènes. Ainsi des grands travaux de retenues imposantes ainsi que des réalisations de mini-barrages et des barrages, entre autres réalisations dans les régions (projet PRODERMO par exemple), ainsi que des actions de reboisement et des actions de préservations des forêts sont menées sur l'ensemble du pays, pour à la fois lutter contre la soif, la sécheresse et la désertification.

Ainsi donc, même si des efforts louables sont faits, il est permis de dire aujourd'hui, que la dégradation progressive des sols et l'amenuisement continue de couverture végétale constitue une menace réelle contre l'environnement.

En effet, la désertification persistante et la rareté des points d'eau, conjuguées aux fortes pressions exercées par l'homme sur l'environnement (les habitudes de la population, notamment coupe des bois) aboutissent à la dégradation des ressources naturelles tout en accélérant et amplifiant les effets de changement climatique.

### **1.4.2. Pression démographique sur les ressources naturelles**

La population Djiboutienne est fortement urbanisée et très jeune. Le milieu urbain regroupe 70,6% de la population totale dont 58,1% pour la seule ville de Djibouti. La sécheresse récurrente a accéléré le déclin du nomadisme traditionnel et a provoqué un important afflux de pasteurs vers la capitale. A cela s'ajoute la concentration des activités économiques et des emplois dans la ville de Djibouti et le manque d'opportunité dans les régions où sévissent le chômage et la pauvreté, poussant les populations vers la capitale qui constitue le principal pôle d'attraction.

Le déséquilibre démographique entre la ville de Djibouti et le reste du pays soulève des défis majeurs en matière d'accès à l'eau mais aussi en termes d'accès à l'assainissement. En effet, lorsqu'on sait qu'actuellement seulement 40% sont seulement raccordés au réseau d'eau potable et que la production actuelle d'eau potable ne couvre que 43% de la demande globale. Ce contexte pouvant engendrer des stress hydriques graves notamment en période de sécheresse ne peut qu'accroître la vulnérabilité de la population.

Par ailleurs, dans ce contexte d'accroissement de population urbaine, notamment dans Djibouti-Ville, les problèmes qui résulteraient du manque d'accès à l'assainissement posent encore davantage de problèmes. En effet, selon les dernières statistiques disponibles, 16,5% de la population ont accès au réseau d'assainissement. Si des solutions ne sont pas vite trouvées pour une prise en charge complète et durable des déchets solides et des eaux usagers de la ville de Djibouti, des menaces pour la santé et l'hygiène des habitants risquent d'apparaître et de s'amplifier rapidement aux risques de polluer les nappes d'eau ou même le littoral.

Dans ce contexte, les pouvoirs publics entendent inscrire le développement urbain des villes secondaires (l'édification de pôles économiques dans les régions de l'intérieur) dans une logique d'équilibre territorial, afin de sédentariser les populations nomades dans les différentes régions, ralentir l'exode rural et lutter contre la surpopulation de la capitale.

En outre, la construction d'un centre d'enfouissement technique de déchets va intégrer un centre de triage pour traiter les déchets de Djibouti-ville et de Balbala. Ces actions s'inscrivent dans la politique que poursuit le Gouvernement en vue de réduire le volume des déchets et d'optimiser leur traitement.

### **1.4.3. Energie : impacts environnementaux potentiels du secteur**

La République de Djibouti ne dispose pas actuellement de ressources propres sur lesquelles compter durablement en matière d'énergie pour assurer son développement économique et social et est donc fort dépendante de l'extérieur pour son approvisionnement. Depuis 2011 elle importe une électricité à base hydraulique pour 65% de l'Ethiopie et produit à partir du diesel et fuel lourd pour 35%.

La République de Djibouti ambitionne de produire 100% d'énergies vertes à l'horizon de 10 ans, en se fondant en priorité sur la géothermie, l'éolien et le solaire.

La géothermie est aujourd'hui en phase de chantier pour son exploitation. En ce qui concerne les énergies solaires et éoliennes, elles ne font pas encore l'objet d'une exploitation

systematique et d'une integration dans les milieux urbains meme des experiences sont menees ca et la.

Les avantages d'une telle option sont certains. En effet, il est indeniable que cela procurera l'accès à une energie moins chere et propre respectueuse de l'environnement tout en ameliorant les conditions de vie de la population.

Elle sera aussi benefique pour les entreprises surtout au niveau de la croissance economique. Toutefois il est à craindre des impacts ecologiques et economiques lies aux risques d'une pollution par les dechets potentiellement dangereux, la pollution de l'air par les gaz geothermiques, des risques d'explosion lie au stockage des biogaz.

Par ailleurs, compte tenu de la localisation des sites, il existe des risques d'incidents sismiques et volcaniques.

Au niveau, socio-economique, il est à craindre des risques de pertes de terrain, deplacements ou reinstallation involontaire ; des impacts lies à la l'aménagement/construction, installation, exploitations et presence des infrastructures.

#### **1.4.4. Les transports**

Situe sur une des routes commerciales les plus frequentees au monde, Djibouti est une place forte en matiere d'echanges regionaux voire internationaux.

C'est un centre majeur de transit et de redistribution majeur notamment pour son grand voisin, l'Ethiopie. Cela permettra de creer de nouvelles industries manufacturieres, d'ameliorer les transports et d'ouvrir davantage le pays enclave.

Le transport de marchandises d'Addis-Abeba à Djibouti est negativement impacte ces dernieres annees par les mauvais etats des routes et est marquee par une vieille flotte de camions. Alors qu'une grande partie de l'importation et l'exportation de l'Ethiopie est geree par Djibouti. Pour attenuer la pollution notamment due à la flotte de vieux camions utilises pour les transports de marchandises et d'hydrocarbures, les autorites misent sur le transport ferroviaire. Le demarrage du transport ferroviaire des marchandises et autres produits reduira le temps de trajet à moins de 10 heures tout en reduisant la pollution due aux vieux camions de transport.

Des mesures sont aussi prises sur les vehicules, notamment sur les services de transports publics afin d'en obtenir une meilleure qualite et d'en reduire la pollution et autres nuisances. C'est dans cette optique qu'un decret de 2014 interdit l'importation des voitures anterieures à l'annee 2000.

#### **1.4.5. Impacts de l'exploitation des ressources minières**

Les impacts relevés au niveau des ressources minières sont :

- Risques de pollution lies à l'utilisation des produits chimiques pour l'extraction des mineraux ;
- Impacts socio-economiques lies aux risques de pertes de terrain, deplacements ou reinstallation involontaire ;
- Risques sur la sante et securite lies à l'exploitation des carrieres ;

#### 1.4.6. Contexte et gestion des zones côtières

On remarque une tendance soutenue et continue des activités portuaires, l'installation des centres industriels. Soulignons ; à titre d'illustration que la centrale dont l'installation était initialement prévue à Jaban'ass est déplacée à Damerjog où un port gazier sera aussi édifié. D'une manière générale, les côtes se situent à 2 ou 3 mètres au-dessus de la mer et de ce fait les côtes sont vulnérables et Damerjog constitue une de ces zones facilement inondables.

Par ailleurs, les activités humaines telles que des constructions et les travaux de remblai sur la mer représentent un danger. Le remblaiement accentue le risque de liquéfaction de sol du fait de la proximité de la mer mais aussi des fréquents tremblements de terre de plus en plus ressentis.

Force est de relever que tous ces facteurs combinés à l'essor économique et au développement soutenu des villes soumettent les côtes à des conditions difficiles dont la résultante est forcément la dégradation de l'environnement qui impacte forcément la biodiversité marine (mangrove, récifs coralliens).

Néanmoins, il est important de souligner que les pouvoirs publics ont mis en place des programmes appropriés de gestion des zones côtières, en l'occurrence, la création par le Gouvernement des aires marines protégées. A cet effet, un projet concernant les aires marines protégées a même été initié et exécuté par les pouvoirs publics. Ce projet vise à insuffler une nouvelle manière de gérer ces zones protégées et appréhender les questions du point de vue du développement durable en privilégiant l'approche participative et inclusive.

La loi n° 45/AN/04/5 a institué des aires protégées et déclaré les zones ci-dessous comme étant des aires marines protégées afin de contribuer à la conservation de la biodiversité marine de Djibouti de manière significative. Il s'agit de (Figure 4) :

- Les îles "Sept Frères" ainsi que Ras Siyan, Khor Angar et la Forêt de Godoria, au Nord de la préfecture d'Obock, avec une superficie terrestre de 20.000 ha et une superficie marine de 4.000 ha ;
- ✓ Les îles de Moucha et Maskali, dans la région de Djibouti, avec une superficie d'environ 500 ha ;
- ✓ L'île de Haramous, ainsi que la côte de Douda-Loyada, dans la région de Djibouti, avec une superficie de 12,000 ha et celle de Haramous-Douda de 3.000 ha

En outre, afin d'appuyer les populations sur les côtes et qui sont affectées par le changement climatique, le gouvernement a mis en place un programme spécifique pour améliorer leur résilience et atténuer leur vulnérabilité tout en adoptant une démarche de cogestion afin de protéger les ressources marines. Il s'agit du Programme d'Appui à la Réduction de la Vulnérabilité dans les zones de pêches côtières 'PRAREV visant à restaurer 20 ha de la mangrove de Godoria d'Août 2016 à Septembre 2019.



Figure 4 : Situation géographique des 03 aires marines protégées de Djibouti

## 1.5. Cadre institutionnel

Les questions relatives à l'environnement et aux effets induits par le changement climatique ont été et constituent toujours une préoccupation majeure des pouvoirs publics.

La République de Djibouti a ratifié les 3 conventions de Rio. Ces trois conventions sont la convention sur la diversité biologique (CDB), la convention cadre des Nations-Unies sur le changement climatique (CCNUCC) et la convention des nations unies sur la lutte contre la désertification (CNULD).

Le Ministère en charge de l'élaboration des communications nationales est le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD). Ce Ministère associe les autres ministères et les fait participer de manière inclusive par le biais des mécanismes de consultation mis en place à cet effet, sur la base d'une stratégie interministérielle.

En plus du transfert des compétences pour la promotion du développement socio-économique entre l'Etat et les régions, le pouvoir de gestion sur l'environnement fait partie des prérogatives transférées aux bénéficiaires des régions.

Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) assure la coordination technique et institutionnelle de l'élaboration de la troisième communication nationale y comprises la préparation et l'élaboration proprement dite de l'inventaire des GES. Pour pallier à l'absence d'une base de données exhaustive sur les secteurs clés de l'inventaire, le MHUE s'est engagé dans une dynamique d'engagement de l'ensemble des parties prenantes clés.

## Chapitre 2 : Inventaire GES

En tant que pays non annexe I de la CNUCCC, la République du Djibouti à travers le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) continue de s'engager à l'effort de lutte contre les changements climatiques à l'échelle mondiale en rapportant régulièrement les émissions de GES conformément à la décision 17/CP.8.

Cette section de la TCN présente le processus global qui a permis d'estimer les émissions de GES et comprend successivement le cadrage de planification institutionnelle et opérationnelle et les résultats agrégées et sectorielles des émissions et absorptions de GES.

### 2.1. Cadrage de l'inventaire des GES

#### 2.1.1. Phase de planification de l'inventaire GES de la TCN

##### 2.1.1.1. Cadre institutionnel

Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) assure la coordination technique et institutionnelle de l'élaboration de la troisième communication nationale y comprises la préparation et l'élaboration proprement dite de l'inventaire des GES. Pour pallier à l'absence d'une base de données exhaustive sur les secteurs clés de l'inventaire, le MHUE s'est engagé dans une dynamique d'engagement de l'ensemble des parties prenantes clés.

Le mapping des acteurs (Tableau 6) ainsi réalisé a été une première étape du processus de préparation de l'inventaire de GES pour cette TCN et aussi pour mettre en cohérence les différents systèmes d'informations. Le tableau ci-après présente les institutions ciblées et aussi les rôles attendus pour la bonne exécution des tâches dévolues aux consultants sectoriels qui ont été sélectionnés sur la base de leurs expériences.

Tableau 6: Institutions ciblées et rôles attendus

Institution	Rôle
Institutions publiques	
<b>Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)</b>	Le MEDD a le mandat sur toutes les questions liées au changement climatique. La responsabilité des Communications Nationales incombe au MEDD qui a un rôle de leader et en même temps de coordonnateur pour la préparation de l'inventaire des gaz à effet de serre.
<b>Ministère de l'Energie, chargé des Ressources Naturelles/Direction de l'Energie</b>	Le MERN est responsable des politiques de développement dans le domaine de l'énergie. Le rôle de la direction de l'énergie dans le processus est un rôle consultatif dans ce qui concerne les politiques énergétiques qui influencent directement les options de production énergétiques et donc les émissions de GES. Son rôle est notamment important en ce qui concerne les options de développement futures.
<b>Electricité de Djibouti</b>	EDD est la compagnie nationale d'électricité. C'est une institution qui détient donc les données de base et notamment les données de consommations de combustibles pour la production d'électricité (Fuel lourd et Gasoil). Son implication dans les processus de l'établissement de l'IGES est très important.

<b>Agence Djiboutienne de la Maitrise de l'Energie (ADME)</b>	L'ADME est une agence créée en 2014 et qui a pour mandat de promouvoir la réduction de l'intensité énergétique dans le pays. Son rôle est d'expertiser et de développer des options de réduction de la demande en énergie et donc des émissions de GES.
<b>Société Internationale des Hydrocarbures de Djibouti (société parapublique)</b>	Institutions détentrice de données de base comme les quantités de combustible importées dans le pays et leurs différentes utilisations. L'institution est passée par différentes réformes ces dernières années.
<b>Office Djiboutien de Développement de la Géothermie (ODDEG)</b>	L'ODDEG a été créé en 2014. Son rôle dans le processus d'inventaire est un rôle expert notamment dans les projections des émissions futures.
<b>Ministère des Transports</b>	<p>Selon la première et la deuxième communication, le secteur des transports est le deuxième plus gros émetteur de GES à Djibouti après le secteur de l'énergie.</p> <p>Le Ministère des Transports est responsable de la politique nationale en matière de transport en général. Son rôle est consultatif dans le processus et notamment en matière d'options de développement de transport urbain</p>
<b>Ministère de l'Intérieur/Service des Mines</b>	Le service des mines est responsable au niveau national de l'immatriculation de tous les véhicules. C'est donc une institution détentrice d'information de base pour la modélisation du secteur des transports et notamment dans une approche de projection des émissions de GES.
<b>Ministère de l'Intérieur/Office des Voieries de Djibouti (OVD)</b>	L'OVD est le département responsable de la collecte, du stockage et de l'élimination des déchets solides dans la ville de Djibouti et dans les régions. C'est donc une institution qui va jouer un rôle important dans la mise à disposition d'information de base pour le calcul des GES.
<b>Ministère de l'Economie et des Finances, chargé de l'Industrie/ Direction de l'Industrie</b>	La Direction de l'Industrie dispose des données dans le secteur de l'industrie. La Direction aura donc un rôle consultatif.
<b>Ministère de l'Economie et des Finances, chargé de l'Industrie/ Direction de l'Industrie/ Direction de la Statistique et des Etudes Démographiques</b>	La DISED est l'organisme national en charge de la collecte, de la compilation et de la publication des données statistiques au niveau national. A ce titre la DISED publie annuellement un document intitulé « Annuaire Statistique » qui donne accès à des chiffres
<b>Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, de la Pêche, de l'Elevage et des Ressources Halieutiques/ Direction de</b>	Rôle consultatif dans l'IGES du sous-secteur transport et notamment dans le domaine de la consommation de combustible par les bateaux de pêche.
<b>Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, de la Pêche, de l'Elevage et des Ressources Halieutiques/</b>	Rôle expert/consultatif dans le calcul des émissions liées du secteur AFAT
<b>Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, de la Pêche, de l'Elevage et des Ressources Halieutiques/</b>	Rôle expert/consultatif dans le calcul des émissions liées du secteur AFAT
<b>Office Nationale de L'Eau et de l'Assainissement de Djibouti (ONEAD)</b>	L'ONEAD est l'office national responsable de la production et de la distribution de l'eau potable à Djibouti ainsi que l'assainissement et notamment la collecte et le traitement des eaux usées. Dans le cadre de l'IGES, l'ONEAD aura un rôle consultatif dans le calcul des émissions issues des effluents liquides.
<b>Ministère de la Défense</b>	Un rôle de consultation notamment sur les émissions de véhicules et de l'aviation militaire au niveau national.
<b>Institutions privées</b>	



<b>Assureurs de véhicules</b>	Institutions détentrices d'information sur le nombre de véhicules en circulation.
<b>Stations de services</b>	Institutions détentrices d'informations sur la demande en carburant pour les véhicules routiers.
<b>Port pétrolier de Horizon Doraleh</b>	Institution détentrice d'informations sur les importations, les stocks et les exportations de
<b>Secteur de la recherche</b>	Institutions, universités et centre de recherche

### 2.1.1.2. Planification opérationnelle

Pour permettre au ministère de tutelle de mener à bien le planning détaillé établi dans le document de projet l'approche méthodologique définie repose principalement sur des piliers majeurs :

- L'appui institutionnel entre les institutions ciblées et les consultants pour faciliter la collaboration effective et surtout la collecte de données nécessaires au calcul et à l'élaboration du rapport d'inventaire des GES
- L'appui technique d'un consultant international pour améliorer l'élaboration de l'ensemble des rapports sectoriels et final.

### **2.1.2. Etape préparatoire de l'IGES**

- Catégories sources clés

Sur la base des lignes directrices du GIEC 2006, une évaluation des catégories sources clés a été conduite et a permis de stabiliser les catégories indiquées dans le tableau 7.

Les catégories clés comprennent successivement les terres forestières restant terres forestières (3B1a), les transports routiers (1A3), les industries énergétiques (1A1), la fermentationentérique (3A1).

Tableau 7 : Résultats de l'analyse des catégories clés

Code de la catégorie du GIEC	Catégorie du GIEC	Gaz	Emission (Gg éq CO <sub>2</sub> )	Valeur absolue de l'émission en 2010	Évaluation du Niveau Lx,t	% contribution au total
3B1a	Terres forestières restant terres forestières	CO <sub>2</sub>	-7304,248384	7304,248384	87,95%	87,95%
1A3	Transport routier	CO <sub>2</sub>	298	298	3,59%	91,53%
1A1	Industries énergétiques (Production électrique)	CO <sub>2</sub>	248,88	248,88	3,00%	94,53%
3A1	Fermentation entérique	CH <sub>4</sub>	216,804	216,804	2,61%	97,14%
3C4c	azote des urines et fèces déposé sur les pâturages et parcours	N <sub>2</sub> O	91,45	91,45	1,10%	98,24%
4A	Déchets solides	CH <sub>4</sub>	73,08	73,08	0,88%	99,12%
1A4	Autres secteurs (Résidentiel et commercial)	CO <sub>2</sub>	36,656	36,656	0,44%	99,56%
3C4b	azote organique appliqué comme engrais (fumier)	N <sub>2</sub> O	13,95	13,95	0,17%	99,73%
3A2	Gestion du fumier	CH <sub>4</sub>	9,912	9,912	0,12%	99,85%
3A2	Gestion du fumier	N <sub>2</sub> O	6,107	6,107	0,07%	99,92%
1A3	Transport routier	N <sub>2</sub> O	4,8236	4,8236	0,06%	99,98%
1A1	Industries énergétiques (Production électrique)	N <sub>2</sub> O	0,6014	0,6014	0,01%	99,99%
1A3	Transport routier	CH <sub>4</sub>	0,46347	0,46347	0,01%	100,00%
1A1	Industries énergétiques (Production électrique)	CH <sub>4</sub>	0,20391	0,20391	0,00%	100,00%
1A4	Autres secteurs (Résidentiel et commercial)	N <sub>2</sub> O	0,0961	0,0961	0,00%	100,00%
1A4	Autres secteurs (Résidentiel et commercial)	CH <sub>4</sub>	0,03213	0,03213	0,00%	100,00%
3B2a	Terres cultivées restant terres cultivées	CO <sub>2</sub>	-0,026400002	0,026400002	0,00%	100,00%
			-6303,215174	8305,334394	100,00%	

- Années d'inventaire

De concert avec les institutions ciblées, Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) a décidé de choisir l'année 2010 l'année de référence pour l'ensemble des calculs des émissions et absorptions de catégories et sous-catégories de la TCN.

- Les GES et Précurseurs

Les émissions et absorptions calculés comprennent les gaz à effet de serre directs (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC) et indirects (NO<sub>x</sub>, CO, COVNM, SO<sub>2</sub>).

- le Pouvoir de Réchauffement Global (PRG)

Le PRG du Deuxième Rapport d'Évaluation du GIECC (AR2) a été utilisé pour trouver les équivalences des émissions de GES (CO<sub>2eq</sub>).

- Calcul des émissions et absorptions, Facteurs d'émission, données d'activités

Ne disposant pas de facteurs d'émissions estimés avec les conditions locales, l'ensemble des calculs des émissions et absorptions ont été faites avec les facteurs d'émissions par défaut du GIECC 2006 (Tiers 1) rapportés aux données d'activités. La collecte des données d'activité a connu des défis réels liés à l'absence d'un système national exhaustif des statistiques sur les activités des catégories et sous-catégories considérées.

Le calcul des émissions est obtenu simplement par la multiplication des données d'activités (DA) des catégories et sous-catégories et les facteurs d'émissions (FE) établies suivant les lignes directrices du GIEC 2006 et les recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de GES 2003 ("GPG for LULUCF").

$$\text{Emission} = \text{D.A} \times \text{F.E}$$

DA : ampleur d'une activité humaine entraînant des émissions ou des absorptions de GES, qui a lieu sur une période donnée et sur une zone spécifiée

F.E : coefficient qui quantifie les émissions ou absorptions d'un gaz par unité de donnée d'activité.

En s'appuyant sur le logiciel *IPCC Inventory Software 2006*, les émissions sont calculées en tenant de l'exhaustivité et du niveau d'incertitude sur les données d'activités collectées et sur les facteurs d'émissions pour chaque catégorie et sous-catégorie considérées dans la troisième communication nationale.

#### - Exhaustivité

A ce niveau, il est nécessaire de faire mention des données manquantes surtout concernant la stratification des catégories et sous-catégories telles que définies par les lignes directrices et bonnes pratiques du GIEC (2006). L'absence d'un système national de suivi des émissions des sous-catégories se traduit par une non exhaustivité des données collectées et estimées avec le logiciel du GIEC.

#### - Elaboration et revue de rapports sectoriels

Pour faciliter la bonne conduite et l'élaboration appropriée de l'inventaire, les rapports sectoriels élaborés par les consultants nationaux ont été revus et validés avec le concours de l'expert international sous la coordination du Secrétaire General du ministère de tutelle.

## 2.2. Résultats abrégés des émissions et absorptions anthropiques

### 2.2.1. Résultats par sources et par type de gaz

Le tableau 8 présente l'inventaire national des émissions anthropiques en Gg correspondant au Tableau A – tableau récapitulatif du paragraphe 20 de la Décision 17/CP.8.

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des émissions anthropiques en Gg

Catégories	Emissions nettes CO2 (Gg)	CH4 (Gg)	N2O(Gg)	NMVOCs (Gg)
<b>1. Energie</b>	<b>583,536</b>	<b>0,03333</b>	<b>0,01781</b>	
1A Activités de combustion de carburant				
1A1 Industries énergétiques (Production électrique)	248,88	0,0097	0,0019	
1A3 Transport	298	0,0221	0,0156	
1A4 Autres secteurs (Résidentiel et commercial)	36,656	0,00153	0,00031	
<b>2. Procédés Industriels et Utilisation des Produits (PIUP)</b>				<b>0,88</b>
2D Produits non énergétiques imputables aux combustibles et à l'utilisation de solvant				

2D4 Autres (Asphaltage des routes)				0,76
2H Autres				
2H2 Industrie des Aliments et Boissons				0,12
<b>3.AFAT</b>	<b>-7304,274784</b>	<b>10,796</b>	<b>0,3597</b>	
3A1 Fermentation entérique		10,324		
3A2 Gestion du fumier		0,472	0,0197	
3B1a Terres forestières restant terres forestières	-7304,248384			
3B2a Terres cultivées restant terres cultivées	-0,0264			
3B3a Prairies restant prairies (terres à vocation pastorale)				
3C4b Azote organique appliqué comme engrais (fumier)			0,045	
3C4c Azote d'urine et de fumier déposé sur les pâturages, les parcelles et les parcours par les animaux de pâturage			0,295	
<b>4.Déchets</b>		<b>3,48</b>		
4A Évacuation des déchets solides		3,48		

En utilisant le Pouvoir de Réchauffement Global du Deuxième Rapport d'Évaluation du GIEC (AR2), l'inventaire de la TCN (Tableau 9) s'est abouti avec une émissions nette négative de gaz directs estimée à 6 308,471 Gg CO<sub>2eq</sub> traduisant le potentiel de séquestration important de la sous-catégorie de l'agriculture, de la foresterie et l'affectation des terres occupant plus de 96% des émissions et absorptions totales de la République de Djibouti (Figure5). L'énergie représente seulement 7,39% des émissions totales.

Bien que les données sur les dynamiques de conversion des terres forestières n'ont pas été collectées, l'absorption de CO<sub>2</sub> au niveau des écosystèmes forestiers existants concentrent plus de 99% des GES et précurseurs identifiés. Le méthane et l'azote émis dans la sous-catégorie du bétail ne représentent que des proportions quasi négligeables (Figure7).

Tableau 9 : Synthèse des émissions et absorptions (en CO<sub>2eq</sub>)

Catégories	CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2eq</sub> )	CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2eq</sub> )	N <sub>2</sub> O (Gg CO <sub>2eq</sub> )	Total des émissions de gaz directs (Gg CO <sub>2eq</sub> )
<b>1. Energie</b>	<b>583,536</b>	<b>0,6995</b>	<b>5,5211</b>	<b>589,7566</b>
1A Activités de combustion de carburant				
1A1 Industries énergétiques (Production électrique)	248,88	0,2039	0,6014	<b>249,6853</b>
1A3 Transport	298	0,4635	4,8236	<b>303,2871</b>
1A4 Autres secteurs (Résidentiel et commercial)	36,656	0,03213	0,0961	<b>36,78423</b>
<b>2 Procédés Industriels et Utilisation des Produits (PIUP)</b>				
2D Produits non énergétiques				

imputables aux combustibles et à l'utilisation de solvant				
2D4 Autres (Asphaltage des routes)				
2H2 Industrie des Aliments et Boissons				
<b>3 AFAT</b>	<b>-7304,274784</b>	<b>226,716</b>	<b>111,496374</b>	<b>- 6966,051</b>
3A1 Fermentation entérique		216,804		216,804
3A2 Gestion du fumier		9,912	0,0197	16,019
3B1a Terres forestières restant terres forestières	-7304,248384			-7304,248384
3B2a Terres cultivées restant terres cultivées	-0,0264			-0,026400002
3B3a Prairies restant prairies (terres à vocation pastorale)				
3C4b Azote organique appliqué comme engrais (fumier)			13,9323688	13,95
3C4c Azote d'urine et de fumier déposé sur les pâturages, les parcelles et les parcours par les animaux de pâturage			91,455072	91,45
<b>4 Déchets</b>		<b>73,08</b>		<b>73,08</b>
4A Évacuation des déchets solides		73,08		73,08
Total Emissions Nettes	<b>-6720,738784</b>	<b>300,49551</b>	<b>117,0281</b>	<b>-6303,215174</b>

En termes de répartition des émissions par sources, les figures 5 et 6 montrent que les émissions nettes de la foresterie et de l'affectation des terres (FAT) estimées en 2010 à – 7 304 Gg CO<sub>2eq</sub> occupent le premier rang et proviennent principalement des terres restant forestières (environ 88 %) suivies des émissions du transport routier (3,65%), de l'industrie énergétique(3%) et par les émissions issues de la catégorie du bétail (fermentation entérique et gestion du fumier respectivement de l'ordre de 2,61% et de 0,19%). Cette tendance se reflète aussi sur la répartition par types de gaz (Figure 7) largement dominée par l'émission nette de CO<sub>2</sub> (environ à 95%).

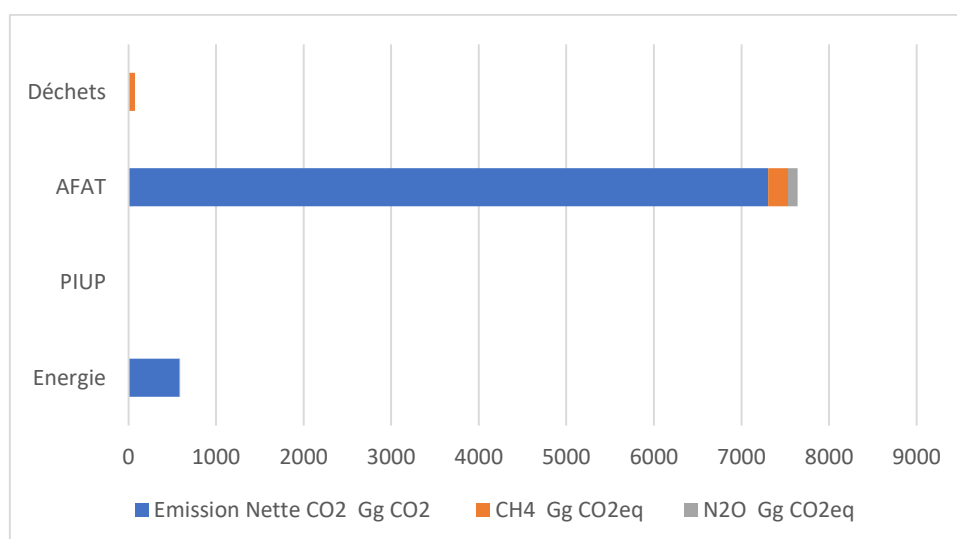


Figure 5 : Répartition des émissions nettes par catégories de sources (Gg CO<sub>2eq</sub>)

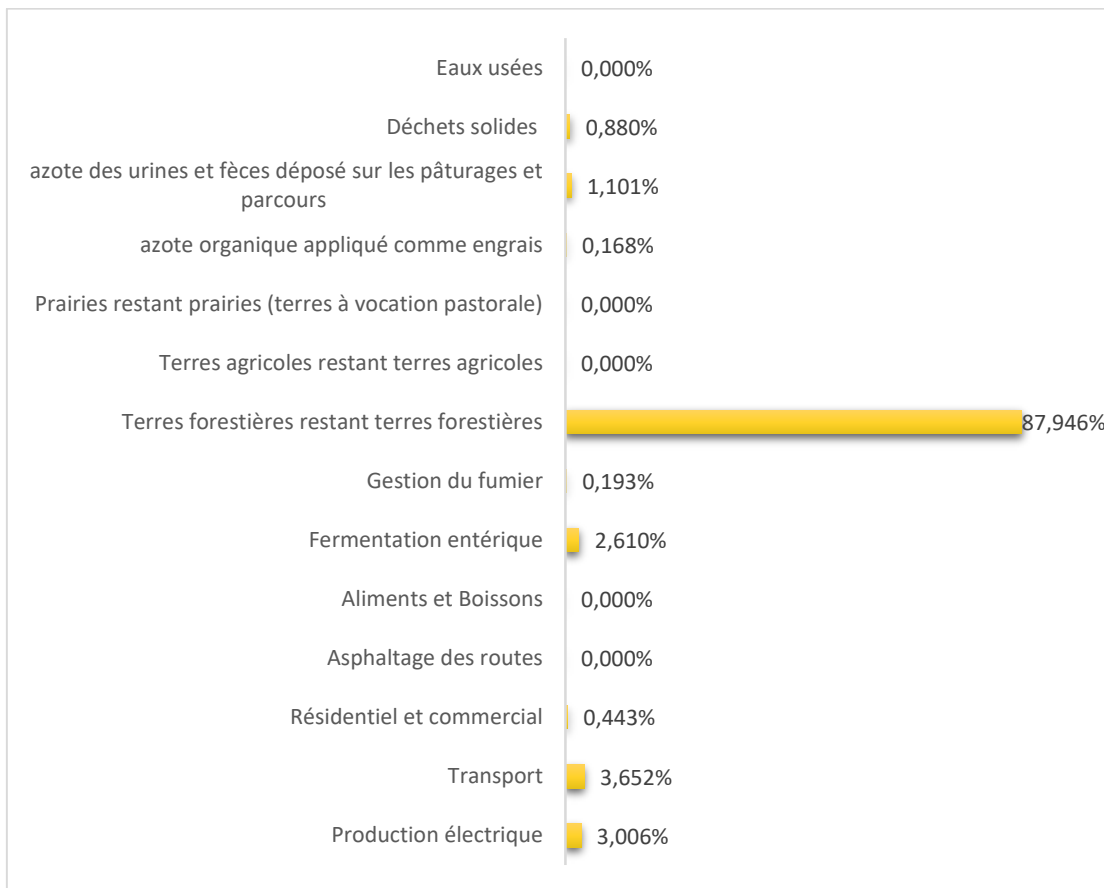


Figure 6 : Répartition détaillée par sources d'émissions (%)

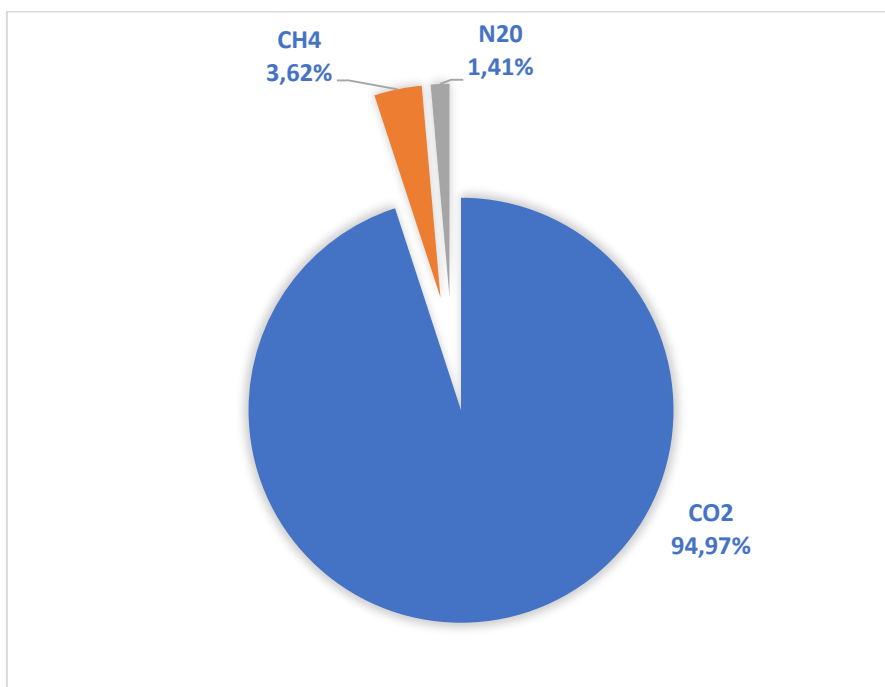


Figure 7 : Répartition des émissions nettes par type de gaz (%)

## 2.2.2. Répartition désagrégée des émissions et absorptions par types de gaz

Les émissions nettes de CO<sub>2</sub> (Figure 8) proviennent essentiellement des terres forestières restant forestières (93%) et du transport routier (3,38%).

Le méthane (Figure 9) est principalement émis à partir de la fermentation entérique (72%) et ensuite à partir des déchets solides (25%).

Les émissions de N<sub>2</sub>O résultent de l'azote des urines et fumier déposé sur les zones de pâturages et parcours (78%) et aussi de l'azote organique appliqué comme engrais (fumier) estimé à 12%.

Concernant les autres gaz, les émissions de composés organiques volatils non méthaniques (NMVOC) sont estimées à 0,88 Gg provenant essentiellement à partir du secteur des procédés industriels et de l'utilisation des produits.

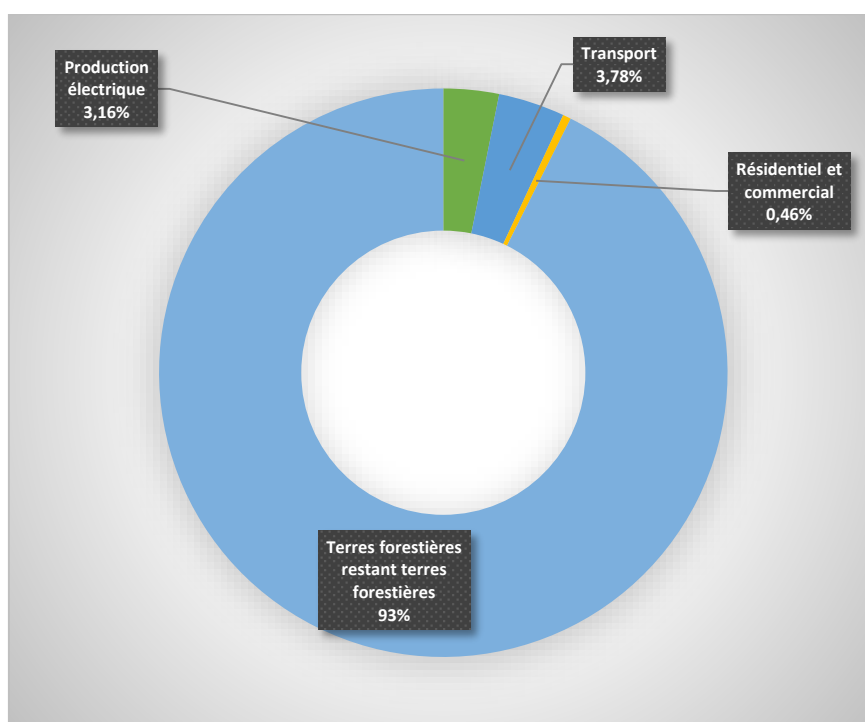


Figure 8 : Répartition (%) des émissions nettes de CO<sub>2</sub>eq par sous-catégories

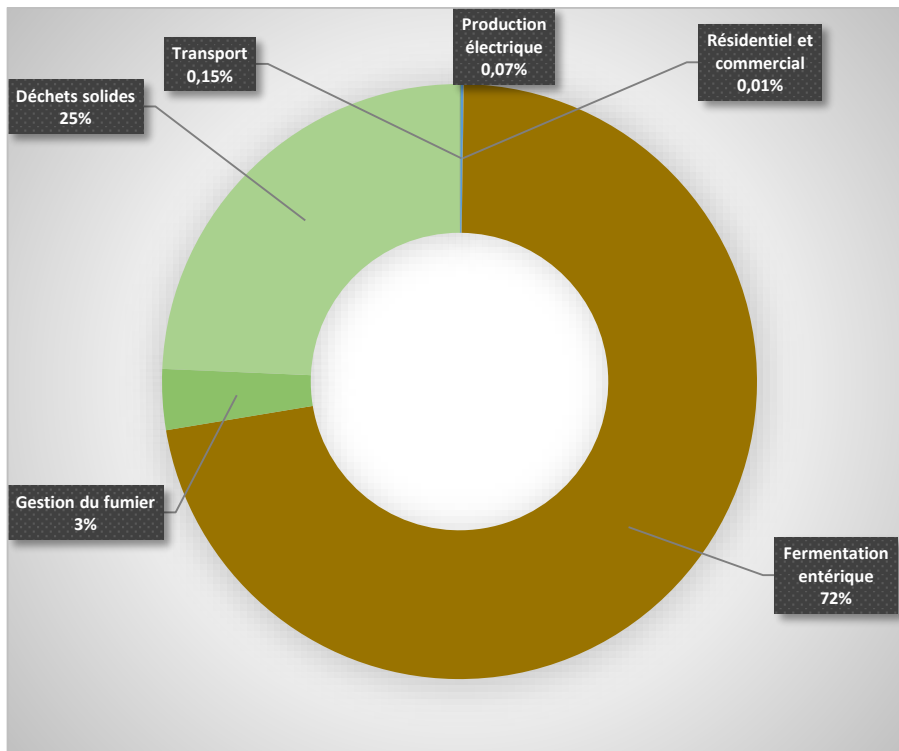


Figure 9 : Répartition (%) des émissions nettes de CH4 par sous-catégories

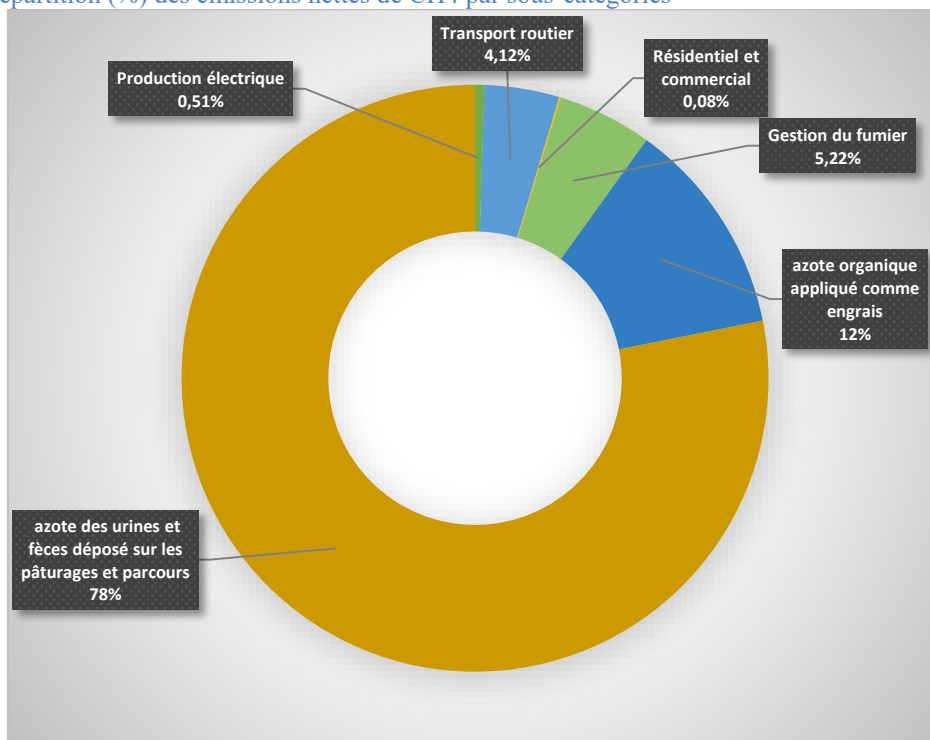


Figure 10 : Répartition (%) des émissions N2O par sous-catégories



## 2.3. Emissions de GES de l'énergie

### 2.3.1. Données d'activités

La République de Djibouti est un pays dépendant de l'étranger dans l'importation des hydrocarbures et ne dispose pas de sources d'énergie hydroélectrique. La consommation par source d'énergie reste dominée par les hydrocarbures (l'Essence, le Kérosène, le Gasoil, et le Fuel), sur les énergies de biomasse (bois et charbon de bois) et représentent plus de 65% de la consommation énergétique en 2000. Ces hydrocarbures sont quasi totalement consommés par les sous-secteurs de l'Industrie d'Énergie, du Transport et du Résidentiel. Les ressources énergétiques issues de la biomasse, environ 34% de la consommation finale en énergie, sont limitées du fait du faible couvert végétal qui subit une dégradation accentuée.

#### ✚ Sous-secteur de la production d'électricité

En 2010, la consommation du combustible fuel lourd et du gasoil restent dominants dans la production d'électricité. En 2010, la production d'électricité a été de l'ordre de 425 GWh produit à 100% par la consommation de fuel et de diesel par les centrales thermiques d'EDD en 2010 est de l'ordre de 230 g/KWh (Figure 11).

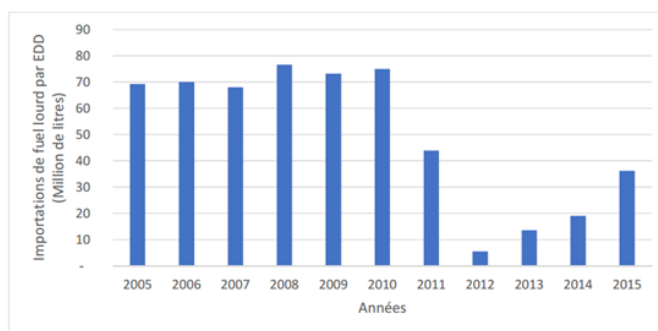


Figure 11 : Importations de fuel lourd pour la production d'électricité

#### ✚ Sous-secteur du transport

Le pays connaît une augmentation importante de l'importation de véhicules de transport en raison d'une plus grande facilité d'accès au crédit à la consommation grâce à l'installation récente de plusieurs nouvelles banques. D'autre part, le pays est engagé en 2010 dans la construction de plusieurs infrastructures comme les routes ainsi que des projets de construction de logement qui impliquent l'utilisation de gros engins du bâtiment. En conséquence, l'importation de carburant de type gasoil augmente de façon significative tandis que l'importation de l'essence reste assez stable. Les émissions issues du sous-secteur transport sont considérées donc comme une catégorie de source clé de la même façon que dans la deuxième communication nationale. Les immatriculations de nouveaux véhicules ont connu une augmentation quasiment exponentielle entre 2000 et 2010. Cela se traduit également par des importations en gasoil qui croissent de façon importante comme illustrée dans le graphique ci-dessous.

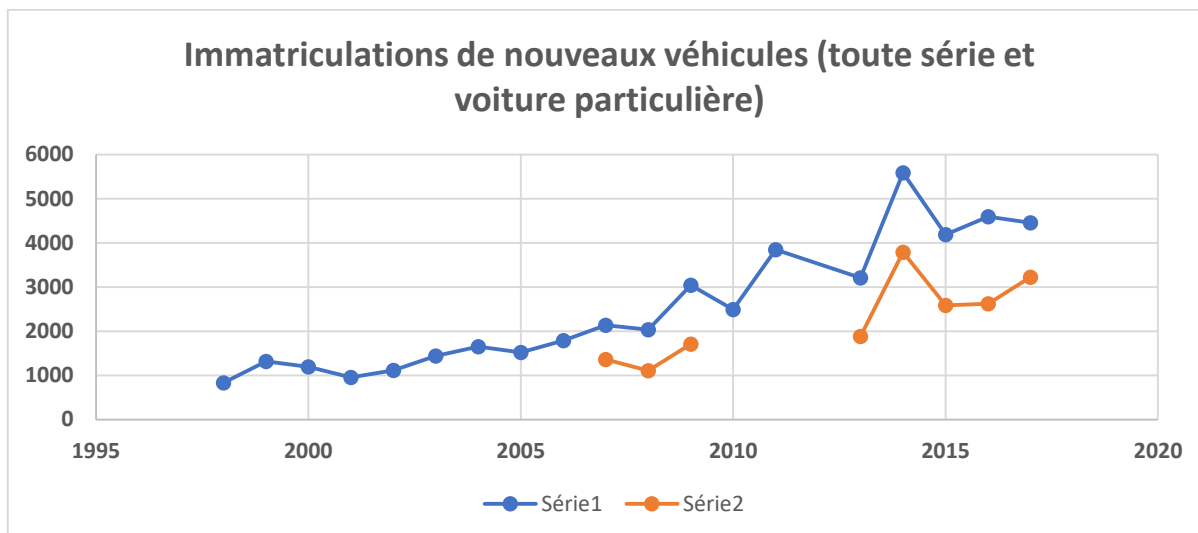


Figure 12 : Immatriculations des nouvelles voitures (source : annuaire statistique 2011, DISED)

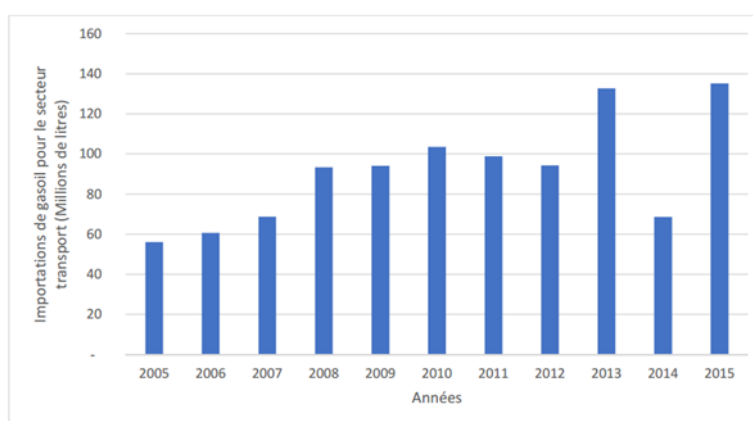


Figure 13 : évolutions de l'importation de gasoil entre 2005 et 2015

Les importations d'essence sont quant à elles restées relativement stables évoluant d'une valeur de 5.2 Millions de litres en 2005 à 7.4 Millions de litres en 2015. Pour l'année 2010, les importations d'essence ont été de l'ordre de 6.8 Millions de litres. Cela montre une nette dominance des véhicules Diesel comparé aux véhicules essence en raison tout simplement du prix de l'essence qui est beaucoup plus cher que le prix du gasoil.

#### Sous-secteur résidentiel

L'utilisation de kérosène pour la cuisson des aliments reste toujours très populaire auprès des ménages Djiboutiens urbains malgré la disponibilité des distributeurs de bouteille des gaz. Le prix relativement accessible, la facilité d'utilisation des chaudières à kérosène, leurs prix d'achat relativement bas par rapport aux cuisinières à gaz font que l'utilisation de kérosène augmente significativement entre 2005 et 2010. Les cuisinières à gaz sont également associées à des risques sécuritaires plus importants dans la conscience de nombreux Djiboutiens. Selon les données contenues dans l'annuaire statistique qui cite lui-même comme référence le RGPH de 2009, près de 43322 ménages urbains utilisent la cuisson au kérosène contre seulement 6697 ménages utilisant le gaz butane dont une grande proportion de ménages expatriés. Les importations annuelles de kérosène entre 2005 et 2015 sont illustrées dans le graphique ci-dessous.

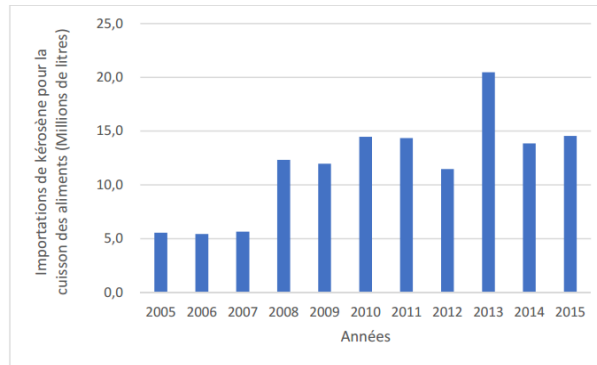


Figure 14: Importations de kérosène

### 2.3.2. Méthodologie d'estimation

Les catégories de sources clés ont été identifiées sur la base d'une analyse conforme aux lignes directrices du GIEC (GIEC, 2006). Les émissions de gaz à effet de serre sont calculées en adoptant l'approche sectorielle puisque que les données par catégorie de sources clés étaient disponibles. C'est ainsi que la méthode du niveau 2 a été utilisée et aussi les facteurs d'émission par défaut contenus dans le logiciel.

### 2.3.3. Résultats des émissions

#### 2.3.3.1. Émission de l'énergie en 2010

Les émissions du secteur de l'énergie (Figure 15) sont évaluées à 589,756 Gg CO<sub>2eq</sub> principalement constitués par les émissions provenant du transport routier (51,43%) et la production électrique (42,34%). Les secteurs résidentiel et commercial ne représentant qu'à peine 6,24%. Cette tendance illustre relativement la part importante des importations du diesel et fuel lourd utilisé dans le secteur des transports et de la production d'électricité.

Pour mieux cerner la tendance des émissions de ce secteur, il serait opportun aussi de présenter les émissions par gaz suivant une série temporelle pour mieux appréhender la dynamique des émissions des différents sous-catégories du secteur de l'énergie.

Tableau 10 : Tableau sectoriel de l'Énergie (Gg CO<sub>2eq</sub>)

Production électrique (1A1ai)	Transport (1A3)	Résidentiel (1A4b) et commercial (1A4a)
249,685 Gg CO <sub>2eq</sub>	303,287 Gg CO <sub>2eq</sub>	36,784 Gg CO <sub>2eq</sub>

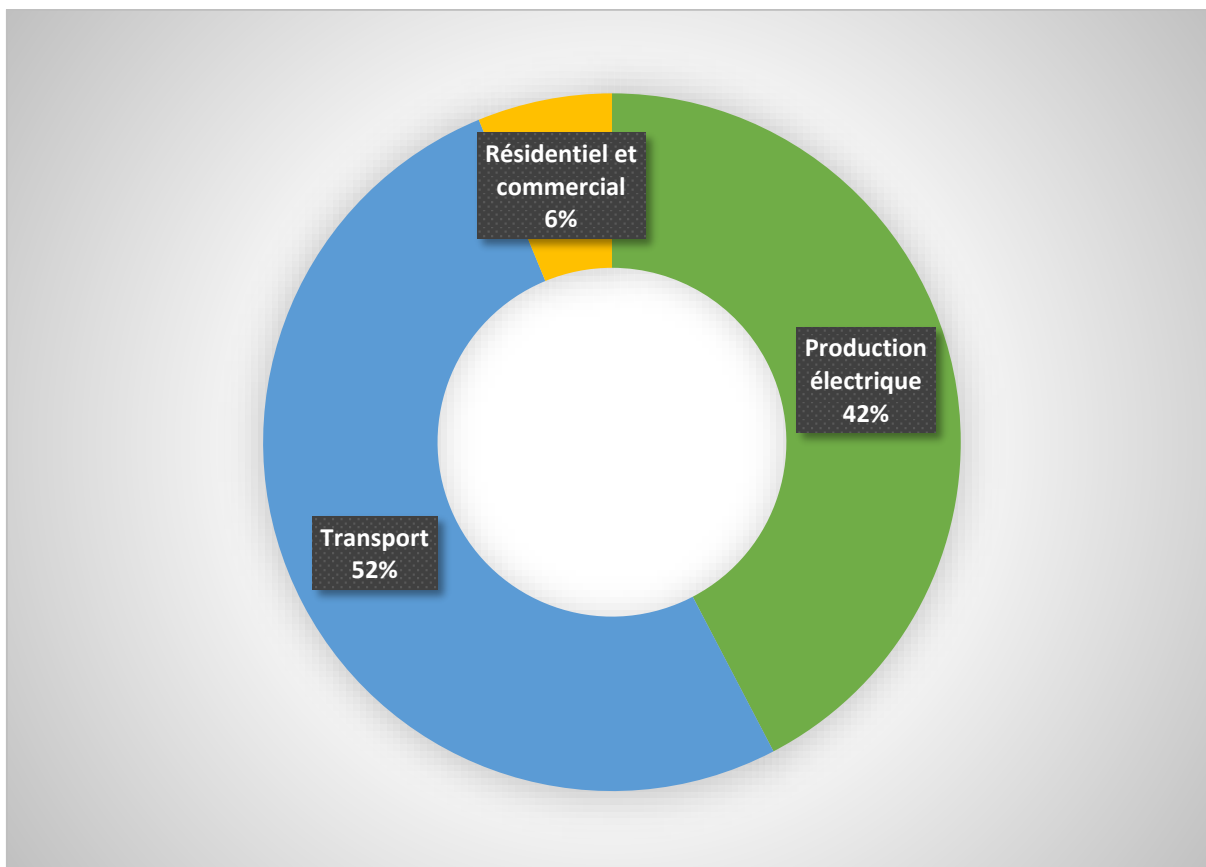


Figure 15: Émission du secteur de l'énergie

### 2.3.3.2. Évolution des émissions de l'énergie

Les émissions de gaz à effet de serre sont passées du simple à plus du double entre 1994 et 2010 avec un taux de croissance moyenne de 5% par an. On remarque que la consommation d'énergie s'est accrue entre 2000 et 2010 avec la hausse de la demande d'énergie, ce qui se traduit par une hausse de plus de 65% des émissions contrairement à la période 1994-2000 (Tableau 12).

Tableau 11: Synthèse des émissions dans le secteur de l'énergie

	1994	2000	2010
<b>Emissions (GgCO<sub>2eq</sub>)</b>	274,79	356,46	589,756

Tableau 12 : Evolution des émissions de l'énergie

Secteurs clés	Emissions de GES en Gg CO <sub>2eq</sub>		
	1994	2000	2010
<b>Industrie électrique</b>	19,91	169,90	249,6853
<b>Résidentiel</b>	76,64	54,67	36,78423
<b>Transport</b>	125,53	113,20	303,2871
<b>Total</b>	222,08	337,77	589,756

## 2.3.4. Tendances des émissions de l'énergie

### 2.3.4.1. Tendances dans le secteur de la production d'électricité

Les tendances de référence des émissions totales du secteur de la production électrique sont présentées ci-dessous. Ce scénario reprend la tendance des émissions du secteur à partir de l'année de référence. Notons qu'en 2010 (référence), le pays produit l'ensemble de son électricité à partir de ressources fossiles telles que le fioul lourd ou le diesel.

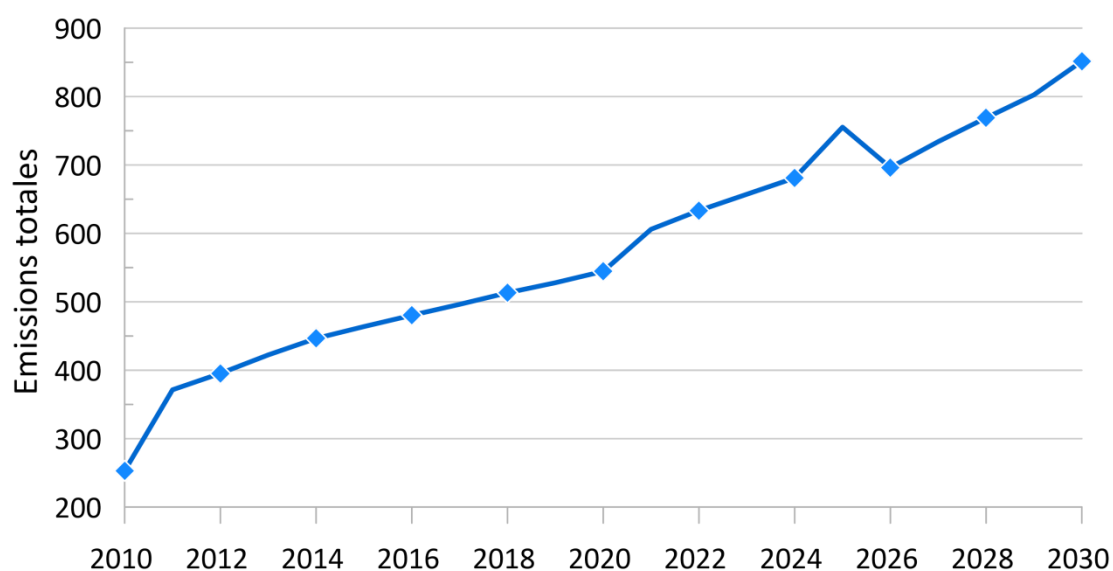


Figure 16 : Émissions du secteur de l'électricité

Les tendances des émissions présentées ci-dessus sont une projection de la tendance des émissions précitées, calculées et développées pour un mix énergétique qui est basé sur des mêmes sources (technologies) de production d'électricité que l'année de référence (diesel et fioul lourd). Cependant, afin de répondre à une demande croissante et conformément aux projections du scénario, une centrale supplémentaire fonctionnant au fioul lourd et au gaz naturel y est ajoutée (chaudière convertible). Les émissions du secteur connaissent une croissance soutenue de l'ordre de 5%.

### 2.3.4.2. Tendances des émissions dans le secteur du transport

Le secteur du transport terrestre à Djibouti connaît un développement important amorcé dans le milieu de la décennie 2000-2010 avec l'implantation à Djibouti de plusieurs banques qui ont facilité l'accès au crédit à la consommation. L'importation de nouveaux véhicules a depuis augmenté régulièrement chaque année et c'est l'importation de voitures particulières qui augmente le plus.

Les tendances des émissions dans le secteur du transport sont montrées ci-dessous et sont calculées à partir des données collectées auprès de la SIHD dans le cadre de la préparation de l'inventaire. Une correction a été effectuée pour l'année 2014 qui présentait des données non cohérentes avec le reste des données temporelles. La tendance des émissions pour le secteur des transports est relativement linéaire et traduit une augmentation globalement continue et qui reflète le nombre de véhicules importés et l'augmentation des quantités de carburant importés.

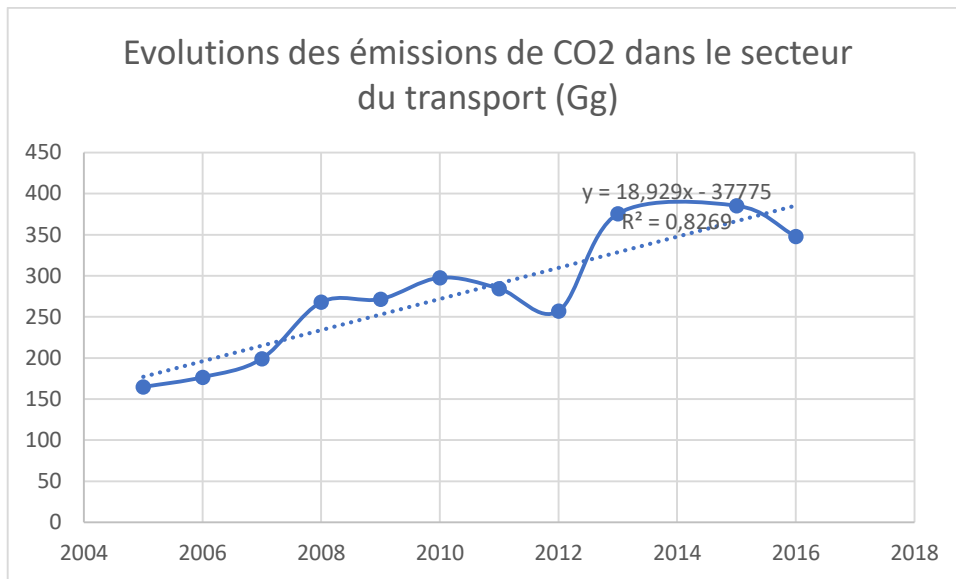


Figure 17: tendance des émissions dans le secteur des transports

### 2.3.4.3. Projection des émissions totales sur la période 2010-2030

Comme indiqué (Figure 18), les projections confirment que les émissions de gaz à effet de serre de Djibouti resteront dans une trajectoire d'augmentation continue si rien n'est fait d'ici 2030 notamment dans les secteurs du transport et de la production électrique. En effet, cette situation va davantage s'aggraver avec la hausse des importations de véhicules que le pays a commencé à enregistrer depuis 2007 et qui se poursuit jusqu'à nos jours. Le sous-secteur de la production électrique sera aussi tributaire de la hausse des émissions avec hausse des demandes en électricité des nouveaux ménages et des entreprises raccordés au réseau d'EDD.

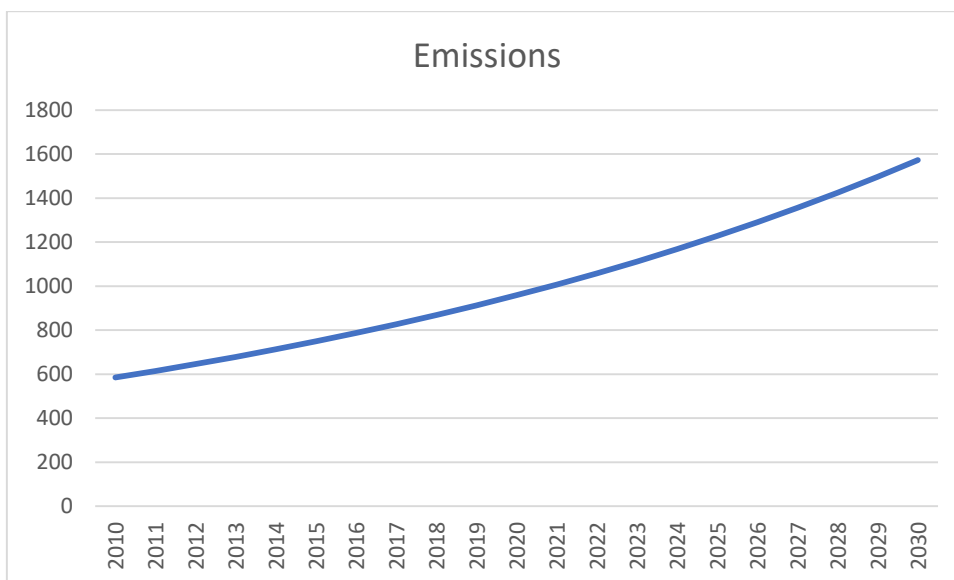


Figure 18 : Projection des émissions sur la période 2010-2030

#### 2.3.4.4. Le potentiel géothermique

Le potentiel géothermique reste un important volet à considérer pour l'estimation des émissions futures du secteur de l'énergie (Encadré 2).

##### *Encadré 2 : Potentiel de développement géothermique*

Djibouti dispose d'un lac de cratère appelé lac ASSAL situé dans le désert de Danakil, dans le centre du pays. Les volcans endormis et les étendues de lave noire se reflètent dans son eau émeraude avec une altitude inférieure à 150 m sous le niveau de la mer ; il s'agit du point le plus bas d'Afrique. La partie humide du lac est une masse d'eau extrêmement salée alimentée par des sources chaudes. La partie sèche est constituée d'une plaine de sel blanche formée par l'évaporation de l'eau du lac au fil des ans. Des blocs de sel en sont extraits.

Selon les experts sur place, un forage a été creusé et serait capable de produire entre 3 à 10 mégawatts dans un futur pas lointain. Et en creusant jusqu'à atteindre la vapeur et l'eau, il y'a un mécanisme qu'ils utilisent pour séparer l'eau et la vapeur et qui s'appelle mystère de séparation. Le potentiel dont dispose le pays en géothermie pourrait être mis à contribution dans un futur proche.

## 2.4. Émissions de GES des Procédés industriels et Utilisation des Produits (PIUP)

### 2.4.1. Données d'activités

L'industrie manufacturière de Djibouti est peu développée et n'apporte qu'une maigre contribution de l'ordre de 3% au PIB du pays. Les consommations de combustible dans le secteur manufacturier sont très faible voire insignifiante. Compte tenu du fait que dans la communication initiale et la seconde, un travail d'investigation avait abouti à quelques données sur lesquelles il avait été possible de faire le travail, il sera poursuivi dans cette même lancée dans la troisième communication nationale.

Pour l'année de référence 2010, quasiment la plupart des procédés industriels identifiées dans le manuel du GIEC, n'existent pas sur le territoire national. Cependant, deux cimenteries ont été mises en place (l'une à Ali-Sabieh) et l'autre à Balbala mais il s'agit d'unités de conditionnement du ciment, le clinker étant importé à l'état semi-fini. Or c'est le procédé de transformation du carbonate de calcium en clinker qui est très demandeur en énergie thermique. On dénote également une usine de fabrication de papier mais là encore il s'agit d'une usine de conditionnement du papier à partir de produits semi-finis importés. Le procédé thermique de transformation des arbres en papier n'est pas opéré à Djibouti même. Ainsi les seuls procédés industriels retenus dans l'inventaire sont (Tableau 14):

- ✓ **Produit minéraux** : l'asphaltage des routes au titre d'émission dans le sous-secteur Selon la GIEC, 100kg d'asphalte équivaut à 1m<sup>2</sup>. Il a été noté en 2000, une surface de route asphaltée de 23900m<sup>2</sup> correspondant à 2 390 000kg d'asphalte (2900 Tonnes d'asphalte).
- ✓ **Aliments et Boissons** : La production de pain et la cuisson des graisses, viandes, poissons, et volaille.

Tableau 13: Données d'activités de la catégorie PIUP

Année 2000	Tonnes
Asphaltage des routes (d'asphalte)	2 900
Poissons	740,5
Bétail	2340

### 2.4.2. Méthodologie

La méthodologie choisie s'appuie sur les lignes directrices du GIEC, version 2006, qui identifient un certain nombre de procédés industriels. Il s'agit de :

- La fabrication du ciment ou de la chaux
- Production de soude caustique
- Production de produits chimiques tels que l'ammoniac, les acides nitrique et adipiques, le carbure de silicium ; certains produits pétrochimiques
- Les industries métallurgiques tels que la transformation du fer et de l'acier, l'aluminium
- La fabrication de papier
- La production de produits halocarbonés tels que le SF<sub>6</sub>, le PFC et le HFC

Compte tenu des spécificités du tissu industriel du Djibouti, seules les émissions des sous-secteurs (Asphaltage des routes, Aliments et Boissons) ont été déterminées pour la TCN. En



plus, l'approche niveau 1 sur les données d'activités et les facteurs par défaut fournis par le GIEC 2006 ont été considérées pour l'estimation des émissions.

### 2.4.3. Résultats du calcul des émissions du PIUP

Les émissions de cette catégorie sont estimées à 0,88 Gg CO<sub>2</sub>. Pour l'année de référence 2010, quasiment aucun de ces procédés n'existent sur le territoire national.

Tableau 14: Émissions des procédés industriels et utilisation des produits

Catégorie	COVNM émis (Gg)
<b>Asphaltage des routes</b>	<b>0.76</b>
<b>Aliments et Boissons</b>	<b>0.12</b>
<b>Total</b>	<b>0.88</b>

### 2.4.4. Contrôle Qualité (CQ/Assurance)

#### 2.4.4.1. Sous-secteur des produits minéraux (Asphaltage des routes)

Au niveau de la troisième communication nationale (TCN), par manque de données récentes dans ce sous-secteur, on considère les données obtenues lors de la seconde communication nationale qui n'ont pas évolué auprès de la direction des travaux publics comme étant des données fiables. Pour assurer la qualité des inventaires de ce sous-secteur comme indiqué dans les lignes directrices du GIEC (chap6 CQ/AC, 6.4), on reconsidère la fiabilité des données de la même direction contrôle de la qualité des routes construites par les entreprises sélectionnées sur une base rigoureuse (vérification de l'épaisseur de la route, de la largeur asphaltée, de la résistance ... etc.) où le nombre de routes construites ou réhabilitées pour chaque année est précisément connu ainsi que la surface de ces routes.

#### 2.4.4.2. Le Sous-secteur des boissons et aliments

Les données issues de la cuisson des aliments et des boissons sont considérées comme fiables car provenant de la direction de la pêche du ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche.

## 2.5. Emissions et absorption du secteur de l'Agriculture, la Foresterie et l'Affectation des Terres (AFAT)

### 2.5.1. Données

#### 2.5.1.1. Bétail (3A)

A forte dominance pastorale, le sous-secteur de l'élevage est pratiqué par la plupart des éleveurs bien qu'elle demeure encore marquée par une faible productivité.

Il est pratiqué en transhumance de moyenne amplitude (40- 100 km) et de grande amplitude (100-300 km) et émettant uniquement le méthane.

Pour évaluer les émissions de CH<sub>4</sub> issues de la fermentation entérique, la TCN a fait recours aux données de la FAO du fait des incertitudes et manque d'exhaustivité des données du recensement sommaire conduit en 2004. De ce fait, les effectifs du bétail sont fournis par la base de données de la FAOSTAT (Tableau 8). Cependant, l'estimation des effectifs bovins de cette base des données FAO semble être surestimée. Conséquemment, les données sur le cheptel bovin de la seconde communication nationale de 2013 ont été reconduites pour la TCN. A partir de cette série temporelle, un taux d'accroissement a été calculé et appliqué sur la période à partir de 2010 pour le cheptel bovin. En sus, le bétail exporté en 2010 à travers le centre de Damerjog est aussi considéré. Ainsi comme le bétail exporté provient des pays frontaliers, dans l'hypothèse que 70% de ces animaux passent par le centre de quarantaine (le reste en transit) et selon la réglementation sanitaire chacun des lots d'animaux destinés à l'export doit passer 21 jours au centre, le nombre de bétail passant une année en république de Djibouti est estimé ainsi : effectif annuel/espèce x 21 jours/365 jours.

Tableau 15: Répartition du cheptel (Données FAO et SCN)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Bovins (DCN-2000)	49106	49713	50319	50925	51531	52138	52659	53186	53718	54255
<b>Camelins</b>	65000	65500	67790	68820	68820	69000	69000	72000	72000	68820
<b>Caprins</b>	510000	510000	511000	511320	512090	512090	512000	512000	513000	512000
<b>Ovins</b>	465000	462070	466000	466000	466000	466000	466000	466000	466000	466000
<b>Asins</b>	8400	8500	8600	8700	8700	8700	8700	8800	8800	8370

Tableau 16: Répartition du cheptel (Données FAO et SCN) suite

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bovins (DCN-2000)	54798	55346	55899	55612	57023	57593	58169	58750	59338	59931	60531
<b>Camelins</b>	68820	68820	70000	77 475	70000	71000	71000	71000	70980	71046	70965
<b>Caprins</b>	512000	512000	512000	514 478	512000	514000	514000	515000	515559	514369	514462
<b>Ovins</b>	466000	466000	466000	475 914	466000	470000	470000	470000	469073	469130	468732
<b>Asins</b>	8370	8370	8400	8 400	8400	8400	8400	8400	8401	8401	8387

### 2.5.1.2. Foresterie et Affectation des Terres (3B)

La TCN considère uniquement les terres gérées où des interventions ou pratiques sont appliquées.

Tenant compte de l'absence des données sur les superficies et caractérisation précise des établissements et zones humides à Djibouti, la TCN considère uniquement les sous-catégories des terres forestières, les terres cultivées et prairies.

Suivant les recommandations du GIEC en matière de bonnes pratiques et de gestion des incertitudes pour les inventaires nationaux de GES 2003 ("GPG for LULUCF"), l'absence des données exhaustives sur la stratification des sous-catégories et sur l'évolution de l'utilisation des terres gérées (ex : superficies de terres converties en une autre sous-catégorie) limite la collecte de données seulement sur les terres non converties. Les statistiques sur les superficies des différentes catégories ciblées sont fournies par la Direction de l'Agriculture et des Forêts et complétées avec les données de l'évaluation des ressources forestières de Djibouti établies en partenariat avec la FAO (Tableau 18).

Tableau 17 : Utilisation des terres gérées du Djibouti

Affectation des terres	Superficies en ha
Superficie totale terrestre	1 799 200
Terres forestières restant terres forestières	22 000
Terres agricoles restant terres agricoles	10 500
Prairies restant prairies (terres à vocation pastorale)	1 698 740

Source :

#### ✓ Terres forestière restant terres forestières (22 000 ha)

Malgré les conditions géo-climatiques généralement peu favorables à la vie, Djibouti possède une riche diversité biologique. Les terres forestières en nette régression comprennent :

- Les forêts de montagnes à *Juniperus procera* et *Terminalias brownii* des massifs de Goda et de Mabla en très nette régression
- les formations des plaines inondables à *Acacia nilotica* dense (Madgoul Andabba et Ginni-bad). Le degré de régression des *Acacia nilotica* sont moindres du fait du système de propriété adoptée par certaines communautés locales,
- les mangroves à *Ceriops tagal* et d'*Avicena Marina* du littoral nord de la région d'Obock et des îles Musha Maskali. Ces formations sont en régression.
- les formations mixtes des Oueds ainsi que les formations d'*Hyphaena tebaica* (Palmier doum) des Allol, de Gaggadé, d'Agna-Oud-Ginni et de la plaine de Galafi.

Il est aussi considéré que le volume des extractions de bois et extractions de bois pour le charbon en sont estimés respectivement à 10 000 m<sup>3</sup> et 360 000m<sup>3</sup>.

✓ Terres cultivées restant terres cultivées (10 500 ha)

Bien que le pays dans son ensemble soit à vocation pastorale, il existe toutefois des zones potentielles où se pratiquent aisément des activités agricoles. De type oasisien, la production agricole est avant tout familiale et de subsistance. Ce potentiel pour une agriculture irriguée, seule forme possible dans le pays, est estimé à 10 500 ha, correspondant à 0,6 % de la superficie terrestre nationale. On distingue seulement 2 000 ha de terres arables facilement irrigables à partir des nappes inféro-flux peu profondes ou des sources d'eau douce dans les régions des montagnes. Les sols sont des sols d'apport alluvions-colluvions récents qu'on retrouve principalement sur les terrasses, embouchures, et zones d'épandage des réseaux hydrographiques. Les 8 500 ha restants correspondent à des sols de genèse variable (sols de formation sur place ou d'apport fluvio-lacustre, terrasses anciennes secondaires et tertiaires, etc...) et nécessitent pour être mis en valeur, la mobilisation des eaux des nappes profondes (forages) à des coûts élevés.

Seul 9,5 % du potentiel, soit environ 50 % des terres facilement irrigables est actuellement valorisé par 1596 exploitations agricoles. Ces exploitations ont une superficie moyenne de 0,7 ha par exploitation et couvrent environ 10 % des besoins du pays en fruits et légumes<sup>1</sup>.

La faiblesse des rendements est principalement due à la pauvreté des sols et absence de gestion de leur fertilité, à la rareté et la salinité de l'eau, à la non maîtrise des pratiques culturales. L'intégration des productions végétales et animales pourrait être une alternative dans les zones potentielles pour les familles sédentaires ayant abandonnées le pastoralisme.

Tableau 18: Statistiques agricoles en république de Djibouti

	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Production agricole (en tonne)</b>	5 369	5600	5600	6950	7100
<b>Exploitations agricoles (nombre)</b>	1 690	1775	1771	1798	1815

Source: annuaire statistique D: ISED 2012

✓ Prairies (1 698 740 ha)

Cette sous-catégorie occupe plus de 94% des terres gérées à Djibouti. Ce sont des terres non considérées dans les formations forestières et qui servent des zones de parcours et de pâturage pour le cheptel transhumant. L'élevage à Djibouti est surtout caractérisé par la prédominance de la transhumance pratiquée par plus de 90% des éleveurs représentant environ le quart de la population totale.

Par ailleurs, la mise en place du centre régional d'exportation du bétail mettant en quarantaine les animaux ciblés pendant 21 jours et l'évolution progressive des unités semi-industrielles d'élevage pour la production de viande tendent à favoriser le développement de l'intensification du sous-secteur de l'élevage. Ne disposant pas de données exhaustives sur ce nouveau type d'élevage, la formule ci –après a été appliquée pour l'estimation des données sur cette activité :

<sup>1</sup> : Direction de l'agriculture et des Forêts, 2004/2005

Effectif du cheptel mis en quarantaine = effectif annuel/espèce x 21 jours/365 jours.

### 2.5.1.3. Sources agrégées et sources d'émissions non C2O sur les terres (3C)

Tenant compte du système agricole de subsistance dominant et de la pratique de l'élevage nomade extensif à Djibouti, cette sous-catégorie de l'AFAT est renseignée seulement à partir des données collectées sur le bétail (catégorie 3A) pour calculer :

- Les émissions de méthane provenant de la fermentation entérique sur les zones de parcours du cheptel transhumant
- les émissions directes et indirectes de N<sub>2</sub>O imputables aux terres gérées et à la gestion du fumier.

En outre, les émissions de méthane, dioxyde d'azote et autres gaz (CO, NO<sub>x</sub>, etc.) des autres sous-catégories (la riziculture, l'épandage des engrais, le brûlage des résidus agricoles, etc.) ne sont pas calculées du fait de l'absence des données précises et exhaustives.

## **2.5.2. Méthodologie d'estimation des émissions et absorptions**

### 2.5.2.1. Bétail (3A)

Disposant seulement de la caractérisation de base et les statistiques annuelles du cheptel, l'approche du niveau 1 a été utilisée pour le calcul des émissions du méthane pour l'ensemble du cheptel et aussi pour les émissions du N<sub>2</sub>O provenant de la gestion du fumier. Concernant la stratification recommandée en sous-catégories telles que recommandées suivant les bonnes pratiques (GIEC, 2003), l'inventaire des émissions sur la fermentation entérique sur les bovins laitiers n'a pas été pris en compte du fait de la prédominance de l'élevage pastoral occupant plus de 90% du système d'élevage pratiqué à Djibouti. La transhumance pratiquée sur plus de 94,4% des terres à Djibouti ne présente pas les conditions optimales de décomposition anaérobiques du fumier généré. Le déplacement permanent du cheptel induit un dépôt aérobique et non géré du fumier sur les zones de parcours produisant seulement du méthane. En sus, les données précises sur les unités d'élevage semi-intensif implantées dans la zone périurbaine ne sont pas assez exhaustives pour évaluer les émissions de N<sub>2</sub>O du fumier stocké dans les bassins ou emplacement aménagés par les éleveurs.

Ne disposant pas de facteurs d'émissions calculées selon les circonstances nationales, le calcul des émissions de la fermentation entérique et de la gestion du fumier sont déterminées avec les facteurs d'émission par défaut fournis par le GIEC (2006).

### 2.5.2.2. Foresterie et autres affectations des terres (FAT)

Les émissions et absorptions de la foresterie et autres affectations des terres (FAT ou LULUCF en anglais) sont estimées en s'appuyant d'une part sur les lignes directrices du GIEC 2006 et bonnes pratiques du GIEC sur le secteur de la Foresterie et de l'Utilisation des Terres (FAT-LULUCF) et d'autre part sur le cadre actuel de statistiques sur les terres gérées à Djibouti.

Outre la catégorie sur le bétail (3A), le secteur de l'AFAT comprend les émissions et absorptions provenant des terres (3B), des sources d'émission autres que le CO<sub>2</sub> sur les terres et les autres émissions (3D). Les bonnes pratiques sur le secteur AFAT de même que l'usage du software développé par les inventaires préconisent la stratification des catégories et surtout

l'analyse dynamique des changements d'affectation des terres entre les sous-catégories de terres pour mieux évaluer les émissions et absorptions de GES dans ce secteur.

Cependant, Djibouti demeure toujours marqué par une absence de système de suivi permanent des changements de sous-catégories de terres (ex : évolution de la déforestation sur une période de 20 ans). De ce fait, les données d'activité utilisées de la TCN, de même que la CNI et la DCN, se limitent à l'approche 1 (approche de base) qui considèrent seulement la répartition des terres en sous-catégories et sans aucune conversion. Particulièrement pour la sous-catégorie des terres forestières, les superficies considérées estimées à 22000 ha comprennent les formations forestières naturelles (6 000 ha) et les terres boisées (ex : reboisement). Ne disposant pas d'une estimation précise sur l'étendue et sources d'information sur la conversion de terres (ex : terres dégradées, terres cultivées, prairies, etc.) en terres boisées, l'inventaire de la TCN considère la totalité de terres forestières y comprises les terres boisées comme étant des terres forestières restant terres forestières

Ainsi, les 3 sous-catégories intégrées dans la TCN sont composées :

- les terres forestières restant terres forestière (formations forestières) : 3B1a
- les terres cultivées restant terres cultivées (terres agricoles) : 3B2a
- les prairies (zones de parcours du bétail transhumant) : 3B3a

Cette situation justifie le recours à l'usage des facteurs d'émissions par défaut pour toutes les émissions et absorptions estimées dans cette catégorie sur la foresterie et autres affectations des terres de Djibouti. En outre, les émissions et absorptions calculées ne concernent que le changement de stock de la biomasse aérienne d'autant plus que les conversions entre les sous-catégories de terres ne sont pas répertoriées ou notifiées au niveau du système national de suivi des terres forestières, agricoles et prairies. En outre, les autres pools de carbone (matière organique morte et matière organique du sol) ne sont pas estimés par manque de données.

#### 2.5.2.3. Autres sources d'émissions non C2O sur les terres

Du fait de l'absence de données exhaustives et précises, la TCN considère seulement les sous-catégories suivantes :

- Les émissions directes (3C4) et indirectes (3C5) de N<sub>2</sub>O imputables aux sols gérés
- Les émissions indirectes (3C6) de N<sub>2</sub>O imputables à la gestion du fumier

Cette approche méthodologique est liée aux conditions courantes de gestion du fumier qui consiste principalement au dépôt et dispersion naturelle du fumier le long des zones de parcours pendant la transhumance du cheptel.

Comme dans la CNI et la SCN, les sous-catégories sur l'application d'urée et la riziculture ne sont pas évaluées car le secteur de l'agriculture de Djibouti n'intègre pas encore ces pratiques agricoles.

### 2.5.3. Résultats des émissions du bétail

#### 2.5.3.1. Fermentation entérique (3.A.1)

En 2010, les émissions de CH<sub>4</sub> issues de la fermentation entérique à Djibouti sont estimées à 10,324 Gg CO<sub>2</sub> équivalent à 216, 8 Gg CO<sub>2</sub>eq et résultant principalement de l'élevage de dromadaires (34%) et de petits ruminants (caprins et ovins). Ce résultat sur la fermentation entérique des espèces riches en cellulose reflète la structure du cheptel dominée par les espèces animales ruminantes.

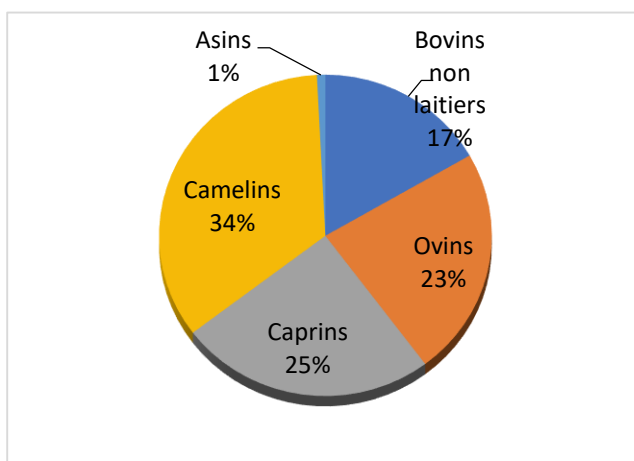


Figure 19: Emission de méthane CH<sub>4</sub> de la fermentation entérique (Gg CO<sub>2</sub>)

#### 2.5.3.2. Gestion du fumier : Emission de CH<sub>4</sub>

Les émissions de méthane résultant la pratique de la transhumance sont estimées 0,47 Gg CO<sub>2</sub> (9,92 Gg CO<sub>2</sub>eq). L'essentiel des émissions proviennent du fumier des petits ruminants (caprins et ovins) suivi de celles des camélidés (20%).

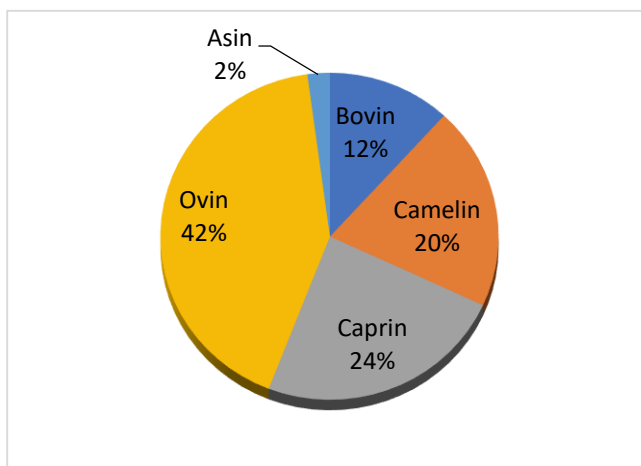


Figure 20: Emission de CH<sub>4</sub> à partir des modes de gestion du fumier

#### 2.5.3.3. Gestion du fumier : Emission de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O estimées à 0,0197 Gg CO<sub>2</sub> (6,109 Gg CO<sub>2</sub> eq) sont relativement faibles comparées aux émissions de méthane provenant de la gestion du fumier pratiquée dans les

systèmes d'élevage à Djibouti. Cette situation résulte de la faible ampleur des processus de nitrification et dénitrification du fumier stocké dans les unités d'élevage sédentaire. L'estimation non exhaustive du cheptel mise en quarantaine temporairement (21 jours) au centre d'exportation du bétail constitue aussi une limite pour une estimation réelle des émissions de N<sub>2</sub>O dans ledit centre de stabulation temporaire.

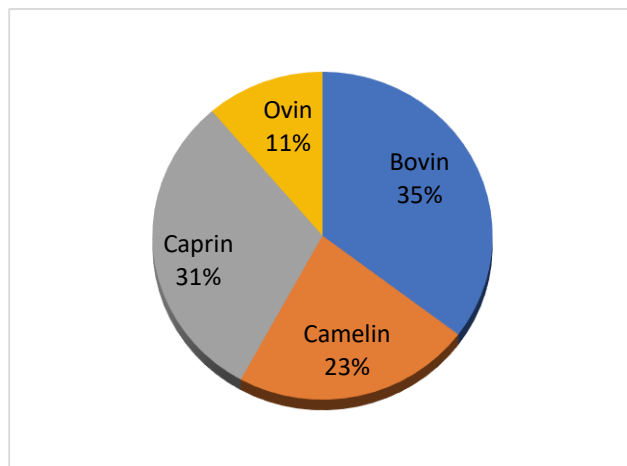


Figure 21: Emission de N<sub>2</sub>O à partir des modes de gestion du fumier

#### 2.5.4. Emissions et absorptions de la foresterie et l'affectation des terres

La catégorie de la foresterie et de l'affectation des terres de Djibouti continue d'être un puits de carbone avec plus de 7304 Gg CO<sub>2</sub> séquestrés en 2010 (Tableau 19). Les émissions et absorptions des terres forestières, agricoles et prairies sont estimées à 92, 499 GgCO<sub>2</sub> résultant de la dégradation tendancielle du couvert forestier due aux extractions de bois et de bois pour le charbon estimés respectivement à 10 000 m<sup>3</sup> et 360 000 m<sup>3</sup>.

Concernant les zones de parcours de prairies (94,4% des terres gérées de Djibouti), le méthane émis estimé à 10,324 Gg CO<sub>2</sub> équivalent à 216, 8 Gg CO<sub>2eq</sub> provient de la fermentation entérique du cheptel transhumant.

Tableau 19: Emissions et absorption provenant de la foresterie et l'affectation des terres

Catégories	Emission CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Absorption CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Emission nette CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Emission de CH <sub>4</sub> (Gg CO <sub>2eq</sub> )	Total émission Gg CO <sub>2eq</sub>
3B1a Terres forestières restant terres forestières	92,492	(-) 7396,741	(-) 7304,248		(-) 7304,248
3B2a Terres cultivées restant terres cultivées	0,007	(-) 0,033	(-) 0,026		(-) 0,026
3B3a Prairies restant prairies (terres à vocation pastorale)	-	-	-	Fermentation entérique (3.A.1)	
<b>Total</b>	<b>92,499</b>	<b>(-) 7396,744</b>	<b>(-) 7304, 275</b>		<b>(-) 7304, 275</b>

#### 2.5.5. Autres sources d'émissions non C<sub>2</sub>0 sur les terres

Les émissions directes de N<sub>2</sub>O des terres gérées sont estimées à 0,339 Gg CO<sub>2</sub> (105,387 Gg CO<sub>2eq</sub>) constituées par les émissions d'azote des urines et fumier déposé (0,295 Gg CO<sub>2</sub>) et les émissions provenant de l'azote organique du fumier déposé sur les zones de pâturages (0,044 Gg CO<sub>2</sub>) représentant respectivement 87% et 13% des émissions de cette sous-catégorie.



### 2.5.6. Evolution des émissions nettes de l'AFAT

Les émissions totales nettes (émissions et absorptions) de l'AFAT sont estimées à -6966,06 GgCO<sub>2</sub>eq traduisant la forte dominance des absorptions de GES provenant de l'écosystème forestier. L'inventaire de la TCN sur l'AFAT caractérisé par le puits de carbone confirme les tendances historiques de la CNI et de la SCN passant d'une émission nette de 475,77 Gg CO<sub>2</sub>eq en 1994 à 6966,0584 Gg CO<sub>2</sub>eq (Figure 22). Il faudra garder à l'esprit que l'outil de calcul a changé entre la SCN et la TCN entraînant ainsi un changement de nomenclature. Il en a été tenu compte dans la comparaison pour pouvoir effectuer le graphique. Agriculture et LULUCF étant devenus un seul et même secteur AFOLU ou AFAT.

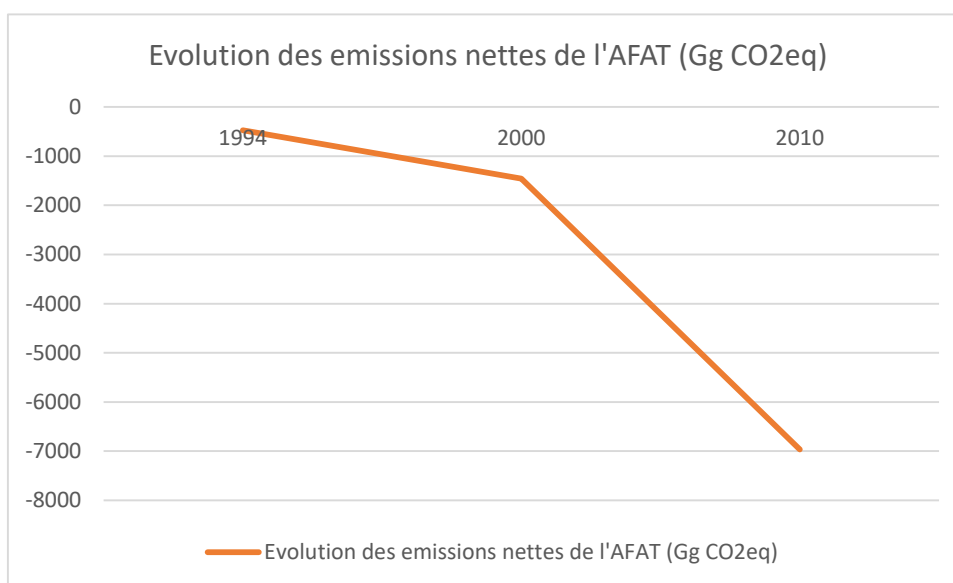


Figure 22: Tendence des émissions nettes de l'AFAT de 1994 à 2010

Les émissions nettes des terres forestières et des prairies constituent la principale source d'absorption même si les émissions de N<sub>2</sub>O sur les zones de prairies demeurent une source d'émission non négligeable. A ce niveau, il faut aussi noter que l'analyse comparative a été effectuée en essayant de considérer les modifications opérées sur les sous-catégories entre la méthodologie de classification GIEC 1996 et celle des lignes directrices GIEC 2006.

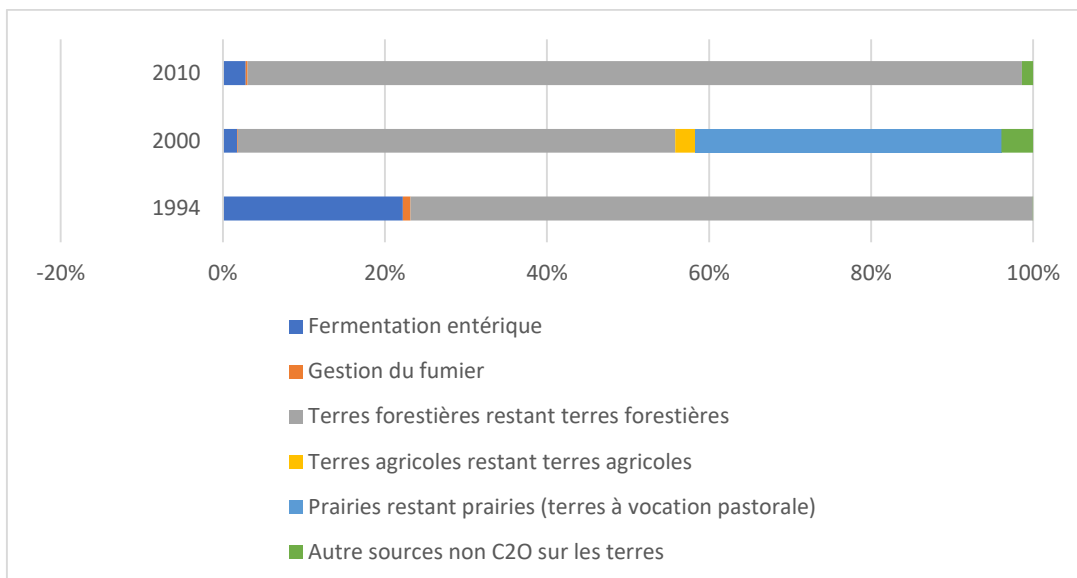


Figure 22: Tendence des émissions par catégorie de l'AFAT de 1994 à 2010

Depuis la première communication, le secteur de l'AFAT reste encore dominé par les émissions de CO<sub>2</sub> estimées à plus de 60% surtout résultant du potentiel important de séquestration des terres forestières restant forestières. Cependant, il est important de noter que l'absence de données exhaustives sur les conversions de terres forestières et agricoles constitue une limite réelle pour mieux apprécier l'évolution des émissions de gaz dans le secteur de l'AFAT.

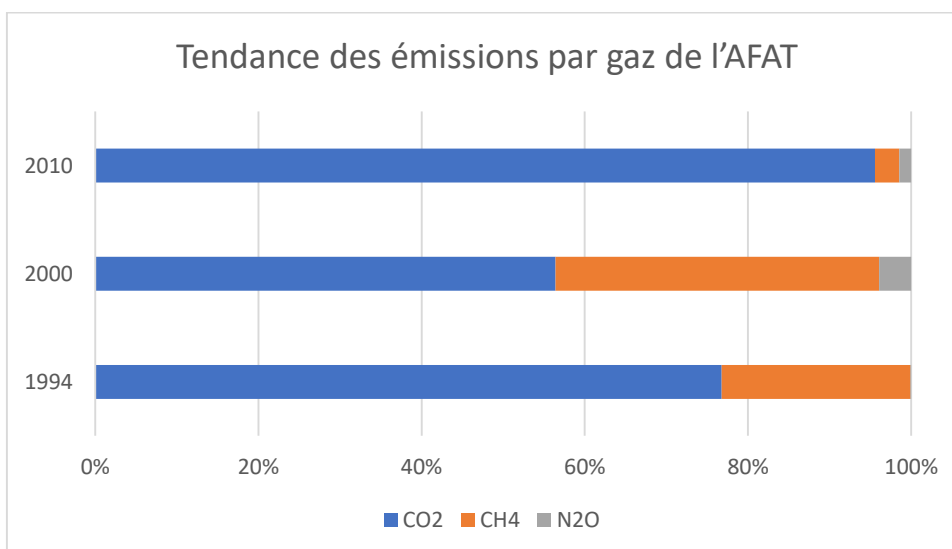


Figure 23: Tendence des émissions par gaz de l'AFAT de 1994 à 2010

### 2.5.7. Contrôle de la qualité et analyse des incertitudes de la catégorie AFAT

Conformément aux bonnes pratiques du GIEC (Volume 1, Chapitre 6), l'inventaire des GES de la catégorie de l'AFAT de Djibouti a été conduit en s'appuyant sur un processus continu de contrôle de la qualité des données collectées fournies par les départements sectoriels de l'agriculture, de l'élevage et des eaux de forêts. Précisément, cette phase exploratoire de collecte et de consolidation des données d'activités a consisté principalement au contrôle et à la triangulation des sources d'informations (communication nationale I & II, rapport d'études, données FAOSTAT, etc.) et ensuite à la vérification des données (superficies des catégories

de terres, évolution du cheptel, etc.) pour s'assurer de la cohérence, de l'exhaustivité, de l'exactitude et la précision des données.

Concernant l'analyse des incertitudes, il est opportun de soulever la limite principale de l'inventaire consistant au recours exclusif des facteurs d'émission par défaut proposé par le GIEC. L'approche de niveau 1 utilisée se justifie par l'absence des facteurs d'émission spécifiques au contexte national et conséquemment reflète partiellement les circonstances nationales pour toutes les estimations d'émissions et d'absorptions du secteur de l'AFAT. Le second niveau d'analyse des incertitudes réside dans les serrures systémiques (exactitude) et/ou aléatoires (précision) sur les données des terres agricoles et de la composition du cheptel, etc. En l'absence d'un système d'information permanent sur les données désagrégées des sous-catégories de l'AFAT (la stratification détaillée du cheptel et de la gestion du fumier, l'évolution des taux de conversion des terres, etc.), le calcul de la combinaison des incertitudes (Niveau 1) sur les données d'activités et facteurs d'émission par défaut affiche une fourchette moyenne 58,31% d'erreurs sur l'inventaire de la catégorie de l'AFAT.

## 2.6.Émissions de GES du secteur des Déchets

### 2.6.1 Données

Les données collectées proviennent essentiellement de l'étude menée par la JICA qui estime la production de déchets pour la ville de Djibouti à environ 344 Tonnes par jour pour l'année 2015 dont uniquement 60% sont collectées par le système de collecte de l'OVD. Annuellement, les quantités de déchets générés sont donc de l'ordre 125.560 tonnes de déchets dont 60% sont collectées représentant 75 336 tonnes. Une bonne partie des déchets non collectées font l'objet d'incinération à l'air libre dans les quartiers mêmes.

Tableau 20 : Estimations des tonnages de déchets produits par la ville de Djibouti

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
91872	94536, 3	97277, 8	100098, 8	103001, 7	105988, 8	109062, 4	112225, 3	115479, 8	118828, 7

Tableau 21 : Projection de la population de Djibouti à partir des données de la SCN

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
52659 3	542390, 8	558662, 5	575422, 4	592685, 1	610465, 7	628779, 6	647643	667072, 3	687084, 4

### 2.6.2. Méthodologie

Les déchets collectés sont stockés dans la décharge de Douda situé dans le village de Douda à 10 km de la ville de Djibouti. Ainsi, les émissions issues du sous-secteur des eaux usées sont difficiles à quantifier en l'absence de données chiffrées sur cette activité. L'estimation des émissions provenant des déchets a été faite suivant les lignes directrices du GIEC, version 2006 ainsi établie dans la seconde communication nationale (SCN).

### 2.6.3. Emissions

Les différentes catégories considérées dans le secteur des déchets sont : l'élimination des déchets solides, le traitement biologique des déchets solides, l'incinération et combustion à l'air libre des déchets et enfin le traitement et rejet des eaux usées.

Les données du sous-secteur des eaux usées sont difficiles à quantifier en l'absence de données chiffrées sur cette activité. En conséquence, les émissions des déchets solides ont été déterminées sur la base des projections de la SCN (Tableau 22).

Tableau 22 : Tendances des émissions des déchets en Gg de CH<sub>4</sub>

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
3,09	3,18	3,27	3,37	3,48	3,6	3,7	3,8	3,9	4,03

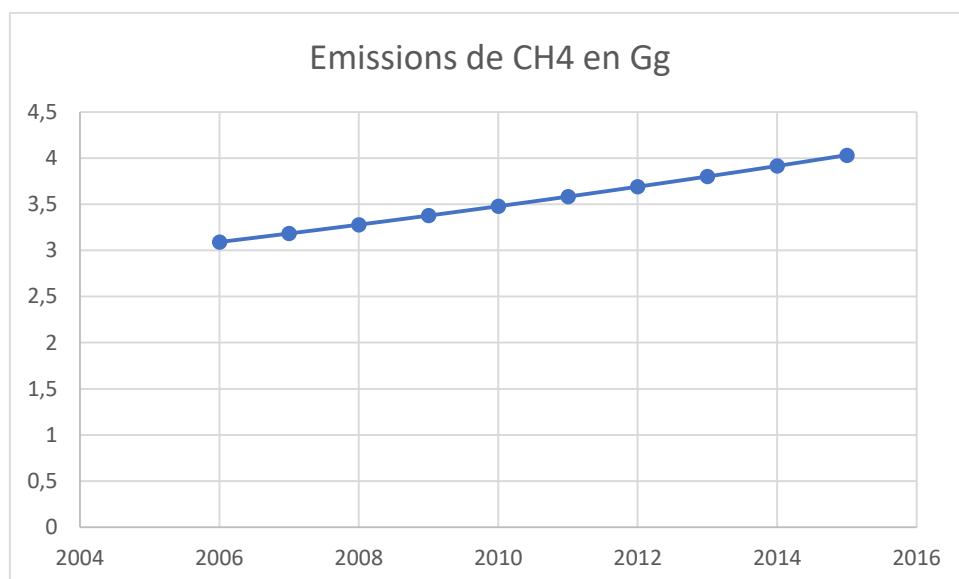


Figure 24 : Evolution des émissions du secteur des déchets

L'analyse des graphiques sur les tendances des émissions de gaz à effet de serre montre une croissance moyenne des émissions de méthane entre 2006 et 2010 proportionnelle à l'augmentation de la population.

Les émissions des gaz à effet de serre pour le secteur des Déchets s'élèvent à **3,48 Gg CH<sub>4</sub> en 2010** pour la République de Djibouti, ce qui est équivalent à 73,08 Gg Eq CO<sub>2</sub>.

Tableau 23 : Emission du secteur des déchets

Sources	Emission de CH <sub>4</sub> (Gg)	Gg CO <sub>2</sub> eq
<b>Déchets solides</b>	3,48	73,08
<b>Eaux usées</b>	0	
<b>TOTAL</b>	3,48	73,08

Contrairement aux émissions de 2000, les émissions du secteur des déchets ont connu une forte croissance due probablement à l'évolution de la population passant de **441 013** en 2000 à **592685** en 2010.

#### 2.6.4. Contrôle Qualité (CQ/Assurance)

Les données fournies sont tirées de l'étude de la JICA. Avec l'absence de données chiffrées dans le sous-secteur des eaux usées domestiques et industrielles, les émissions de CO<sub>2</sub> et de N<sub>2</sub>O attribuables n'ont pas été estimées.

**Section A : Programmes comportant des mesures visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques (Décision 17/CP.8, Paragraphe 32)**

---

## **Chapitre 3 : Vulnérabilité et Mesures prises ou envisagées visant à faciliter une adaptation appropriée aux changements climatiques**

### **3.1. Introduction**

D'après le cinquième rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat<sup>2</sup>, le réchauffement climatique global est sans équivoque. Depuis l'époque préindustrielle, la température augmente d'environ 1°C en moyenne globale. Au rythme actuel d'augmentation d'émission des gaz à effet de serre, la hausse de la température devrait atteindre +1.5°C entre 2030 et 2052. L'Afrique devrait se réchauffer entre 3 et 4°C à l'horizon des années 2080, soit environ 1.5 fois plus que la moyenne globale<sup>3</sup>.

Située dans la Corne de l'Afrique en zone climatique aride et semi désertique, la République de Djibouti est particulièrement exposée à la variabilité et aux changements climatiques. L'analyse des séries de température composées montre un réchauffement de 1.7°C depuis 1950. Djibouti a subi ces dernières décennies des périodes pluriannuelles de sécheresses et des fréquentes inondations éclairs et intenses. Les projections du GIEC à horizon 2050 énoncent pour Djibouti une hausse de 1 à 2°C avec une variabilité interannuelle accrue, une augmentation des événements extrêmes en fréquence et en amplitude et enfin une élévation du niveau marin de 20 à 40 cm.

Consciente de la vulnérabilité de ses milieux naturels déjà soumis aux conditions extrêmes (50°C à l'ombre en été), la République de Djibouti s'est engagée depuis 1995 dans l'effort international pour juguler les effets du changement climatique. Après la Communication Nationale Initiale et la Seconde Communication Nationale, la Troisième Communication Nationale (TCN) lancée en 2017 cible trois secteurs prioritaires par rapport à la vulnérabilité et à l'adaptation :

- d) les ressources en eau
- e) l'agriculture
- f) les zones côtières.

### **3.2. Approche générale d'évaluation de vulnérabilité et des mesures d'adaptation**

La méthodologie appliquée est basée sur la définition<sup>4</sup> de la vulnérabilité utilisée dans le 4ème Rapport d'évaluation du GIEC (GIEC AR4). Le Guide de référence sur la vulnérabilité (GI, 2014) s'appuie sur cette définition pour distinguer quatre composantes clefs qui déterminent si, et dans quelle mesure, un système est susceptible d'être impacté par les changements climatiques : l'exposition, la sensibilité, l'impact potentiel et la capacité d'adaptation.

#### **3.2.1. Définitions de la vulnérabilité et de ses composantes**

L'analyse de la Vulnérabilité de la TCN de la République du Djibouti a été conduite en considérant le cadrage conceptuel du quatrième rapport d'évaluation du GIEC (AR4) (GIEC, 2007) (Figure 26)

---

<sup>2</sup> IPCC, 2014. AR5 Climate Change 2014. Mitigation of climate change.

<sup>3</sup> IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 22, Africa (p.8)

<sup>4</sup> GIZ. 2017. Guide de référence sur la Vulnérabilité. Concept et lignes directrices pour la conduite d'analyses de vulnérabilité standardisées. 180 p.

- ✓ **Vulnérabilité** : Degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur, et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité, et de sa capacité d'adaptation<sup>5</sup>.

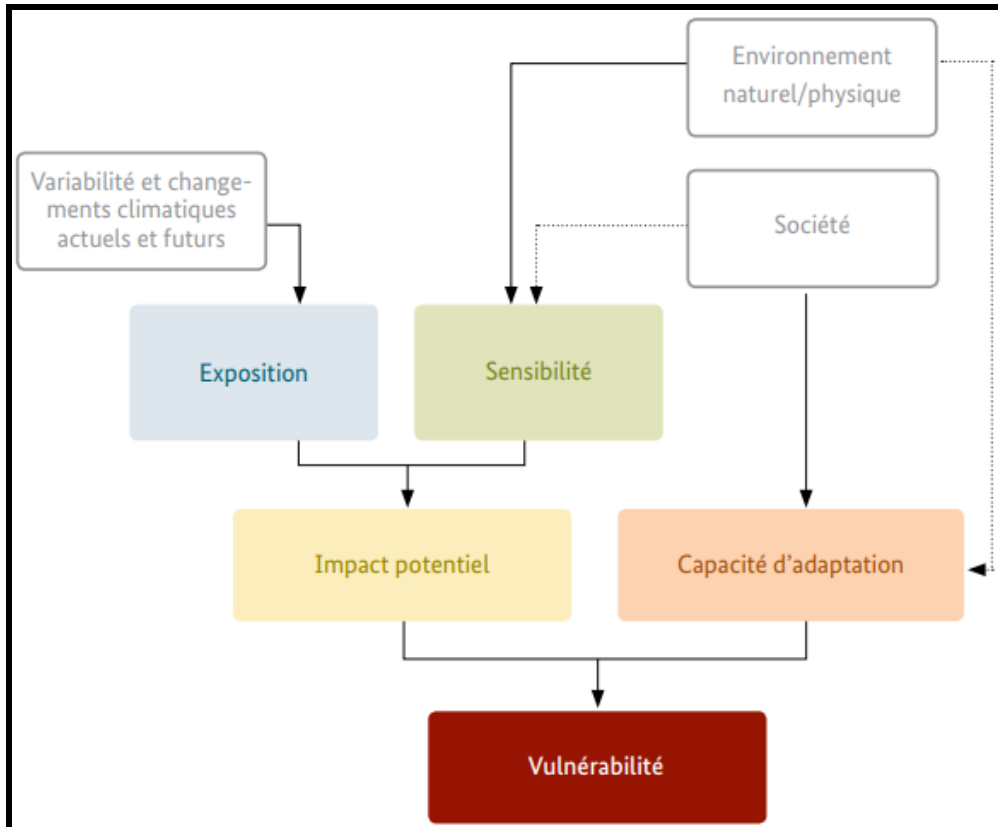


Figure 25 : Les quatre composantes de la vulnérabilité (GIZ, 2015)

- ✓ **Exposition** : La nature et le degré auxquels un système est exposé à des variations et ou des aléas climatiques importants.
- ✓ **Sensibilité** : Le degré auquel un système est affecté ou modifié de manière négative ou bénéfique, par des stimuli liés au climat. L'effet peut être direct (par exemple, une modification du rendement des cultures en réponse à une variation de la température) ou indirect (par exemple, des dommages causés par une augmentation de la fréquence des inondations côtières dues à l'élévation du niveau de la mer)<sup>6</sup>.
- ✓ **Capacité d'adaptation** : Capacité d'un système à s'adapter au changement climatique – y compris la variabilité et les phénomènes climatiques extrêmes - Ensemble des capacités, des ressources et des institutions d'un pays ou d'une région lui permettant de mettre en œuvre des mesures d'adaptation efficace.

La somme de l'exposition (**E**) et de la sensibilité (**S**) définit l'Impact Potentiel. La vulnérabilité (**V**) correspond à la somme de l'impact potentiel (**IP**) et de la capacité d'adaptation (**CA**).

$$IP = E + S$$

<sup>5</sup> GIECC, 2007 ; Parry et al. 2007.

<sup>6</sup> McCarthy et al., 2001.



$$V = IP + CA$$

### 3.2.2. Démarche méthodologique

Pour chaque composante de la vulnérabilité ci-dessus définie, des facteurs pertinents sont identifiés (facteurs d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation). Ces facteurs sont quantitativement évalués à l'aide des indicateurs dument sélectionnés.

Les vulnérabilités actuelles et futures sont analysées par les méthodes quantitative et qualitative. Les indicateurs choisis sont d'abord analysés par les méthodes statistiques à l'aide de données quantitatives. Ensuite, l'évaluation qualitative a consisté à attribuer, sur la base des analyses quantitatives, une magnitude d'intensité (négligeable, faible, moyen, fort et très fort). Cela a permis de calculer une valeur moyenne pour l'exposition, la sensibilité et la capacité d'adaptation.

De façon globale, la démarche méthodologique appliquée s'articule en cinq principales étapes comprenant : i) la définition de la portée spatio-temporelle et sectorielle (périmètre d'analyse), ii) l'élaboration des chaînes d'impacts, iii) l'évaluation de la vulnérabilité actuelle, iv) l'élaboration de la vulnérabilité future et v) l'identification des mesures d'adaptation

#### 3.2.2.1. Étape 1 : Portée de l'analyse de la vulnérabilité et des mesures d'adaptation

Cette section présente le périmètre d'analyse de la vulnérabilité comprenant entre autres :

- ✓ Le contexte de la vulnérabilité du secteur en question et des sous-secteurs ciblés en prenant compte les tendances des communications précédentes et politiques climatiques et aussi des stratégies de développement en cours, etc.
- ✓ L'horizon spatio-temporel afin de délimiter le plus possible les zones éco-géographiques et l'échelle de temps approprié pour l'analyse de la vulnérabilité et l'identification des mesures d'adaptation.

#### 3.2.2.2. Etape 2 : Élaboration des chaînes d'impacts

L'élaboration de la chaîne d'impact constitue la première et la plus importante étape de l'analyse de la vulnérabilité. Elle permet d'établir les relations de causes-effets et identifie les facteurs clés déterminant l'exposition, la sensibilité et les capacités d'adaptation.

Pour la composante de l'exposition, en partant des impacts potentiels préalablement identifiés et, en passant par les impacts intermédiaires et en remontant aux facteurs climatiques déclencheurs<sup>7</sup>, une chaîne d'impacts a été élaborée pour chaque aléa climatique. De façon analogue et, en se basant sur les caractéristiques biophysiques et socio-économiques de la zone d'étude, les chaînes d'impacts ont été établies pour la Sensibilité et la Capacité d'Adaptation. Enfin, pour chaque aléa climatique déterminé (par ex. précipitation), une chaîne d'impact combinant à la fois les facteurs d'exposition, de sensibilité et de la capacité d'adaptation a été établie.

Ce travail a permis de compiler, au niveau de la zone d'étude, tous les impacts potentiels associés aux aléas climatiques précédemment identifiés. Ensuite, la consultation et l'avis des

---

(7) GIZ, 2017. Guide de référence sur la vulnérabilité. Concept et lignes directrices pour la conduite d'analyses de vulnérabilité standardisées.

experts a permis de regrouper et de sélectionner les impacts les plus pertinents pour l'analyse de la vulnérabilité.

Cette étape est effectuée en identifiant pour chaque composante les indicateurs pertinents pour procéder à une évaluation objective et précise par rapport aux différents facteurs climatiques identifiés.

### 3.2.2.3. Etape 3 : Agrégation et évaluation de la vulnérabilité actuelle

La vulnérabilité actuelle a été évaluée à travers l'analyse des indicateurs identifiés et définis pour chaque composante. Pour chaque type d'aléas climatiques, au moins un indicateur a été sélectionné. Les données permettant de chiffrer ces indicateurs ont été collectées selon leur disponibilité.

Pour chaque composante de la vulnérabilité et pour chaque aléa climatique considéré, les indicateurs sont évalués par des méthodes d'analyse statistiques robustes. Cela a permis de décrire et de caractériser l'évolution temporelle du paramètre climatique, déterminer les fréquences des événements extrêmes ainsi que les tendances long terme.

Ensuite, les valeurs d'indicateur ont été normalisées suivant la méthode min-max (GIZ, 2015) (Equation 1)

$$X_{i, 0 \text{ to } 1} = \frac{X_i - X_{Min}}{X_{Max} - X_{Min}} \quad \text{Equation 1 : Calcul de la valeur normalisée}$$

Ainsi, les valeurs métriques d'indicateurs sont transformées en valeurs sans unités comprises entre 0 et 1. On définit « 0 » comme « situation optimale, aucune amélioration nécessaire ou possible » et « 1 » comme « situation critique, système ne fonctionne plus ». Etant donné qu'une donnée permettant de différencier les relatifs d'un indicateur par rapport aux autres, une pondération 1 est appliquée à tous les indicateurs.

Ensuite, les valeurs normalisées sont classées en cinq intervalles (0 ; 0,25 ; 0,5 ; 0,75 ; 1). Suivant l'intervalle où se situe la valeur normalisée, une note est attribuée à l'indicateur sur une échelle de notation allant de 1 à 5, correspondant à 5 niveaux d'intensité (négligeable, faible, moyen, fort et très fort) de l'exposition et de la sensibilité aux aléas climatiques (Tableau 24).

Tableau 24 : Échelle et interprétation des valeurs d'indicateurs normalisés

<b>Intervalles des valeurs des indicateurs</b>	0 – 0,24	0,25 – 0,49	0,5- 0,74	0,75 – 0,99	1
<b>Classe</b>	1	2	3	4	5
<b>Interprétation</b>	Négligeable	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé

La normalisation des données portant sur les capacités d'adaptation (Tableau 25) est effectuée avec une interprétation inverse à celle conduite pour l'exposition et la sensibilité. D'une façon simple, plus les capacités d'adaptation sont faibles, plus la vulnérabilité peut être élevée ( se traduisant par une classe plus élevée).

Tableau 25 : Échelle et interprétation des valeurs d'indicateurs normalisés

<b>Intervalles des valeurs des indicateurs</b>	0 – 0,24	0,25 – 0,49	0,5- 0,74	0,75 – 0,99	1
<b>Classe</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Interprétation</b>	Capacités négligeables/ inexistantes	Faible	Moyen	Elevé	Capacités très bonnes/ très élevées

Après cette phase de normalisation des notes d'évaluation, une moyenne arithmétique est effectuée pour obtenir une note agrégée composite simple de chaque composante de la vulnérabilité (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation) ; (Équation2)

$$IC = \frac{(I_1 * w_1 + I_2 * w_2 + \dots + I_n * w_n)}{\sum_1^n w} \quad \text{Équation 2 : Calcul de l'indicateur composite des composantes de la vulnérabilité}$$

IC : Indicateur Composite de l'exposition, sensibilité et capacité d'adaptation

I : Indicateur (s) des composantes de la vulnérabilité

W : coefficient affectée à l'indicateur si la pondération est appliquée. Pour la TCN, si la pondération n'a pas été appliquée, l'IC est obtenue par une somme simple des notes des indicateurs à laquelle est divisée la somme du nombre d'indicateurs.

Ensuite, l'évaluation de l'impact potentiel est déterminée (Équation3)

$$IP = \frac{(EX * w_{EX} + SE * w_{SE})}{w_{EX} + w_{SE}} \quad \text{Équation 3 : Calcul de l'impact potentiel de la vulnérabilité}$$

IP : Indicateur composite de l'Impact Potentiel, EX : Indicateur composite de l'Exposition, SE : Indicateur composite de la Sensibilité ;  $w_{EX}$  et  $w_{SE}$  étant respectivement les poids attribués à l'exposition et la sensibilité. Pour la TCN, si la pondération n'a pas été appliquée, le IP est obtenu par une somme simple des résultats des indicateurs compositions de la sensibilité et de l'exposition à laquelle est divisée par la valeur 2.

La dernière étape du calcul est l'évaluation de la vulnérabilité (Équation4)

$$V = \frac{(IP * w_{IP} + CA * w_{CA})}{w_{IP} + w_{CA}} \quad \text{Équation 4 : Calcul de la Vulnérabilité}$$

V : Indicateur composite de la Vulnérabilité ; IP : Indicateur composite de l'Impact Potentiel déjà calculé antérieurement, CA : Indicateur composite de la Capacité d'Adaptation ;  $w_{IP}$  et  $w_{CA}$  étant respectivement les poids attribués à l'Impact Potentiel et la Capacité d'Adaptation. Pour la TCN, si la pondération n'a pas été appliquée, la V est obtenue par une somme simple des résultats des indicateurs compositions de l'IP et de la CA à laquelle est divisée par la valeur 2.

#### 3.2.2.4. Étape4 : Évaluation de la vulnérabilité future

La même approche d'évaluation est effectuée en déterminant des valeurs des différentes composantes de la vulnérabilité sur la base des indicateurs définis et cohérents. Aussi, le même procédé d'agrégation est suivi en appliquant d'abord la normalisation des valeurs par la méthode min-max et une classification des valeurs obtenues.

En outre, la vulnérabilité future aux aléas climatiques précédemment identifiés est analysée à travers les scénarii qui reflètent l'évaluation dynamique et probable des conditions climatiques, biophysiques et socio-économiques au niveau de la République de Djibouti. Les trois composantes de la vulnérabilité ont été évaluées en analysant l'évolution future des conditions climatiques, des conditions écologiques (état des écosystèmes), des conditions socio-économiques (croissance démographique, revenus) et des capacités au niveau local et national.

#### 3.2.2.5. Etape 5 : Identification des mesures d'adaptation

Le processus de choix des mesures comprend entre autres, i) l'identification des mesures plausibles et pertinentes d'adaptation en s'appuyant sur les résultats de l'analyse de la vulnérabilité, ii) la priorisation des mesures sur la base des critères établis, iii) l'analyse des résultats de la priorisation en fonction des orientations stratégiques de lutte contre les changements climatiques et politique de développement économique du pays.

### 3.3. Vulnérabilité et Adaptation : Zones côtières

#### **3.3.1. Les aléas climatiques les plus pertinents**

Les recherches documentaires, l'analyse des archives anciennes et les consultations des populations locales ont permis d'identifier trois aléas climatiques majeurs et qui menacent particulièrement la ville de Djibouti/littoral sud. Ce sont, par ordre d'importance :

- i) Les précipitations : les eaux torrentielles, les inondations, la sécheresse
- ii) l'élévation du niveau marin
- iii) l'augmentation de la température de l'air et de la mer.

Chacun de ces aléas climatiques conduit à plusieurs types d'impacts dont l'importance est tributaire de la sensibilité et de la capacité d'adaptation. Ces différents facteurs interagissent et aboutissent à la vulnérabilité. Les impacts résultants de trois aléas identifiés ainsi que les interactions sont analysés à l'aide des chaînes d'impacts.

#### **3.3.2. Les chaînes d'impacts.**

Les différents types d'impacts ci-dessus décrits s'additionnent et agissent en cascade. Les principaux aléas déclencheurs, les impacts générés ainsi que les relations de cause à effets sont illustrés dans le schéma des chaînes d'impacts de la figure 27. La suite de l'étude s'appuie sur ce schéma de référence.

Surface de la mer	EXPOSITION		SENSIBILITE	CAPACITE D'ADAPTATION
	TEMPERATURE Evaporation	PRECIPITATION Eaux pluviales	Facteurs de sensibilité Biophysique et socio-économique	Connaissances de l'aléa précipitation et modélisation
	<b>Eaux torrentielles</b>	<b>Eaux stagnantes</b>	Sols, Topographie Pente Type des habitats, Population Aménagement	Technologies de prévision et de prévention des inondations
	Torrents Accidents meurtriers Pertes de jardins Pertes des bétails Pertes des habitats	<b>Inondation urbaine</b>  Pertes des biens matériels		
	Dégradation des Infrastructures (routes, voie ferrée, usines, entreprises, etc)	Dégradation des établissements Publics et privés Insalubrité et maladies	Système de drainage et d'évacuation des eaux pluviales	Ressources pour l'évacuation des eaux pluviales
	Erosion côtière, Perte des terres arables		Nature de sols Géomorphologie Topographie	Conception des micro-barrages pour atténuer l'érosion
	Apports de déchets et des sables Dégradation de la qualité des eaux côtières		Système de gestion de déchets Système de suivi de la qualité de l'eau	Accès aux technologies de gestion de déchets et de suivi de la qualité des eaux
	Réchauffement de la surface de la mer Élévation du niveau marin	Impacts sur : récifs coralliens mangroves poissons	Type d'espèces de -coraux -mangroves -poissons	Expertise pour l'évaluation de la pollution par les eaux pluviales



**Impacts potentiels**

**Capacités d'adaptation**

## MESURES D'ADAPTATION

Figure 26 : Chaîne des impacts de la zone côtière



### 3.3.3. Définition des indicateurs

Pour chaque composante de la vulnérabilité et pour chaque facteur, un ou plusieurs indicateurs sont définis. La définition et le choix des indicateurs se basent sur les données collectés et les paramètres analysés (tableau 9).

Tableau 26 : Facteurs de vulnérabilité et les indicateurs d'évaluation

Composantes de la vulnérabilité	Facteur	Indicateur	Données sources	et	Méthodes d'analyse	Paramètres analysés
Exposition	Température de la surface de la mer (TSM)	Nombre de mois durant lesquels TSM > moyenne annuelle	Données satellites		Analyse statistiques des séries temporelles	Fréquences de réchauffements Période (T) Tendance Cartographie de la TSM
		Zone côtière affectée par le réchauffement				Extrêmes de TSM
	Précipitations	Nombre de mois sans pluies ou à pluviométrie < 10 mm	Agence nationale de la météorologie		Analyse statistiques des séries temporelles	Classification de la pluviométrie : P = 0 P < 10 mm P > 10 mm
		Nombre de mois avec une pluviométrie > 10 mm				
Elévation du Niveau marin	Augmentation de la hauteur d'eau	Données marégraphique (UHSLC : <a href="http://www.io-c-sealevelmonitoring.org/station.php?code=djib">http://www.io-c-sealevelmonitoring.org/station.php?code=djib</a> )		Analyse de la série temporelle	Détermination d'une tendance linéaire et du coefficient de régression (pente de la droite)	
Sensibilité	Géomorphologie	Présence des zones dont l'altitude < 2 m	Modèle numérique de terrain DEM ASTER 30 m		Analyse des cartes	Cartes d'altitude et de Pente Profils topo verticaux
		Présence des zones à pente douce < 2 %				
	Sols	Présence des sols compacts	Cartes des sols (CERD)		Analyse des cartes	Perméabilité
	Présence des récifs coralliens	Taux de blanchissement des coraux	Revue documentaire		Analyse des espèces sensibles	% de coraux
Présence des habitats précaires et populations pauvre	Densité de la pop Revenus/ménage chômage	Revue documentaire (DISET. 2018, EDAM4)		Enquête auprès des populations affectées	Densité de la population et revenu/ménage % de chômeurs	
Capacité d'adaptation	Connaissances	Travaux scientifiques	Revue documentaire			
	Technologie de prévision et	Capacité à prévoir et à prévenir	Revue documentaire		Enquête auprès des	

	prévention	populations riveraines de l'oued
Gouvernance	Plans de gestion de l'aléas Organisation des structures	Revue documentaire

### 3.3.4. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité actuelle

#### 3.3.4.1. Analyse de l'exposition

##### 3.3.4.1.1. Exposition à l'augmentation de la température

A Djibouti, les fortes chaleurs perdurent toute l'année avec une température moyenne annuelle de 29,8°C. Les variations annuelles de la température montrent deux saisons thermiques bien séparées : la saison fraîche (novembre-mars) et la saison chaude (avril-octobre). Le mois le plus chaud est le mois de Juillet avec une température moyenne de 36,3°C, tandis que janvier est le mois le moins chaud avec une température moyenne de 25°C à Djibouti.

Tableau 27 : Station de Djibouti –Températures moyennes mensuelles (source : ANMD)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Djibouti	25,3	25,8	27,1	29,3	33,1	36,6	37,5	35,8	35,1	30,4	27,9	25,8	27,1
T° max.	27,7	27,2	28,6	30,8	35,9	37,7	39,7	37,9	36,7	31,8	31,8	30,2	33,1
T°min.	24,0	24,1	25,6	27,4	29,9	33,4	33,4	34,8	33,9	33,5	29,1	26,2	24,7

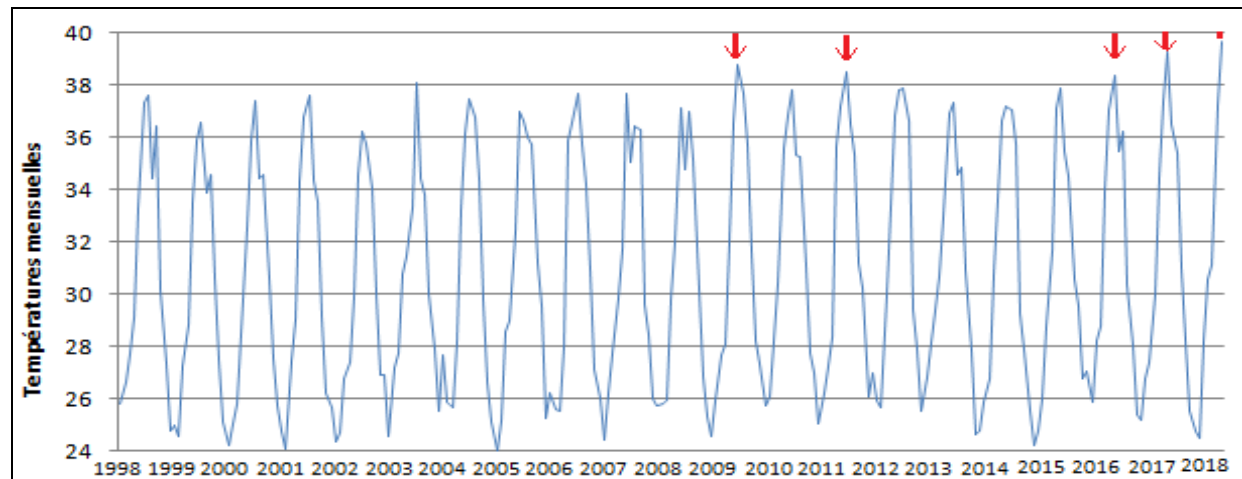


Figure 27 : Moyennes mensuelles de la température de l'air 1998-2018 (Station Djibouti)

- Les variations annuelles de la température

Les données sur la température de l'air sont analysées sur la période de 1998 à 2018. La décomposition de la série temporelle par la méthode spectrale singulière (Singular Spectrum Analysis<sup>8</sup>, SSA) montre un cycle annuel très fort représentant 90 % de la variance. La température augmente d'avril à juin et les fortes chaleurs persistent toute la période d'été jusqu'en octobre (Figure, en rouge). Elle baisse à partir du mois de novembre jusqu'au mois de mars. L'amplitude de variation annuelle moyenne est de 6 °C.

<sup>8</sup>Golyandina, N. 2013. Singular spectrum analysis.



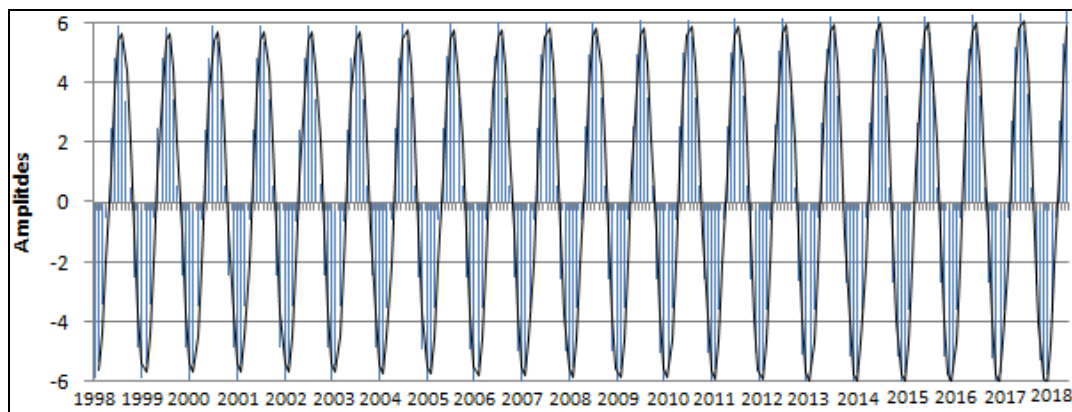


Figure 28 : Cycle annuel de la température

- Variations interannuelles et tendances long terme
  - *Les extrêmes de température*

Les variations interannuelles représentent 10 % de la variance totale. Les maximums de température varient d'une année à l'autre. A partir de 2011, les températures ont été supérieures à l'amplitude annuelle moyenne (Figure 6). Les années 2009, 2011 et 2017, 2016 et 2018 ont été les plus chaudes.

- *Tendance décennale*

Les résidus obtenus par élimination du cycle annuel indiquent une tendance à la hausse (Figure 30). La régression linéaire par la méthode de moindre carré révèle une augmentation de 0.004 °C/mois ce qui équivaut à +0.05°C/ans soit une augmentation de 1.05°C en 20 ans.

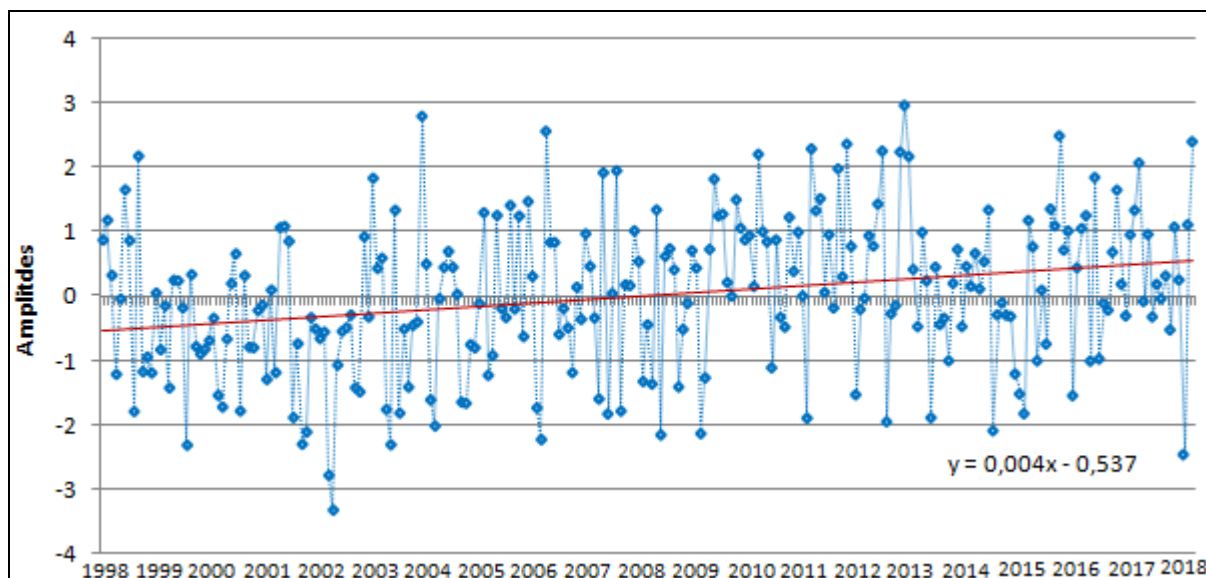


Figure 29 : Variations décennales de la température de l'air (1998-2018)

- Exposition à la température de la surface de la mer (TSM)

Les variations de la température de l'air influencent la température de l'eau de mer. L'océan et l'atmosphère sont en interaction perpétuelle et échangent de l'énergie et de la matière. Les rayonnements solaires (flux radiatifs) chauffent les eaux superficielles de l'océan. En retour, l'océan chauffe l'atmosphère par convection<sup>9</sup>.

▪ Variations annuelles

En République de Djibouti, les données sur la température de l'eau de mer sont très rares en raison de l'absence des stations marines. L'analyse de la variance de la TSM dans le golfe de Tadjourah a été réalisée à l'aide de données (Defense Meteorological Satellite Program, Capteur Special Sensor Microwave/Imager (SSM/I)<sup>10</sup>. Cette étude a révélé que la variance de TSM est dominée à 88,9 % par les cycles saisonniers. Le cycle annuel explique 74.3 % de la variance et montre comme la température de l'air, une phase de réchauffement des eaux marines suivie d'une phase de refroidissement. A noter que le cycle annuel de la TSM est directement calqué sur celui de la température de l'air. Durant la phase de réchauffement solaire, les TSM peuvent atteindre jusqu'à 32°C<sup>11</sup>

Le cycle semi annuel (14.6 %) indique la baisse de la TSM durant l'été entre juillet et août. Cette baisse a été associée à la remontée de la thermocline saisonnière vers la surface de la mer<sup>12</sup>. Ce phénomène s'accompagnerait de blooms phytoplanctoniques attirant beaucoup de poissons pélagiques. Le refroidissement des eaux durant la saison fraîche est attribué aux masses d'eaux froides en provenance de la mer d'Arabie.

▪ Variations interannuelles et tendance long terme

La série temporelle de TSM montre des variations interannuelles. Le réchauffement des eaux ont été maximales durant les années 2003 et 2005. L'analyse de la tendance réalisée sur les résidus a révélé une baisse de 0.02 °C/an.

▪ Etendu de l'exposition à l'augmentation de la TSM

La distribution spatiale de la TSM est analysée à l'aide des moyennes spatiales calculées sur l'ensemble du golfe de Tadjourah. Les cartes de TSM montrent que le réchauffement de la surface de la mer est maximal durant les mois de mai et juin. Durant ces mois, le réchauffement affecte particulièrement la zone côtière sud-est de Djibouti (zone d'étude) qui se caractérise par un plateau continental étendu et peu profond. A l'intérieur du golfe de Tadjourah où le plateau continental est très restreint, le réchauffement des eaux côtières est atténué par le mélanges des eaux profondes<sup>13</sup>.

---

<sup>9</sup>Kushnir et coll. (2002), Ferreira

<sup>10</sup>Youssouf MO, Laurent M, Xavier C (2016) Statistical Analysis of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Concentration Patterns in the Gulf of Tadjourah (Djibouti). J Marine Sci Res Dev 6:186.

<sup>11</sup>Ibid. 2016.

<sup>12</sup> Moussa Omar et al. 2016.

<sup>13</sup>Moussa Omar. 2016. Etude de l'habitat épipélagique du golfe de Tadjourah (Djibouti) : structures de variabilité et les processus qui les gouvernent. 200 p.

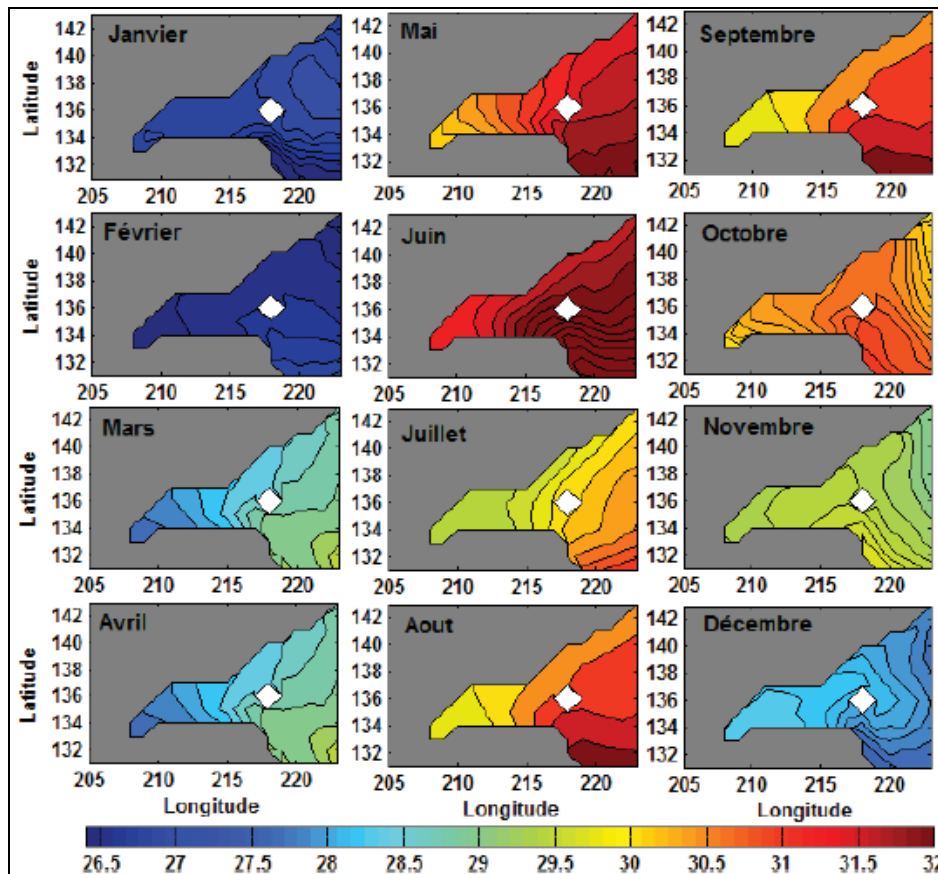


Figure 30 : Variation spatiale de la température de la surface de la mer (source Modèle HYCOM)

A l'échelle de l'année, l'exposition aux fortes chaleurs dure 7 mois/12. Les maximums de la température de l'air peuvent atteindre jusqu'à 50°C dans certaines zones. Durant cette période, la couche superficielle de la mer se réchauffe et les températures à la surface de la mer peuvent atteindre jusqu'à 32°C. Ce réchauffement affecte particulièrement les eaux côtières peu profondes. Les tendances décennales restent faibles et non significatives.

La surface de la mer est exposée à l'augmentation de la température durant la saison chaude, de mai à septembre. Cependant, en raison de la remontée des eaux froides et leur mélange avec les eaux de la surface de la mer, on observe une baisse significative de la TSM entre juillet et aout. Le réchauffement des eaux n'a donc lieu que les mois de mai, juin et septembre (5 mois/12). Durant ces mois, la TSM atteint en moyenne 31°C et le réchauffement affecte particulièrement les zones côtières de faible profondeur dont la superficie est estimée à 60 km<sup>2</sup> (Figure 32).

#### 3.3.4.1.2. Exposition aux précipitations

- Variations de la pluviométrie

Les variations des précipitations ont été analysées sur la période de 1998-2018. La série temporelle des précipitations mensuelles montre des variations annuelles et interannuelles (figure 9).

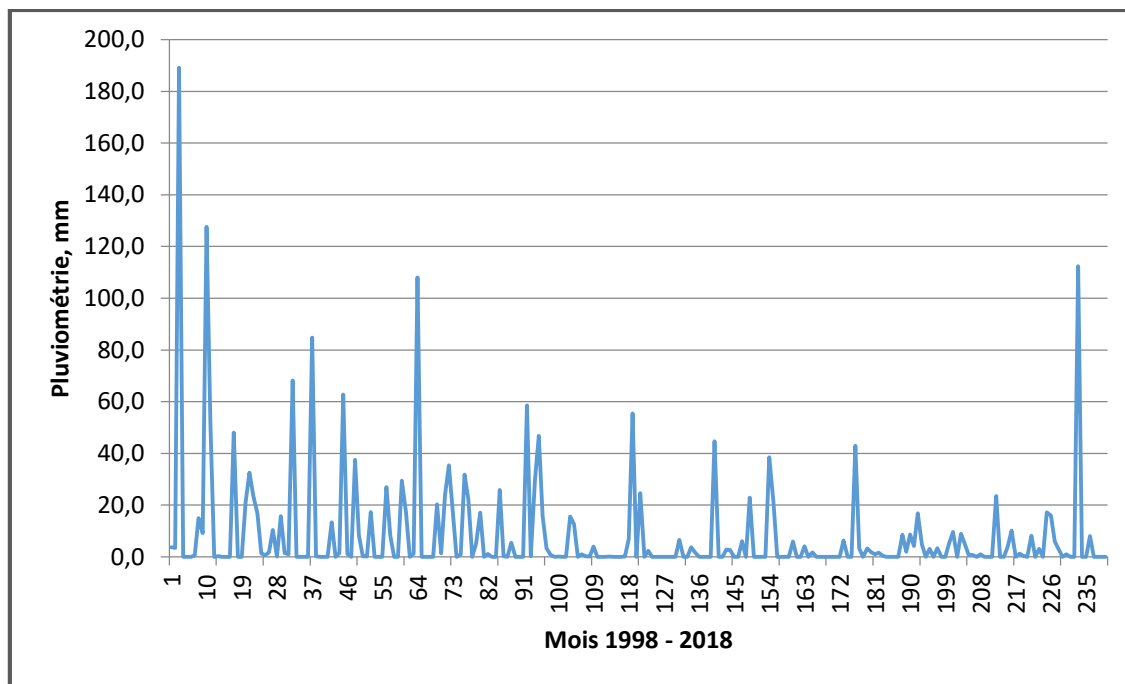


Figure 31 : Variation des moyennes mensuelles de la pluviométrie

L'analyse de la série temporelle par la méthode spectrale basée sur la transformée de Fourier rapide (FFT) a révélé la présence des plusieurs cycles. Le spectre obtenu indique trois pics de périodes différentes : deux pics de fortes puissances de périodes respectives  $T1 = 2.65$  et  $T2 = 3.6$  et un troisième pic de période  $T3 = 6.8$  mois. Ces résultats traduisent les pluies saisonnières connues du régime pluviométrique à Djibouti.

Les deux premiers pics correspondent aux pluies de la saison fraîche qui surviennent entre mars et avril (période T de 3 et 4 mois). Ce sont des pluies éparses et irrégulières suivant un régime méditerranéen sur les versants maritimes et liées au passage sur le pays des fronts froids. Elles sont de courte durée, variant d'une année à l'autre et provoquent de grandes inondations catastrophiques dans la capitale (692,9 mm en 1989 avec un excédent pluviométrique de 435,5 % par rapport à la moyenne)<sup>14</sup>.

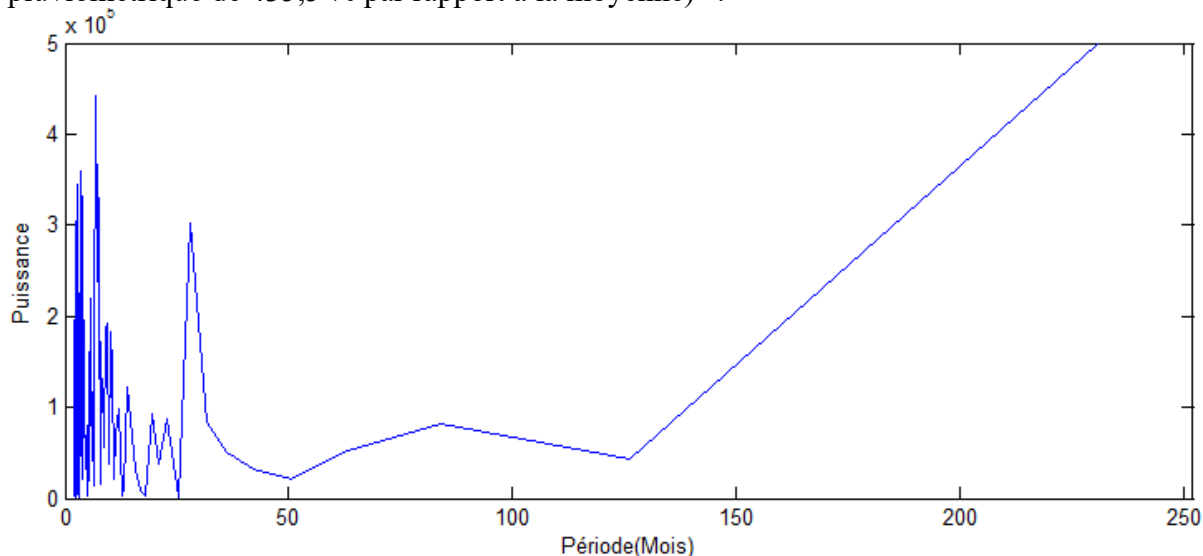


Figure 32 : Résultat de l'analyse spectrale de la série temporelle des précipitations (1998-2018)

<sup>14</sup>GoD, 2000. Monographie nationale de la diversité biologique de la République de Djibouti.

Le troisième pic correspond aux pluies de la saison chaude (Afar: karma; Somali: karan) suivant un régime tropical sur le versant continental. Ces pluies sont faibles et consécutives au passage du Front Intertropical (FIT) au nord du pays et donc à l'affrontement entre les moussons atlantique et indienne<sup>15</sup>.

▪ Analyse des variations interannuelles et tendances

L'évolution des moyennes mensuelles de la pluviométrie durant les deux dernières décennies (1998-2018) montre l'alternance des années de sécheresse, de faible et de forte pluviométrie. L'année 1998 a été la plus pluvieuse avec 189.1 mm et 127.6 mm respectivement aux mois de mars et octobre. Depuis, la pluviométrie a été faible et inférieure à la moyenne annuelle de 150 mm. Globalement les précipitations ont une tendance à la baisse comme le montre la courbe de tendance (Figure 34).

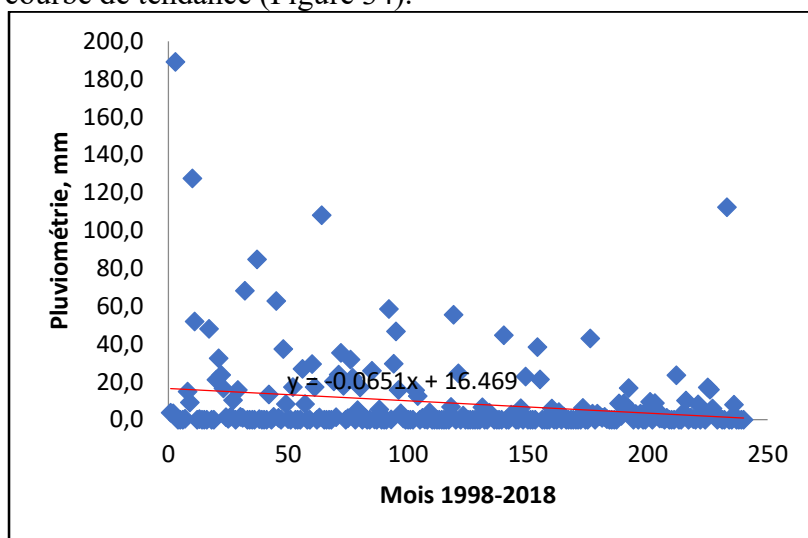


Figure 33 : Tendence bi décennale de la pluviométrie

Les fréquences des pluies ont été analysées en regroupant la pluviométrie en trois catégories : absence de pluie (P = 0), pluie faible (< 10 mm) et pluie forte (> 10 mm). Les mois sans pluies (48 %) prédominent largement ; suivi des mois à pluviométrie faible (32 %) et des mois à fortes pluviométries (20 %) (Figure 35).

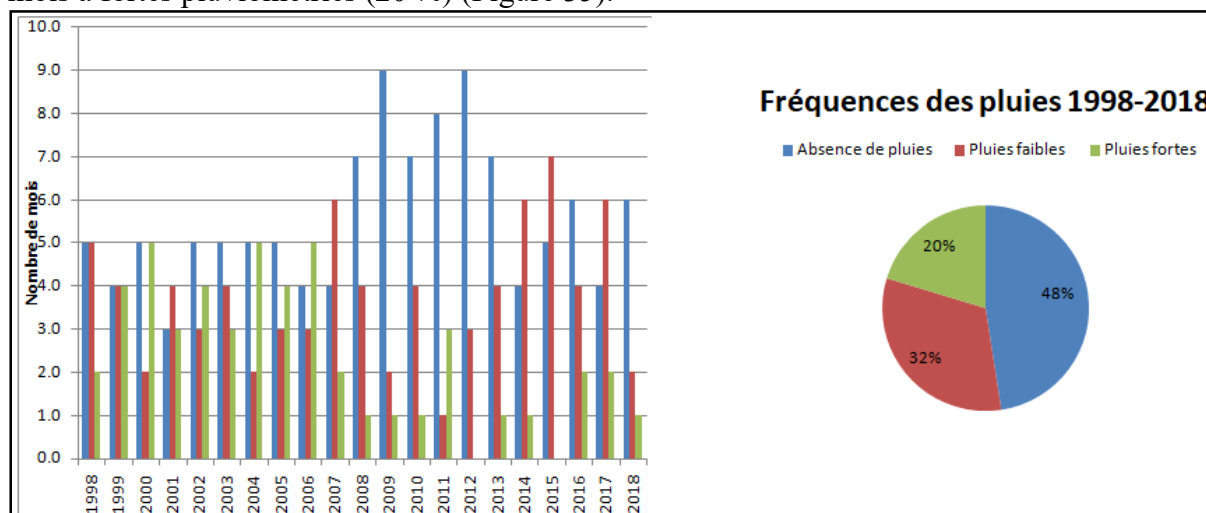


Figure 34 : Fréquences des sécheresses des pluies faibles et des pluies fortes

<sup>15</sup>Ibid. GoD, 2000.

L'analyse des événements extrêmes de 1977 à 2020, montre que les inondations et les sécheresses sont fréquentes et se produisent de façon chronique. Il apparaît d'après le tableau 28 qu'une longue période de sécheresse est souvent suivie d'une pluie forte avec des inondations.

Tableau 28 : Événements extrêmes (inondations, sécheresse et tempête de vent) survenues à Djibouti entre 1970 et 2020.

Type de catastrophe	Intensité (1)	Année	Nombre total de personnes touchées
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	1977	91 000
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	1978	106 000
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	1980	14 500
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	1981	102 000
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	1984	80 000
<b>Sécheresse</b>	<b>M</b>	1988	30 000
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	1989	150 300
<b>Inondation</b>	<b>B</b>	1993	20 000
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	1994	120 000
<b>Tempête de vent</b>	<b>B</b>	1995	775
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	1996	100 000
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	1999	100 000
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	2000	150 000
<b>Sécheresse</b>	<b>F</b>	2001	95 000
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	2004	115 000
<b>Inondation</b>		2010	
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	2013	
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	2019	
<b>Inondation</b>	<b>F</b>	2020	

De 1977 à 2020, sur 44 ans, Djibouti a connu 7 périodes de sécheresses et 5 périodes de pluies fortes. Les inondations exceptionnelles provoquant de grands dommages sont moins fréquentes et apparaissent avec un temps de retour compris entre 7 à 10 en moyenne.

- Variation spatiale des précipitations

Les précipitations moyennes annuelles à travers le pays sont d'environ 150 mm. On observe cependant des variations spatiales importantes suivant les régions et l'altitude. Ainsi, la pluviométrie mensuelle annuelle la plus élevée est observée dans les montagnes à l'ouest de Tadjourah (massif de Goda). Les précipitations diminuent brusquement vers le nord-est en s'approchant de la côte à Obock-Khor, Angar-Doumeira avec 50 à 100 mm par an. Dans les régions du nord, les précipitations annuelles sont de 100 à 150 mm (Dorra-Balho), tandis que dans l'ouest (plaine de Hanlé, plaine de Gobaad), les précipitations dépassent 150 mm. Dans le sud du pays, dans la plaine côtière, les précipitations annuelles sont comprises entre 130 et 200 mm et diminuent en direction de Dikhil.

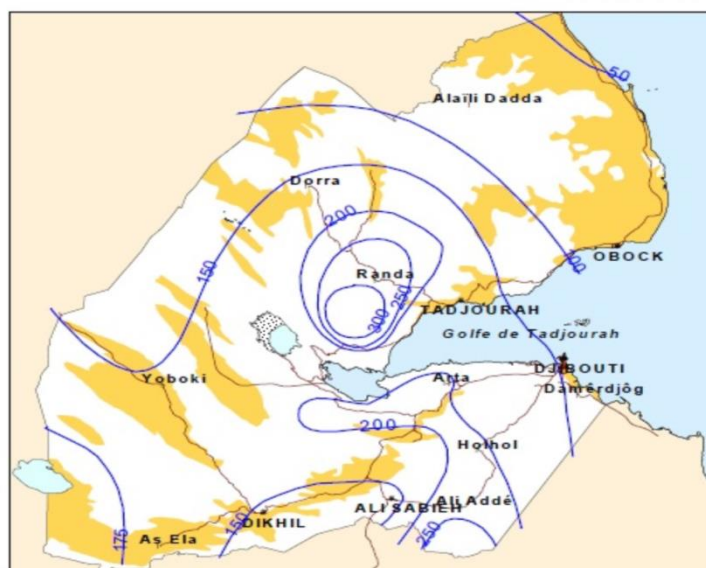


Figure 35 : Répartition annuelle des précipitations en République de Djibouti (BGR, 1982)

L'analyse des fréquences de pluies montre que les épisodes de sécheresses (absence de pluies) sont fréquentes (48 %), suivies des pluies faibles (32 %). La rareté de pluies s'explique principalement par l'aridité du climat mais aussi par les effets du changement climatique – les saisons connues de pluies se trouvent perturbées.

- Sécheresse et pluies faibles

L'analyse de données sur la pluviométrie montre que les années sans pluies sont fréquentes et la durée prolongée des années sèches ou de faibles pluies conduisent aux sécheresses. L'indicateur retenu pour l'évaluation de l'exposition aux sécheresses et aux pluies faibles est : fréquence des années sèches et pluies faibles.

#### 3.3.4.1.3. Exposition à l'élévation du niveau marin

Les variations des marées sont suivies à Djibouti par le Port de Djibouti où un marégraphe est installé depuis 2007. Equipé d'un capteur radar et de deux capteurs de pression, cet instrument mesure en continu la hauteur d'eau relative par rapport à un niveau de référence terrestre.

Les variations du niveau de la mer ont été analysées à partir de données marégraphiques (Radar) de la station du Port de Djibouti sur une période de 2007 à 2016. Ces données sont testées, archivées et fournies par le site de "University of Hawaii Sea Level Center" (UHSLC, Station Djibouti).

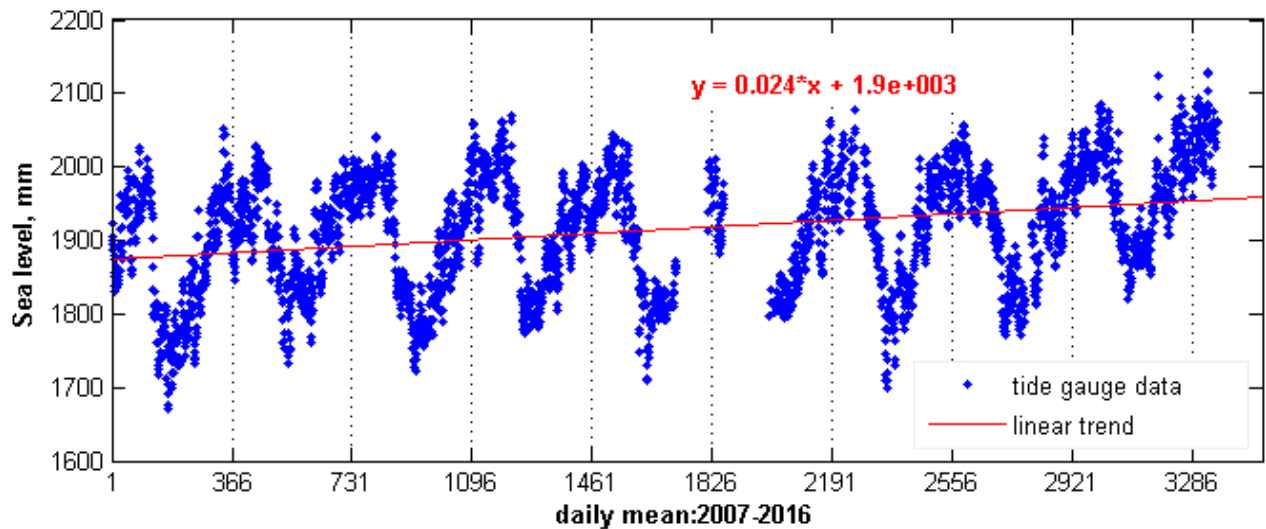


Figure 36 : Tendence linéaire des variations de la hauteur d'eau (station de Port de Djibouti)

La tendance de la chronique a été estimée par la régression linéaire simple basée sur l'ajustement d'une droite par la méthode de moindres carrés, complétée et testée par la méthode de Mann et Kendall (méthode non paramétrique). Les deux méthodes donnent le même résultat et mettent en évidence une tendance positive de + 0.024 mm/jour ( $y = 0.024x + 1900$ ), soit une élévation de 8.76 mm/an. Par conséquent, le niveau marin a augmenté de 87.6 mm en 10 ans par rapport au niveau marin de 2007 (1900 mm).

Ces résultats sont compatibles avec les résultats du modèle HYCOM (Hybrid Coordinate Ocean Model) appliqué à l'ouest du golfe d'Aden. Au niveau du golfe de Tadjourah, les moyennes spatiales de la hauteur d'eau calculées sur 10 ans, montrent que le niveau marin varie entre 1 et 1.16 cm.



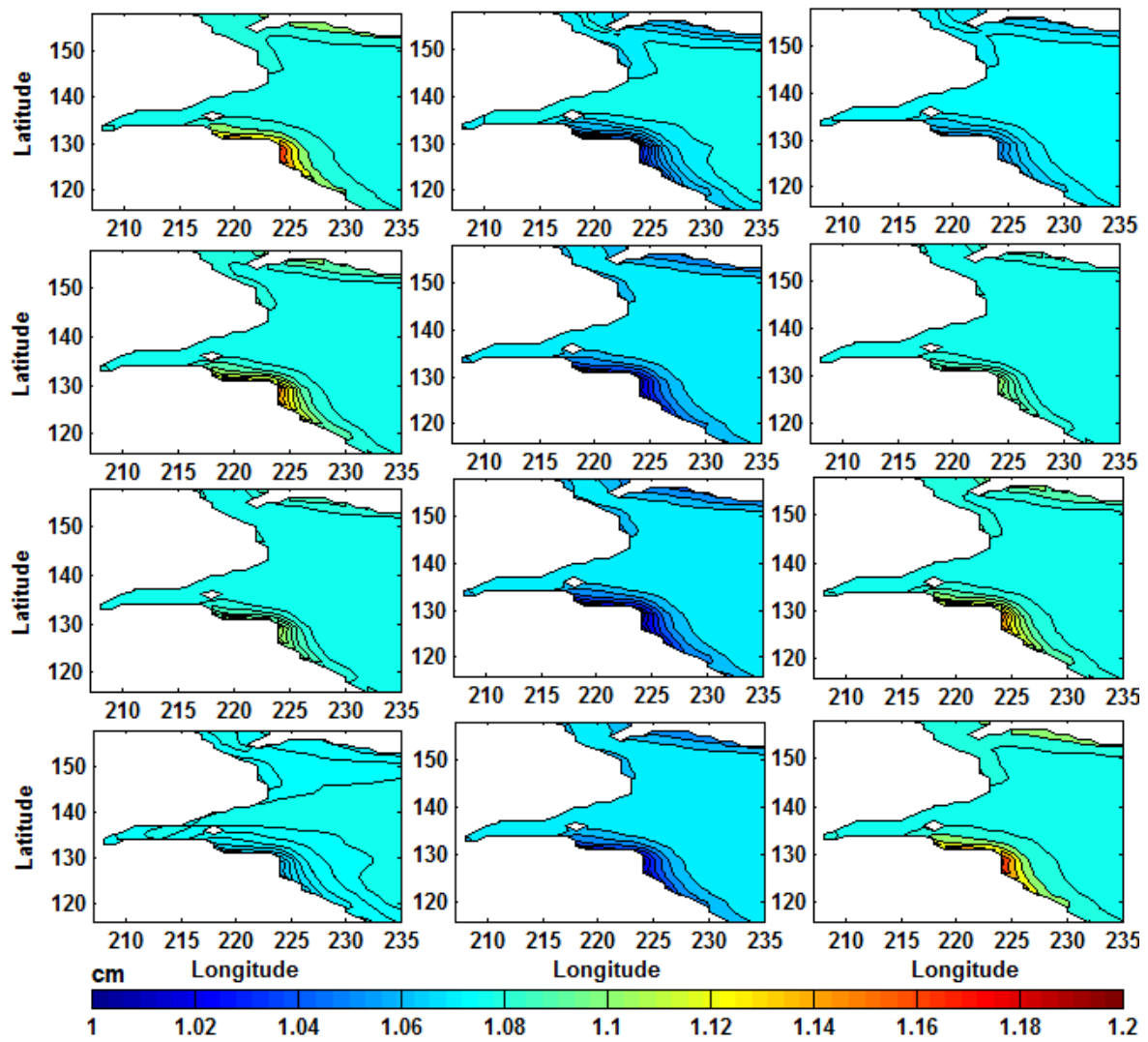


Figure 37 : Climatologie de la hauteur d'eau dans l'ouest du golfe d'Aden

#### 3.3.4.1.4. Exposition aux fortes marées

Les variations des marées sont importantes à Djibouti. Les grandes marées sont observées durant la saison fraîche (novembre-mars). La hauteur d'eau maximale observée est de 3 m. La hauteur d'eau moyenne correspondant au zéro étant de 1.77 m, le niveau d'eau maximale se situerait à 1.23 m (Figure 15).

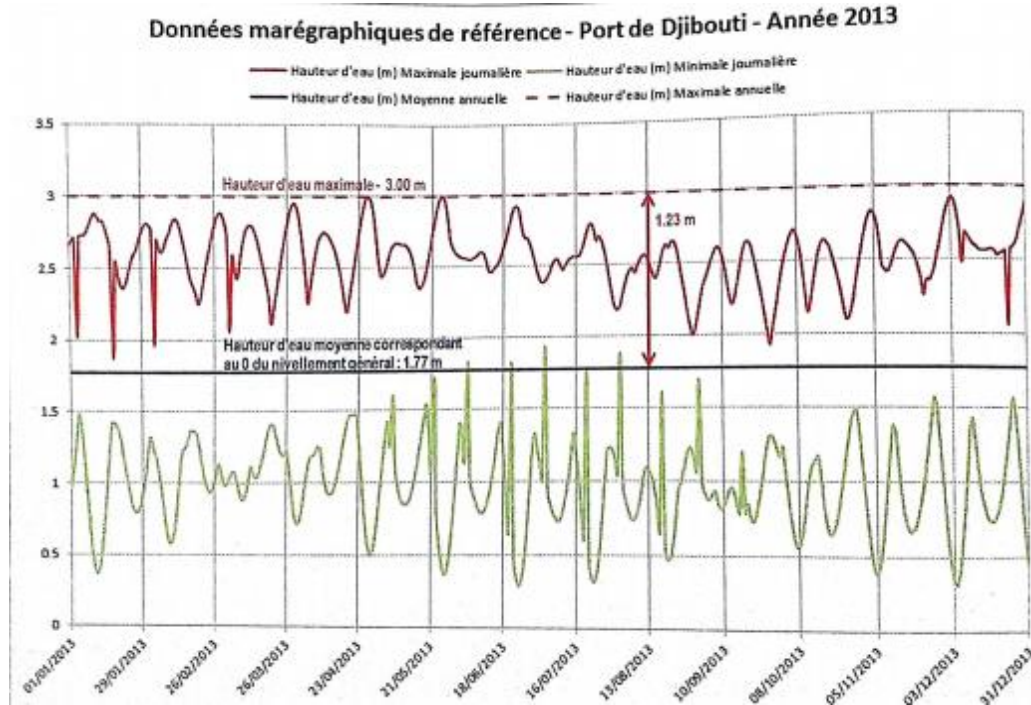


Figure 38 : Variations des marées - Port de Djibouti - Année 2013 (source : GFDRR)

#### 3.3.4.1.5. Principaux résultats de l'analyse de l'exposition

- ✓ Les maximums de la température de la surface de la mer sont atteints entre mai et septembre. Ces réchauffements annuels affectent en particulier les eaux côtières peu profondes.
- ✓ Les sécheresses et les pluies faibles sont fréquentes et représentent 80 % des pluies enregistrées sur la période de 1998-2018 (exposition forte). La tendance des précipitations long terme indique une baisse de la pluviométrie sur 10 ans. Les pluies fortes sont rares mais abondantes et violentes quand elles arrivent (exposition faible mais impact élevé).
- ✓ L'élévation du niveau marin évaluée sur la période 2007-2016 est de 8.76 mm/an soit 87.6 mm en 10 ans (exposition forte). Les fortes marées ont une fréquence saisonnière.

Tableau 29 : Evaluation de l'exposition après la normalisation des valeurs

Aléas climatique	Facteurs d'exposition	Echelle de notation (1 à 5)					Niveau d'Exposition	Exposition moyenne
		1	2	3	4	5		
Température de la surface de la mer	Réchauffement de la surface de la mer			4			4	4
Précipitation	Sécheresse					5	5	3.5
	Inondation	2					2	
Niveau marin	Elévation du niveau marin		2				2	2

Les résultats de l'évaluation montrent que l'exposition à l'augmentation de la température de la surface de la mer est élevée (note 4), l'exposition à la sécheresse, très élevée (note 5), à l'inondation et à l'augmentation du niveau marin restent faible (2)

### 3.3.4.2. Évaluation de la sensibilité

#### 3.3.4.2.1. Sensibilité aux eaux stagnantes et aux inondations

Les principaux facteurs de sensibilité aux eaux pluviales considérés sont :

- La topographie
- Les types de sols
- Le système de drainage
- Les marées
- Écosystèmes côtiers
- Type d'habitats, populations et infrastructures

#### ✓ **Topographie**

En zone côtière, la topographie/bathymétrie est un facteur de sensibilité à l'inondation très important. En effet, plus le segment côtier est élevé, moins celui-ci est sensible. Afin d'identifier les secteurs sensibles, une analyse de la topographie est d'abord présentée (Figure 40).

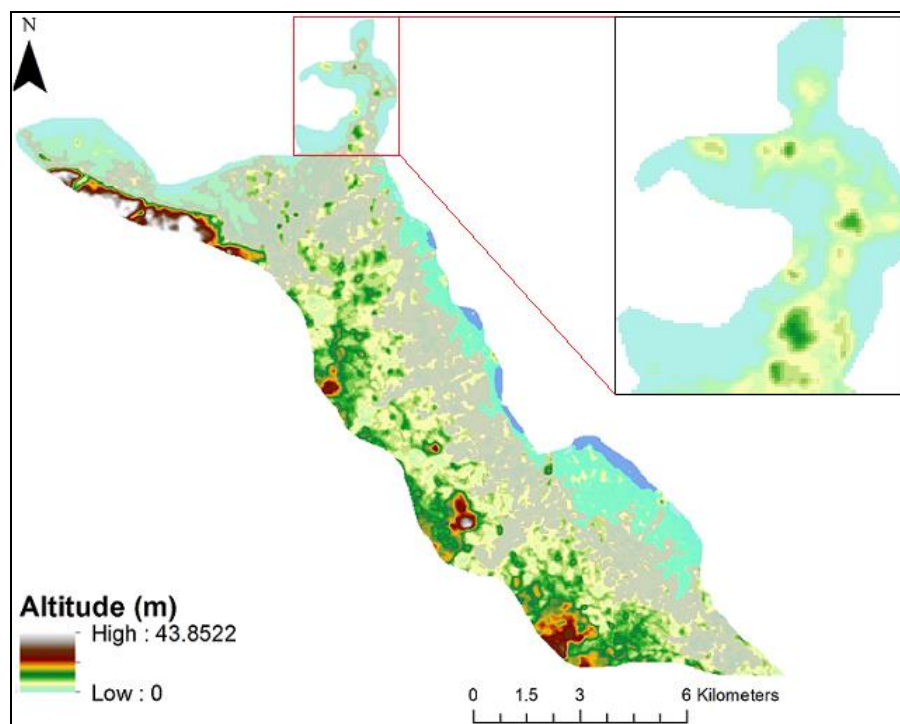


Figure 39 : Carte topographique, Modèle numérique de Terrain

En vue perspective, la topographie du littoral sud de Djibouti y compris la ville de Djibouti montre deux grands ensembles géomorphologiques :

- à l'ouest, un relief en élévation comprenant les plateaux basaltiques
- à l'est, une plaine orienté suivant l'axe nord-ouest sud-est.

### ✓ Le plateau basaltique

Ce plateau basaltique est en élévation avec une altitude maximale qui est de 50 m. Il s'étend de Doraleh/Hayablé au nord-ouest jusqu'à Atar au sud. Le quartier de Balbala situé au nord-ouest du plateau en élévation est à l'abri des inondations et des crues, à l'exception des quartiers en contre-bas et localisés dans les petits talwegs. En outre, sa situation au-dessus du Golfe de Tadjourah et la nature rocheuse de sols, favorisent un drainage naturel des eaux pluviales vers la mer.

### ✓ La plaine côtière sud : Douda-Loyada

D'ouest vers l'est, la surface topographique descend vers la mer avec une pente douce. Dans la partie sud de la plaine qui s'étend de Damerjog et Loyada, l'altitude moyenne est de 19 m (Figure 40).

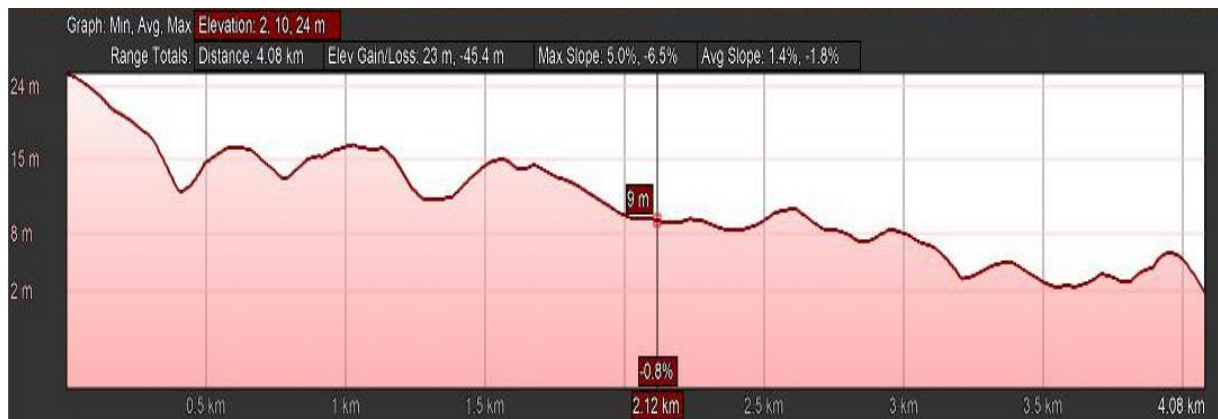
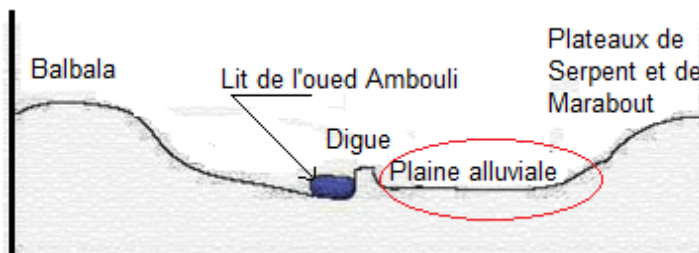


Figure 40 : Profil de la plaine côtière sud : Douda-Loyada

### ✓ Ville de Djibouti

Dans la presqu'île qui abrite la ville de Djibouti, l'altitude ne dépasse pas 5 m. La topographie de cette presqu'île montre un profil en forme de cuvette entre les plateaux madréporiques nord, la plaine alluviale au centre et les collines de Balbala<sup>16</sup> au sud-ouest. Le point le plus bas se situe dans le lit de l'oued Ambouli. La plaine alluviale en basse altitude se trouve particulièrement sensible aux inondations et aux crues de l'oued Ambouli.



### ✓ Zones inondables

Au sein de la plaine alluviale où se situent les anciens quartiers, le profil vertical réalisé à partir des données du modèle numérique de terrain indique une morphologie hétérogène avec des zones de dépression et des zones relativement élevées. Les nouveaux quartiers et les grands axes bitumés remblayés sont en élévation par rapport aux anciens quartiers (1, 2, 3, 4, 5, 6,7) et leurs petites ruelles. A noter que certaines zones ont une altitude inférieure à 1 m. C'est dans ces zones que les eaux pluviales non drainées stagnent après les pluies.

<sup>16</sup>Amina Said Chiré. 2015. Op. Cit.

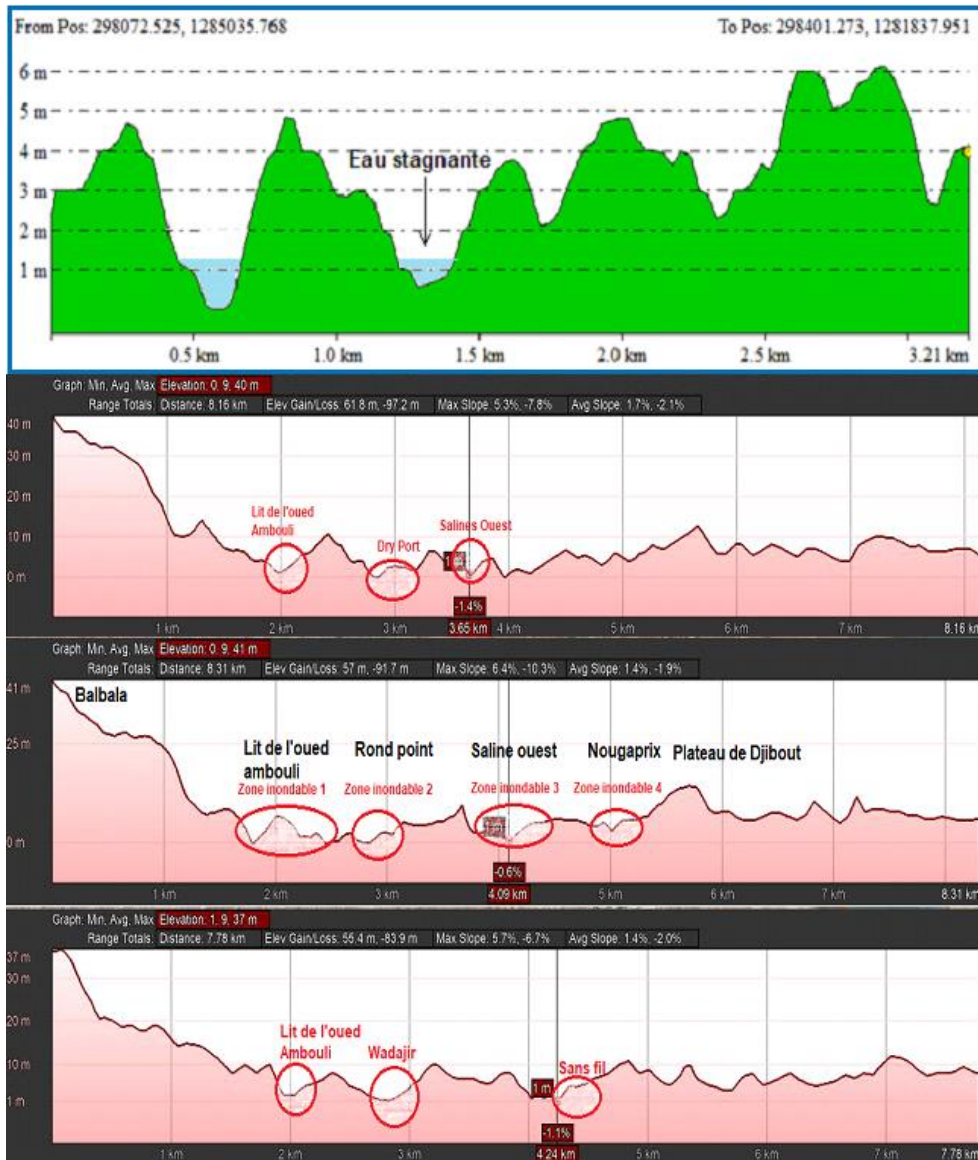


Figure 41 : Profils verticaux réalisés entre Balbala et le plateau de Héron, montrant les zones inondables au même niveau que le lit de l'oued Ambouli



Figure 42 : Image Google Earth montrant l'oued Ambouli et les zones dont l'altitude est comprise entre 1 et 5 m

✓ **Type de sols**

Les formations superficielles qui recouvrent le site et sur lesquelles s'opèrent l'écoulement et l'infiltration des eaux pluviales sont constituées essentiellement de bitumes au niveau des routes et des sols de remblais compactés dans les espaces non bâtis. Ces dépôts de couverture sont composés de sables, vases, limons de nature alluviale, peu consolidés et saturés en eau. Ils sont peu perméables et empêchent l'infiltration des eaux pluviales.

✓ **Système de drainage et stagnation des eaux pluviales**

L'accumulation de sédiments, des ordures et de déchets font que le système fonctionne avec une très faible efficacité. Dans les quartiers, les remblayages non contrôlés et les dépôts des matériels de construction laissés en plein air, entraînent souvent des dénivellations et empêchent les drainages des eaux pluviales. En outre, en période de marée haute, la mer empêche le déchargement des eaux pluviales et celles-ci reviennent inonder les quartiers proches de la côte. Les eaux stagnent préférentiellement dans les zones de dépression où se trouvent les quartiers d'Arhiba, Eiguella et les Salines Ouest.

✓ **Sensibilité bio-écologique : les mangroves**

Comparées aux autres mangroves sur la côte est de l'Afrique, celles bordant le littoral djiboutien sont rabougries en raison des conditions environnementales extrêmes (forte salinité, faible pluviométrie, températures très élevées, etc.). Les mangroves de Djibouti sont aussi menacées par différentes activités anthropiques. Les étendues au centre et au nord du littoral, à l'exception de celle de Godoria, sont gravement dégradées par la pâture des chameaux, l'exploitation du bois d'œuvre, les rejets d'effluents et les activités touristiques. Seules quelques petites zones à Djibouti bénéficient d'une protection limitée, notamment

autour de l'île Moucha et au sud-est de la ville de Djibouti, au sein du Site Ramsar de Haramous-Loyada. Le manque d'information témoignant de changements majeurs dans les zones de mangroves à Djibouti entre 1980 et 2005 peut s'expliquer par l'absence de données.

En revanche, les eaux pluviales ont un impact négatif sur les récifs coralliens en affectant la qualité des eaux et en réduisant l'éclairement indispensable au développement des coraux<sup>17</sup>. Les grandes crues de l'oued Ambouli produisent souvent des marées boueuses qui se répandent sur plusieurs kilomètres. A Djibouti, l'impact réel des inondations sur les récifs coralliens n'est pas connu.

### ✓ **Populations et habitats**

L'analyse des facteurs de sensibilité biophysique a montré que le secteur de la plaine alluviale est particulièrement sensible à l'inondation en raison de son bas relief.

Populations et conditions de vie.

Les conditions de vie de population de la ville de Djibouti ont été étudiées en 2018 lors des enquêtes djiboutiennes auprès des ménages pour les indicateurs sociaux, EDAM4<sup>18</sup>. Cette étude s'appuie sur 4 indicateurs que nous résumons ci-dessous.

#### - Taille des ménages et accès au service

La taille de ménages dans la ville de Djibouti (1<sup>er</sup> arrondissement) est en moyenne de 5.84 personnes tandis qu'à Balbala elle est de 7.10. En revanche, le pourcentage de ménages propriétaires est aussi plus grand dans les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> arrondissements que dans le 1<sup>er</sup> arrondissement.

En ce qui concerne l'accès aux services, 90 % des résidents du 1<sup>er</sup> arrondissement ont accès à l'électricité contre respectivement 87 % et 79 % dans les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> arrondissements. Dans les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> arrondissements ces pourcentages d'accès à l'électricité ne sont que 57 % et 62 %. Par contre, l'accès à l'eau dans Djibouti-ville est presque universel.

#### - Chômage

Le taux de chômage est estimé à 48 % au niveau de Djibouti-ville. Il est plus élevé pour les femmes (63 %) que pour les hommes (39 %). Il existe aussi des variations entre les zones, avec les deux premiers arrondissements qui affichent des taux de chômage de 45 % alors que le 4<sup>ème</sup> arrondissement est celui qui a le marché du travail le moins dynamique avec 54 % de taux de chômage.

#### - Pauvreté

Il y a des grandes disparités en termes de pauvreté entre les arrondissements de Djibouti-ville. Les taux de pauvreté extrême sont plus hauts dans les 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> arrondissements : 18,3 % et 15,8 % respectivement. Ces arrondissements présentent aussi un taux de pauvreté global élevé.

La carte de taux de pauvreté par arrondissement de la ville de Djibouti montre que la pauvreté extrême touche les arrondissements 4 et 5 suivi des arrondissements 2 et 3.

---

<sup>17</sup> AFP. 2019. Les inondations en Australie : la sédimentation menace la grande barrière.

<sup>18</sup>DISET. 2018. Résultats des enquêtes djiboutiennes auprès des ménages pour les indicateurs sociaux. 34 p.

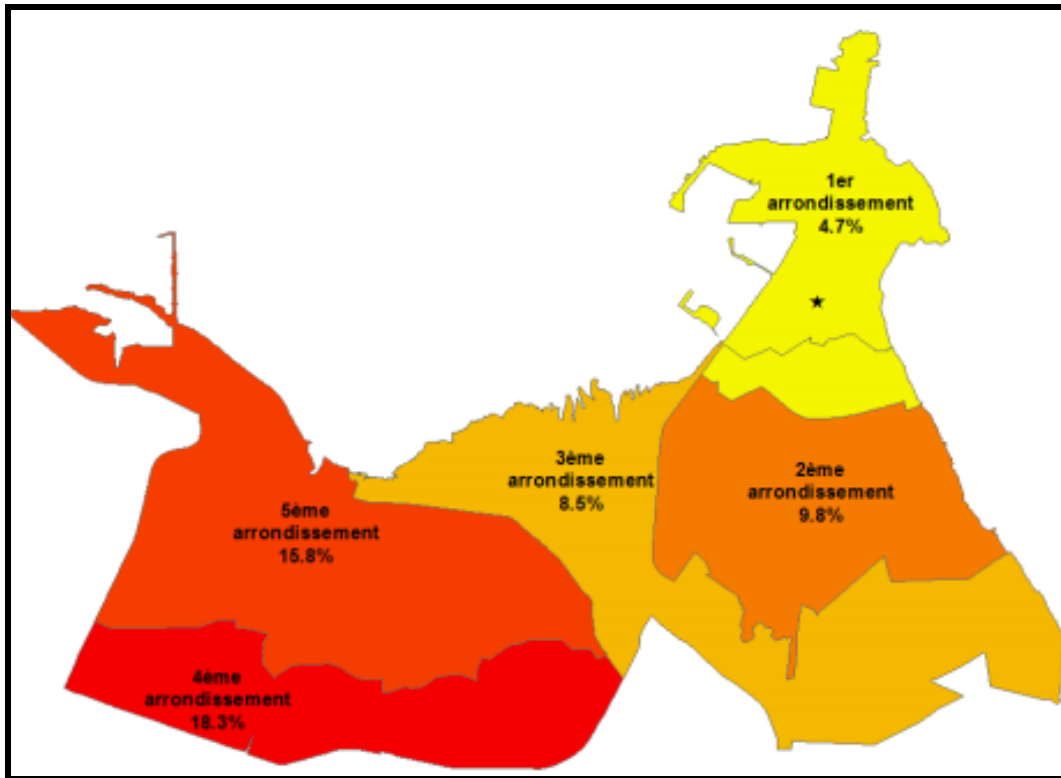


Figure 43 : Carte de la pauvreté dans l'agglomération de Djibouti

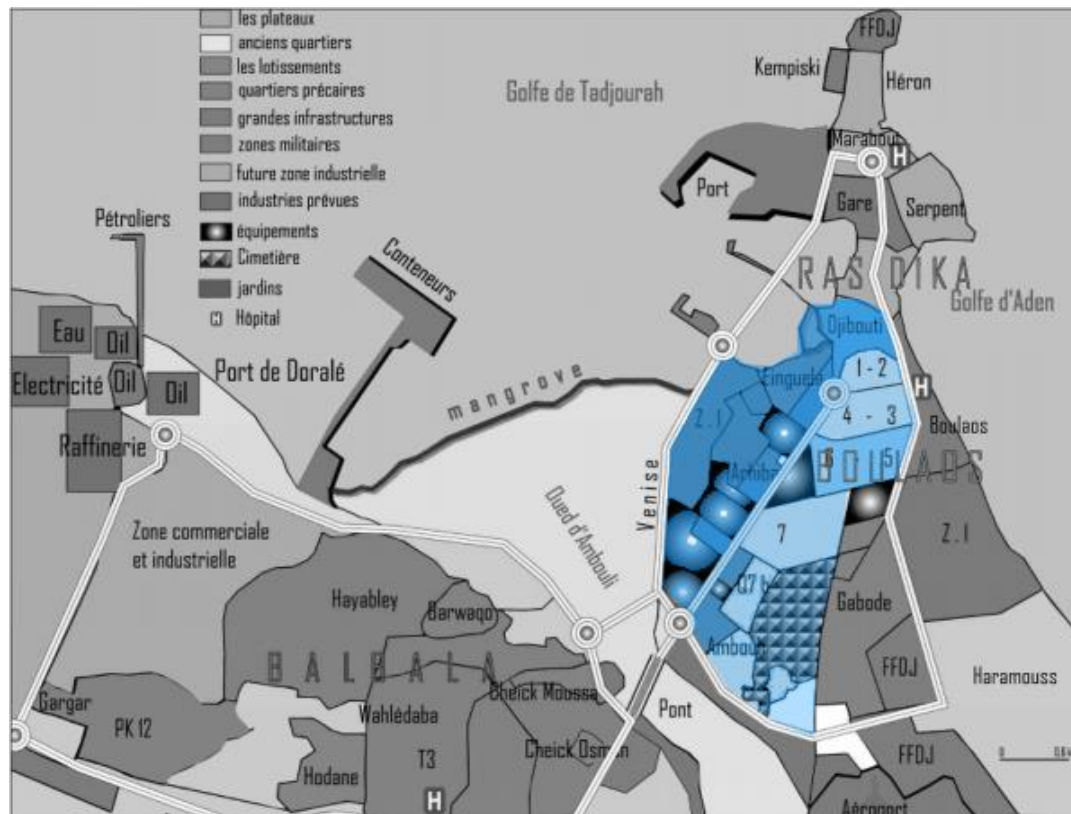


Figure 44 : Carte montrant la zone inondable (en bleu), les quartiers populaires et les équipements (Source : Nour Ayeuh, 2010, p. 14)



### 3.3.4.2.2. Principaux résultats de l'analyse de la sensibilité

Les évaluations de la sensibilité présentées dans le tableau 30 se basent sur les données quantitatives sur les caractéristiques géomorphologiques de la zone côtière notamment l'altitude, la pente et l'état des habitats naturels (récifs coralliens et mangroves avec degré de perturbation de 41% selon l'étude du PRAREV, 2016). La sensibilité à l'élévation de la température a été évaluée sur la base du pourcentage des coraux blanchis et la sensibilité socio-économique est estimée à l'aide des indicateurs notamment % de la population pauvre, la précarité des habitats et le taux de chômage.

- ✓ La topographie très basse au niveau de la plaine alluviale qui abrite les quartiers les plus peuplés de la ville de Djibouti confère une sensibilité élevée aux précipitations. La zone la plus sensible présente une altitude inférieure à 1 m et couvre une superficie de 841 ha.
- ✓ Les sols sont couverts de bitumes sur les voies principales et de terres de remblais compactées et composées de graviers et d'argiles peu perméables empêchant l'infiltration des eaux pluviales (sensibilité forte)
- ✓ Le système de drainage composé de grands bassins d'évacuation vers la mer mais obstrués par les sédiments et les déchets ménagers. Les marées hautes empêchent temporairement l'écoulement naturel des eaux pluviales vers la mer (sensibilité moyenne).
- ✓ La population de la plaine alluviale d'Ambouli (arrondissements 1, 2, 3) est estimée à 38.7 % de la population de la ville de Djibouti. Cette population est composée essentiellement de ménages pauvres aux revenus faibles et résidants dans des logements précaires (sensibilité élevée) avec un taux de chômage de 54 %.
- ✓ Les récifs coralliens constituent l'habitat naturel le plus sensible à l'augmentation de la température et à l'inondation. Ces deux facteurs sont des facteurs de stress reconnu pour la plupart des coraux.

Tableau 30 : Evaluation de la sensibilité

		Echelle de notation (1 à 5)						
Aléas climatique	Facteurs de sensibilité	1	2	3	4	5	Niveau de sensibilité	Sensibilité moyenne
Précipitations	Géomorphologie			3			3	3.5
	Socio-économie				4		4	
Réchauffement de la mer	Habitat naturel			3			3	3
Elévation du niveau marin	Habitats et populations côtière				4		4	4

### 3.3.4.3. Analyse de la capacité d'adaptation

Ce chapitre analyse les capacités d'adaptation. La question principale abordée est la suivante : quelles sont les capacités et les ressources disponibles permettant de faire face aux effets néfastes du changement climatique ?

Pour chaque aléa climatique et les impacts potentiels identifiés (voir chaînes d'impacts), la démarche consiste à analyser les capacités en terme de :

- moyens économiques et financiers

- savoir et expertise
- technologie
- gouvernance

### Principaux résultats de l'analyse des capacités d'adaptation

- ✓ Les connaissances sur les aléas climatiques et les événements extrêmes sont encore très peu développées. Le pays ne dispose pas des structures et des experts spécialisés sur le climat. Le peu de connaissances acquises dans le cadre des projets et/ou programmes ne sont pas exploitées par les acteurs impliqués dans la gestion des catastrophes et des risques climatiques.
- ✓ L'agence Nationale de la Météorologie est la seule institution qui a pour mission de faire de prévisions et de préventions contre les risques climatiques (fortes pluies, cyclone, etc). Celle-ci ne dispose pas des matériels et des technologiques lui permettant de faire des prévisions précises. Le CERD dispose des appareils qui suivent le niveau de crue de l'oued Ambouli et a pour mission d'alerter les autorités compétentes lorsque le niveau de crue atteint le seuil critique. Ce système de suivi ne fonctionne pas correctement.
- ✓ Les structures (le SEGRC, les comités, les départements techniques) mises en place pour prévenir et gérer les risques climatiques ne fonctionnent pas. Le SEGRC ne dispose que de faible moyen financier et technique. Les départements techniques sensés assister le SEGRC donnent la priorité pour leurs missions principales et interviennent très peu dans la gestion des risques climatiques.
- ✓ Le cadre institutionnel et législatif est structuré autour du secrétariat Exécutif de Gestion des Risques et des Catastrophes et les différents Ministères qui collaborent sur des aspects spécifiques. Doté des ressources limitées, ce cadre a du mal à fonctionner.

Tableau 31 : Evaluation des capacités d'adaptation

Echelle de notation (1 à 5)							
Facteurs de capacité d'adaptation	1	2	3	4	5	Niveau de capacité	Capacité moyenne
<b>Moyen économique et financiers</b>				4		4	4
<b>Savoir et expertise</b>				4		4	4
<b>Technologie</b>				4		4	4
<b>Gouvernance</b>				4		4	4

### Synthèse sur la vulnérabilité actuelle

Les résultats des analyses présentées donnent un profil de vulnérabilité actuelle caractérisé par (i) une exposition aux aléas climatiques notamment aux précipitations et à l'élévation du niveau de la mer assez élevée, (ii) une forte sensibilité de la zone côtière liée essentiellement à la géomorphologie et aux facteurs socio-économiques aggravant les impacts potentiels, (iii) une capacité d'adaptation faible à tous les niveaux. L'évaluation de la vulnérabilité aux

précipitations, à la température de la surface de la mer et à l'élévation du niveau marin donne respectivement **3.75**, **3.75** et **3.5** sur une échelle de notation de 1 (très faible) à 5 (très forte). (Tableau 32).

Tableau 32 : Evaluation de la vulnérabilité actuelle (Modèle de Vulnérabilité & Adaptation)

Vulnérabilité	Facteurs de sensibilité	A. Niveau d'exposition	B. Niveau de la sensibilité	C. Impact potentiel: (A+B)/2	D. Capacité d'adaptation	E. Vulnérabilité : (C+D)/2
<b>Précipitations</b>	Géomorphologie	3.5	3.5	3.5	4	<b>3.75</b>
	Socio-économie					
<b>Température de la mer</b>	Présence des récifs coralliens	4	3	3.5	4	<b>3.75</b>
<b>Elévation du niveau marin</b>	Population installée sur la côte	2	4	3	4	<b>3.5</b>

### 3.3.5. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité future

Cette partie aborde la vulnérabilité future du secteur de la zone côtière aux changements climatiques. En considérant les mêmes aléas climatiques, il s'agit d'évaluer l'évolution future des facteurs de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation.

#### 3.3.5.1. Méthodologie

L'évaluation de la vulnérabilité future repose sur l'analyse prospective de la vulnérabilité actuelle. Les facteurs d'exposition sont analysés à l'aide des scénarios de changements climatiques les plus récents du GIEC<sup>19</sup>, la sensibilité à l'aide des données statistiques de prévisions fournies par la direction nationale de la statistique (DISED)<sup>20</sup>, du schéma directeur de l'urbanisme et les données sur les perspectives de la Banque Mondiale. Les capacités d'adaptation futures sont évaluées en fonction des plans, des projets d'adaptation en cours ou programmés dans le futur. Le tableau 33 résume les données et méthodes utilisées pour l'évaluation de la vulnérabilité future.

Tableau 33 : Données et méthodes d'évaluation de la vulnérabilité future

Vulnérabilité future	Facteurs	Données	Méthode
<b>Exposition</b>	Précipitations	Scénario RCP4.5 Scénario RCP8.5	Modélisation
	Température	Scénario RCP4.5 Scénario RCP8.5	Modélisation et analyse statistiques
	Température de la surface de la mer	Données satellites Tendance régionales	Bibliographie Bibliographie
	Niveau marin	Données marégraphiques	Projection linéaire
<b>Sensibilité</b>	Géomorphologie	-	-
	Type de sols	-	-
	Ecosystèmes côtiers	-	-

<sup>19</sup> IPCC. 2014. AR5 Climate Change 2014 : Mitigation of climate change.

<sup>20</sup> DISED. 2018. Résultats de la 4eme rapport sur l'Enquête djiboutienne après des ménages pour les indicateurs sociaux. 39 p.

	Habitats et populations	Schémas directeurs de l'urbanisme Perspectives statistiques Données statistiques	Résultats de prévisions plans	de des
<b>Capacité d'adaptation</b>	Résultats des plans, projets, et programmes d'adaptation	Données documentaires	Analyse des données bibliographiques	des

Dans le cinquième rapport AR5 (*IPCC Fifth Assessment Report*), le groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC), a adopté une nouvelle approche basée sur quatre trajectoires d'émission de gaz à effet de serre appelé Profils Représentatifs d'Evolution de concentration ou RCP (en anglais : *Representative Concentration Pathway*). Ces RCP permettent de modéliser le climat futur selon quatre hypothèses différentes concernant la quantité de gaz à effet de serre qui sera émise dans les années à venir (période 2000-2100)<sup>21</sup>.

- le scénario RCP2.6 correspond à un forçage à  $+2,6 \text{ W/m}^2$ ,
- le scénario RCP4.5 avec un forçage a  $+4,5 \text{ W/m}^2$ ,
- le scénario RCP6 avec un forçage à  $6,0 \text{ W/m}^2$
- le scénario RCP8.5 avec un forçage à  $8,5 \text{ W/m}^2$

En 2018, dans le cadre du programme du Fonds Vert pour le Climat (Green Climate Funds) en cours d'élaboration à Djibouti, des nouvelles projections des températures et des précipitations ont été réalisées en adoptant les scénarios RCP4.5 et RCP8.5. Pour chaque paramètre, 3 modèles ont été utilisés.

Pour les précipitations :

- Modèle HadGEM2-ES (MOHC)
- Modèle MPI-ESM-LR (MPI)
- Modèle GFDL-ESM 2M (NOAA)

Pour les températures :

- Modèle CNRM-CM5 (CNRM-GAME and CERFACS)
- Modèle MPI-ESM-LR (MPI)
- Modèle GFDL-ESM 2M (NOAA)

Pour les précipitations et les températures, les données des périodes de référence 1959-1978 et 1981 à 2010 (30 ans) ont été respectivement utilisées pour réaliser les projections futures sur la période de 2011-2100.

### 3.3.5.2. Analyse de l'exposition future

#### 3.3.5.2.1. Température

Les trois modèles fournissent des valeurs très proches et dans les trois cas, on observe une augmentation de la température (figure 28). En 2100, selon les scénarios RPC 4.5 et RCP8.5, les températures annuelles moyennes augmenteront respectivement de  $1,3^\circ\text{C}$  et  $2,1^\circ\text{C}$ , soit des hausses respectives de 4.5 % et 7.3 % (tableau 34).

<sup>21</sup> GIEC. 2013. 5eme rapport du GIEC sur le Climat.

Tableau 34 : Evolution des moyennes annuelles de la température suivant RCP4.5 et RCP8.5

site	Moyenne annuelle de la température				
	Données du modèle			Variations de la température 1981-2010/2011-2100	
	Période 1981-2010 °C	RCP4.5 2011-2100 °C	RCP8.5 2011-2100 °C	RCP4.5 2011-2100 °C	RCP8.5 2011-2100 °C
<b>Djibouti</b>	28.5°C	29.8	30.6	1.3 (4.5%)	2.1 (7.3%)
<b>Tadjourah</b>	28.4°C	29.8	30.6	1.3 (4.5%)	(7.3%)

### 3.3.5.2.2. La pluviométrie annuelle cumulée en mm

Sur la base des analyses statistiques, selon la moyenne des prévisions des trois modèles du scénario RCP 4.5, la pluviométrie moyenne annuelle cumulée pourrait augmenter de **4 %**, alors que pour le scénario RCP 8.5 cette augmentation ne serait que de **3 %**. Tous les trois modèles estiment une augmentation plus élevée pour le scénario RCP 4.5 par rapport au scénario RCP 8.5.

Tableau 35 : Evolution des moyennes annuelles des précipitations suivant RCP4.5 et RCP8.5

site	Moyenne annuelle de la pluviométrie				
	Données observées	Données du modèle		Variations de la pluviométrie 1959-1978/2011-2100	
	Période 1959-1978 mm	RCP4.5 2011-2100 mm	RCP8.5 2011-2100 Mm	RCP4.5 2011-2100 mm	RCP8.5 2011-2100 mm
<b>Djibouti</b>	132	103.7	102.3	4%	3%
<b>Tadjourah</b>	135	144.4	142.2	1%	-1%

### 3.3.5.2.3. Température de la surface de la mer

Une étude plus récente<sup>22</sup> menée sur la mer Rouge indique que la moyenne spatiale annuelle de la température de surface (de 1982 à 2016) a été de  $27,88 \pm 2,14$  ° C, avec une tendance au réchauffement significative de  $0,029$  ° C/an. Selon cette étude, la mer Rouge subira des tendances de réchauffement significatives de  $0.68^{\circ}\text{C}$  et  $3.28^{\circ}\text{C}$  selon les scénarios RCP2.6 et RCP8.5. Ces résultats indiquent que les eaux Djiboutiennes sous l'influence directe des eaux de la Mer Rouge et de l'Océan subiront un réchauffement significatif dans le futur.

### 3.3.5.2.4. Elévation du niveau marin

A l'échelle régionale, l'étude de Unnikrishnan et Shankar (2007)<sup>23</sup>, a montré que le niveau de la mer augmente de  $1.06-1.75$  mm/ year-1 sur les côtes nord de l'Océan Indien et, de  $2$  mm / an à Aden (Yemen). L'augmentation du niveau marin observée à l'échelle globale mais aussi dans la région, aura des répercussions sur les côtes djiboutiennes. Or, l'analyse des données marégraphiques 2007 – 2016, indique déjà une augmentation de  $8.76$  mm/an, ce qui est similaire aux valeurs estimées pour le nord de l'Océan Indien et pour Aden. Si ce rythme d'augmentation est maintenu, le niveau de la mer atteindrait  $70$  cm d'ici 2100.

<sup>22</sup>Shaltout, M. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Red Sea.

<sup>23</sup> Unnikrishnan et Shankar .2007. Are sea level rise trend along the coast of the north indian ocean are consistent with the global estimate ?



Figure 45 : Zones exposées en cas d'élévation du niveau marin de 1 m (simulation réalisée à l'aide de Global Mapper)

### Résultat de l'analyse de l'exposition future

Le Tableau 36 présente les résultats de l'analyse de l'exposition des zones côtières aux aléas climatiques.

Tableau 36 Évaluation de l'exposition future

Indicateurs d'exposition	Scenario	Echelle de notation (1 à 5)					Niveau d'Exposition	Exposition moyenne
		1	2	3	4	5		
<b>Précipitation</b>	RCP4,5		2				2	2
	RCP 8,5		2				2	
<b>Température</b>	RCP4,5	1					1	2,5
	RCP 8,5				4		4	
<b>Niveau marin</b>	Projection de la tendance actuelle						4	4
<b>Exposition moyenne</b>								<b>2,83 (note 3)</b>

### 3.3.5.3. Analyse de la sensibilité future

La zone côtière étant en pleine mutation, cette situation change rapidement et continuera à évoluer dans le futur en fonction des conditions géophysiques, bio-écologique et socio-économique de la zone d'étude.

La sensibilité de la zone côtière est à un niveau élevé voire très élevé (la note moyenne dénotant la forte vulnérabilité des zones côtières de Djibouti).

Le résultat (Tableau 37) montre une sensibilité globale de 4,8 correspondant à une sensibilité très élevée des zones côtières de Djibouti aux aléas climatiques.

Tableau 37 : Evaluation de la sensibilité future

Indicateur de sensibilité	Echelle de notation (1 à 5)					Niveau de sensibilité
	1	2	3	4	5	
Géomorphologie (constante)				4		4
Démographie (+)					5	5
Chômage (+)					5	5
Urbanisation (+)					5	5
Pauvreté (+)					5	5

#### 3.3.5.4. Évaluation de la capacité d'adaptation future

Compte tenu des tous les programmes, politiques et plans d'action en cours et/ou programmés dans le domaine de l'environnement, du développement et de la lutte contre les changements climatiques, les capacités actuelles évolueraient d'un rang en 2100.

La capacité globale de 4 montre le niveau des capacités faibles pour faire face aux effets des aléas climatiques sur les zones côtières du Djibouti

Tableau 38 : Évaluation des capacités d'adaptation futures

Aléas climatiques	Facteurs de capacité d'adaptation	Echelle de notation (1 à 5)					Niveau de capacité	de	Capacité moyenne
		1	2	3	4	5			
Paramètres climatiques (précipitations, température et élévation du niveau)	Moyens financiers et économiques				4		4		4
	Savoir et expertises				4		4		4
	Technologie				4		4		4
					4		4		4
	Gouvernance				4		4		4
<b>Capacité moyenne</b>									<b>4</b>

#### 3.3.5.5. Synthèse sur la vulnérabilité future

Les analyses de la vulnérabilité future ont été réalisées suivant les projections des scénarios RCP4.5 et RCP8.5 pour l'évolution à l'horizon 2100 de la température, des précipitations et du niveau marin.

Les analyses donnent des résultats quasiment similaires pour les deux scénarios (RCP4.5 et RCP8.5) à l'exception de l'effet de l'augmentation des températures qui est plus important pour le scénario RCP8.5). Ce scénario induirait potentiellement en 2100 une vulnérabilité élevée (de l'ordre de 4, 20) due à l'augmentation des températures.

Tableau 39 : Évaluation de la vulnérabilité future

	A. Niveau d'exposition		B. Niveau de la sensibilité	C. Impact potentiel: (A+B)/2		D. Capacité d'adaptation	E. Vulnérabilité : (C+D)/2	
	RCP 4.5	RCP 8.5		RCP 4.5	RCP 8.5		RCP 4.5	RCP 8.5
<b>Précipitation</b>	2	2	4,8	3,40	3,40	4.00	3,70	3,70
<b>Température</b>	1	4		2,90	4,40	4.00	3,45	4,20
<b>Niveau marin</b>	4	4		4,40	4,40	4.00	4,20	4,20

En outre, la vulnérabilité future due au niveau marin serait plus accentuée en 2100 évoluant d'une valeur moyenne (de l'ordre de 3,5) à un niveau de vulnérabilité élevé voire très élevée (de l'ordre de 4,20)

### 3.3.6. Stratégies et mesures d'adaptation : coûts, besoin en capacités et ressources, sensibilisation, éducation, etc.

Les optiques d'adaptation proposées ici prennent en considération les leçons tirées des actions d'adaptation passées depuis la première et deuxième communication sur les changements climatiques, des capacités actuelles, et des évolutions futures. Ces options visent à renforcer ou à créer des capacités dans le domaine de l'adaptation afin de réduire la vulnérabilité de la zone côtière aux changements climatiques.

Ces options d'adaptation se focalisent en priorité sur les crues, les inondations et la submersion marine. La réduction de la vulnérabilité face à ces événements extrêmes peut passer par 5 approches suivantes :

- Mise en place des moyens matériels, humains et financiers pour contrer les effets du changement climatique
- L'amélioration de la connaissance (savoir et expertise) sur le climat en général, les événements extrêmes climatiques en particulier.
- Création des capacités techniques et des technologies de :
  - prévision/prévention.
- Construction des nouveaux ouvrages de protection et le renforcement des ouvrages existant.
- Des mesures d'aménagement et d'urbanisme visant à réduire l'implantation des populations dans les zones les plus exposées (rives de l'oued Ambouli et constructions au bord de mer)
- Les mesures d'intervention post aléas pour réduire les impacts

Ces principales optiques d'adaptation proposées s'intègrent et répondent aux besoins exprimés dans les stratégies d'adaptation nationale et les documents de références (MUET, 2015 : Contribution Prévue Déterminée au niveau National de la République de Djibouti ; SNCC, etc.). Les détails des options proposées sont ci-dessous présentés.

#### ✓ *La mise en place des moyens financiers*

L'étude montre que la quasi-totalité des projets de résilience et d'adaptation au changement climatique sont financés par les bailleurs extérieurs. Cela pose le problème de pérennité des actions d'adaptation engagées. Il apparaît opportun de mettre en place des fonds nationaux destinés à la mise en œuvre des mesures d'adaptation au changement climatique.



✓ Amélioration de la connaissance sur le climat et les événements extrêmes

Le présent travail a révélé l'insuffisance des données et par conséquent les connaissances sur les aléas climatiques et les événements extrêmes sont sous-développées.

L'amélioration de la connaissance devra d'abord passer par la création des capacités institutionnelles. Dans cette optique, la création **d'un observatoire sur le climat** s'avère primordiale. Cette institution aura aussi comme missions principales la formation des spécialistes sur le climat, la modélisation et les recherches approfondies à l'échelle régionale. Elle sera équipée d'un radar météorologique pour repérer les précipitations et calculer leur déplacement. Les données de ce radar pourront être traitées par des logiciels spécialisés qui extrapoleront à court terme leur déplacement (prévision immédiate). Elles pourront aussi être chargées dans les modèles de prévision numérique du temps afin d'améliorer l'analyse de la situation météorologique pour faire les meilleures prévisions. L'observatoire comprendra en son sein, un centre d'échange et de diffusions des informations sur le climat où les scientifiques de la région viendront exposer leurs travaux de recherches.

Pour la ville de Tadjourah, le présent travail a permis de réaliser des relevés topographiques de haute résolution et de caractériser les débits ainsi que les écoulements d'eau des bassins versants qui débouchent sur la zone urbaine. Tandis qu'à Djibouti, que quelques zones de stagnation des eaux ont pu être identifiées à l'aide du modèle numérique de terrain. Il a été également constaté la rareté des données topographiques de haute résolution. Afin d'identifier avec précision les zones de stagnation des eaux pluviales et entreprendre des travaux d'aménagements adéquats, des données topographiques détaillées sont nécessaires. Ces données devront être créées par relevés aériens par drone.

✓ La mise en place des ouvrages de protection

A Djibouti ville, la digue d'Ambouli devra être renforcée et prolongée jusqu'à la mer. Afin d'éviter le débordement, une nouvelle couche devra être ajoutée pour élever la hauteur de la digue.

Le barrage de Ouéa constitue un premier rempart mais reste insuffisant à cause des écoulements d'eau en aval provenant des oueds de Boulé et de Chebelé en aval. La construction des barrages au niveau de ces oueds permettrait d'atténuer le débit d'écoulement dans le lit de l'oued Ambouli.

La ville de Tadjourah est protégée à l'est par la digue de Marsaki. Cependant, la ville reste exposée aux crues par les côtés nord et ouest. Afin de diminuer l'écoulement des eaux torrentielles sur la ville, nous recommandons la construction de deux barrages. Le premier dans les bassins versant de Badoli et Tikiblou. Une fois accumulée, l'eau pourrait être déviée vers l'oued Marsaki. Le deuxième barrage pourrait être construit dans le bassin versant de Tikiblou et la déviation des écoulements devra se faire vers l'oued Magalé.

Une autre option serait de contenir les torrents des oueds par des chenaux jusqu'à leur déversement dans la mer.

✓ Des mesures d'aménagement et d'urbanisme visant à réduire l'implantation des populations dans les zones les plus exposées

La loi interdit toute implantation des habitats sur les deux bords de l'oued Ambouli. En dépit de cette loi en vigueur et les opérations de délocalisation des sinistrés vers la cité Gar Gar, plusieurs habitations persistent dans cette zone inondable à haut risque. Ces maisons doivent être déplacés et relogés ailleurs. Afin d'éviter leur réimplantation, la zone devrait faire l'objet de contrôle régulier. On assiste à une situation similaire au nord de la ville de Tadjourah dans les quartiers de Badoli et de Agraf où des logements illégaux sont construits à proximité des oueds.

### ✓ *Les mesures d'intervention post-inondation*

D'après le rapport d'évaluation rapide des dommages et besoins<sup>24</sup>, les actions post-inondation sont souvent mal coordonnées. Les opérations d'assistance aux sinistrés et d'évacuation des eaux pluviales rencontrent des difficultés majeures. Plusieurs services et départements interviennent mais il n'existe pas de structure qui coordonne l'ensemble.

Pour contrer ces difficultés et l'insuffisance des moyens humains et matériels, il faudra mettre en place un service spécialisé pour l'intervention post-inondation, avec des personnes formées et qualifiées ainsi que des équipements adéquats.

## 3.4. Vulnérabilité et Adaptation des ressources en eaux

### **3.4.1. Contexte de vulnérabilité des ressources en eau**

Les ressources en eau en République de Djibouti sont soumises aux aléas d'origine naturelle et anthropique. Le climat est en effet aride et les précipitations irrégulières dans le temps et espace n'engendrent que des écoulements de surface éphémères. La précipitation moyenne annuelle est estimée sur tout le territoire à 150 mm. Les eaux souterraines constituent les seules ressources disponibles, mais commencent à montrer ses limites en raison de l'effet combiné de la pression démographique, du manque de précipitation et de l'intrusion des eaux de mer.

Une meilleure gestion de l'eau dans le cadre du changement climatique nécessite une quantification précise du volume disponible, de l'accessibilité et l'utilisation de l'eau afin de répondre de façon efficace aux fluctuations de l'offre et de la demande. Des études systématiques de la situation actuelle et future de l'utilisation de l'eau sont nécessaires pour quantifier les impacts du changement climatique sur la ressource. Les mesures continues des paramètres hydrométéorologiques sur les milieux marins et terrestres constituent des conditions initiales et permettent d'évaluer les impacts du changement climatique selon les différents scénarios (Hannah et al. 2013 ; IPCC 2007 ; Serrat-Capdevila et al. 2007 ; Thomson et al. 2011) de l'évolution du climat prévu pour ce siècle.

#### 3. 4.1.1. La cartographie des ressources en eau

L'analyse statistique des données des précipitations a révélé qu'il existe 3 grandes zones climatiques à Djibouti.

- la partie ouest qui comprend la ville de Dikhil et qui remonte vers le village de Balho en passant par le village de Yoboki est caractérisée par une faible variation interannuelle des précipitations.
- La seconde zone climatique du pays caractérisée par une variation annuelle importante se situe sur le littoral du pays qui s'étend de la pointe de Moulhoulé jusqu'à Loyada.
- La troisième zone climatique est située entre une large bande allant de la région d'Ali-Sabieh jusqu'au mont Moussa-Ali. Il s'agit d'une zone présentant à la fois une variation interannuelle et annuelle de la précipitation.

#### 3.4.1.2. Pluviométrie

Les pluies sont rares et tombent sous forme des averses qui engendrent des crues violentes. Les études hydrologiques entreprises en 1982 par la coopération allemande (BGR 1982) ont

---

<sup>24</sup> GFDRR, 2018. Rapport d'Évaluation Rapide des Dommages et Besoins. 33 p.

mis en évidence que le maximum de précipitation est mesuré dans le massif de Goda (>350mm/an). Les précipitations diminuent brutalement vers les côtes et atteignent des valeurs de 100-50mm/an vers le nord (Obock). Cependant les plains littorales sud (150-200mm/an) montrent des précipitations nettement supérieures à celles du nord (Fig.46).

L'ouest du pays bénéficie d'une précipitation qui varie entre 100-150mm/an et c'est dans la plaine de Hanlé-Gaggadé que l'on a enregistré des quantités de pluie supérieures à 150mm/an.

L'évapotranspiration potentielle estimée à partir de la formule de Penmann par l'étude de BGR en 1982 montre que celui-ci varie en fonction du relief. La valeur de l'évapotranspiration potentielle moyenne est de l'ordre de 2000mm/an pour le pays. Sur la partie ouest du pays, l'évapotranspiration atteint des valeurs de l'ordre de 2700 mm/an et diminue en direction du littoral (Figure 47).

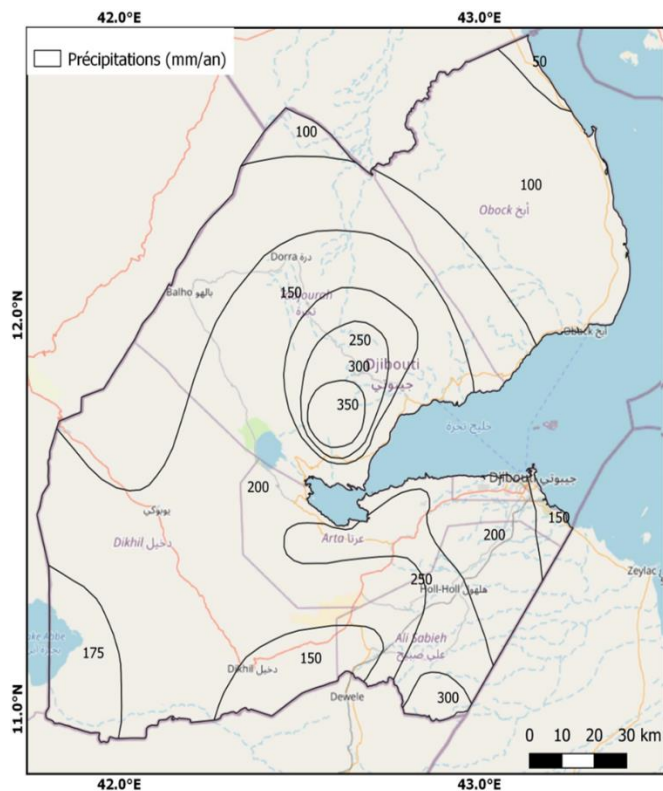


Figure 46 : Carte de la précipitation

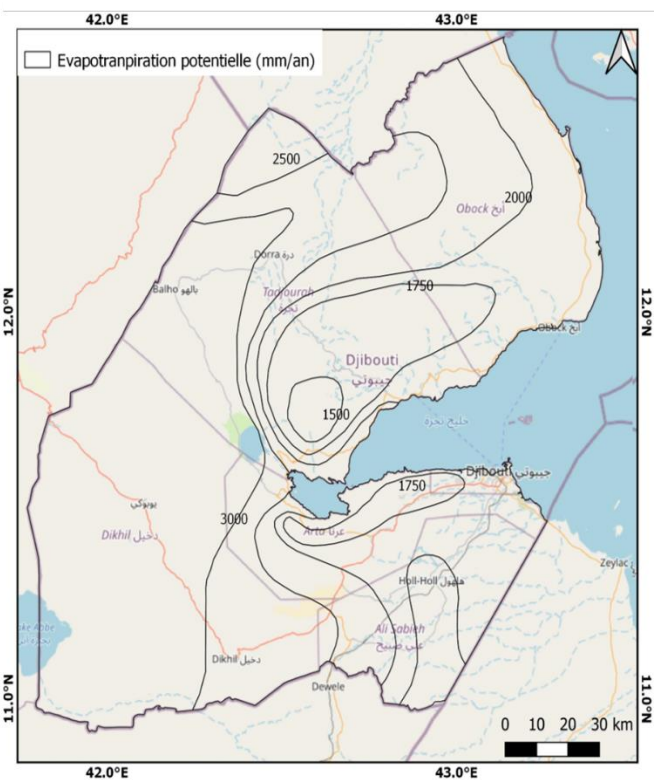


Figure 47 : Carte de l'évapotranspiration potentielle



### 3.4.1.3. Eaux de surface

L'absence des eaux de surface pérennes en République de Djibouti est due aux conditions climatiques arides où les précipitations moyennes annuelles ne dépassent pas 150 mm.

L'alimentation en eau potable est quasiment assurée par les eaux souterraines qui montrent des signes des dégradations avec l'effet conjugué des aléas engendrés par le changement climatique et la croissance démographique.

Dans des bassins versants exoréiques par exemple, les épisodes pluvieux importants ruissellent vers la mer plusieurs millions de mètres cubes qui pourraient être utilisés pour satisfaire les besoins en eau des populations.

La mise en valeur des eaux de surface revêt une importance capitale dans le rôle de l'alimentation en eau face à la dégradation inéluctable et incessante des eaux souterraines.

En raison des régimes pluviométriques torrentiels du pays, les eaux de surface s'avèrent également catastrophiques avec les inondations qui détruisent les foyers, infrastructures routières et périmètre agricoles.

La caractérisation de régimes d'écoulement des bassins versants est une première étape pour la mise en place des ouvrages des grands diamètres capables de retenir des quantités importantes des eaux ruisselées. Malheureusement le bilan hydrologique qui permet de quantifier les entrées et les sorties d'eau sur le bassin n'a été établi que pour le bassin versant d'Ambouli en 1982.

Les bassins versants qui sont formés à la suite des activités tectoniques ont été étudiés par les études de la coopération allemande de 1982. La ligne de partage des eaux dans le pays suit une direction nord-sud et passe entre Ghoubbet et le lac Asal. Cette même étude a dénombré 53 bassins versants sur tout le territoire qui se subdivisent en bassins exoréiques et endoréiques. Les bassins versants ayant une superficie supérieure à 900 km<sup>2</sup> comptent pour 26 % et n'ont qu'une partie sur le territoire djiboutien (Hanlé, Saday ,Weima,. . . etc.). La majorité des bassins versants (48 %) ne dépasse pas une superficie de 100 km<sup>2</sup>. Et seulement 26 % des bassins versants ont une superficie qui varie entre 100 et 400 km<sup>2</sup> (Figure 48).

Les réseaux hydrographiques sont bien développés, mais ses caractéristiques ne sont pas assez documentées. En effet, lors des épisodes pluvieux, les lits principaux de ces bassins versants peuvent retenir l'eau durant plusieurs mois et constituent des réservoirs importants d'eau potable.

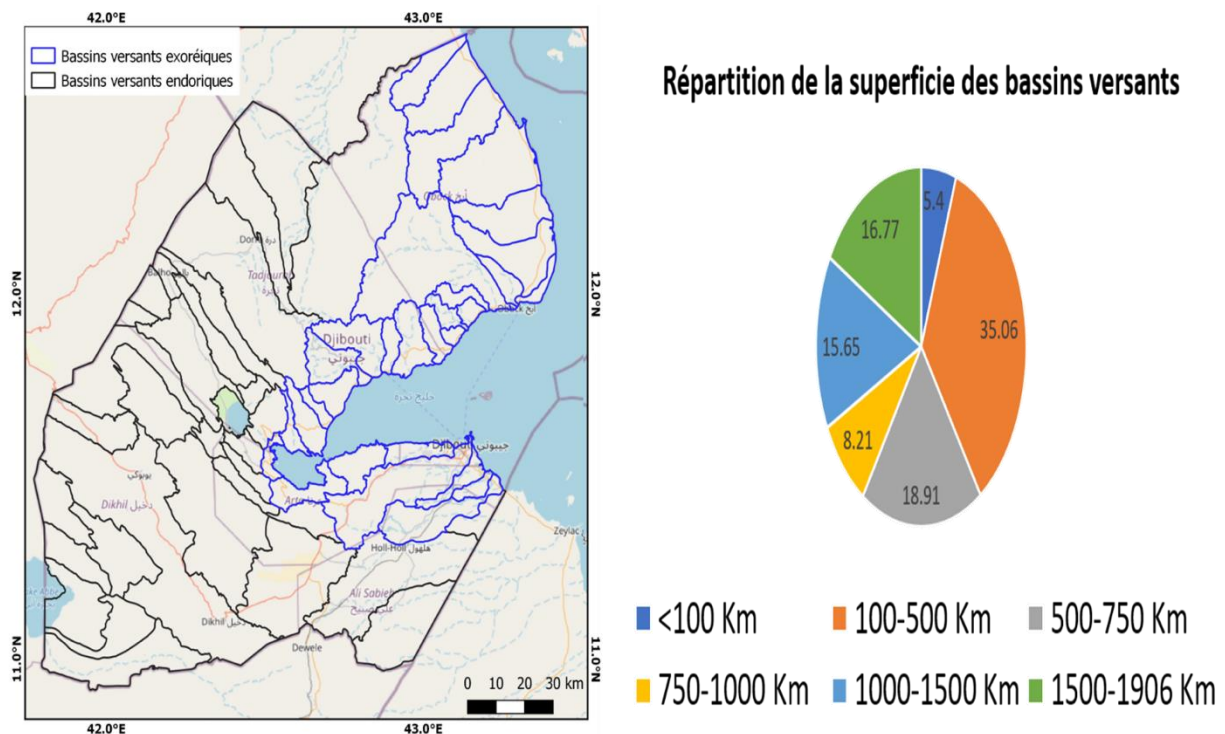


Figure 48 : Les bassins versants

#### 3.4.1.4. Description hydroclimatique des aquifères de la capitale et de la ville de Tadjourah

Les ressources en eau étant de plus en plus sollicitées en raison de l'augmentation de la demande de la société, la compréhension des effets du changement climatique sur les différentes composantes du cycle de l'eau est d'une importance stratégique pour la gestion de cette ressource essentielle.

L'évaluation de l'impact du changement sur la ressource en eau à l'échelle du pays requiert des études détaillées sur les paramètres hydroclimatiques. Les villes côtières telles que la capitale et la ville de Tadjourah font face aux deux grands effets néfastes du changement climatique que sont le dérèglement du régime pluviométrique et la remontée des eaux de mer.

De plus, le choix de ces deux sites est guidé par l'importance et la disponibilité des données et des études que l'on peut exploiter pour ce travail.

##### 3.4.1.4.1. Présentation de la nappe de Djibouti

La ressource en eau de la ville de Djibouti est assurée par l'aquifère côtier qui est constitué des formations volcaniques et sédimentaires. Avec une superficie de plus de 580 km<sup>2</sup>, l'aquifère s'étend vers le sud jusqu'à la frontière somalienne et il est bordé à l'Ouest par des reliefs escarpés constituant la chaîne Bour Ougoul. En plus des activités tectoniques, des cônes des déjections des matériels volcaniques s'alignent parallèlement sur les grandes directions de la fracturation. L'aquifère dans sa partie orientale est constitué des plaines sédimentaires tandis que son altitude augmente à l'ouest avec un relief érodé formé des vallées étroites et des crêtes escarpées dont l'altitude avoisine 650 m au point culminant (Figure 49).



Figure 49 : Localisation de la nappe de Djibouti

## - Géologie de l'aquifère de Djibouti

L'aquifère qui alimente la ville de Djibouti est composé de trois formations volcaniques et une formation sédimentaire (Figure 50). Cette dernière couvre toute la zone côtière et une partie de la zone du captage de PK20. Les formations sédimentaires sont constituées des sédiments marins de pléistocène moyen et supérieur et des dépôts fluviatiles des conglomérats rhyolitiques à matrice argileuse du Plio-Pléistocène que l'on retrouve principalement dans les lits des oueds.

La perméabilité du milieu volcanique est essentiellement due à la fracturation subie par les formations aquifères. Les mouvements des plaques génèrent des fractures, mais également des activités hydrothermales qui créent des dépôts des minéraux susceptibles de colmater les ouvertures des fractures. Même si que toutes les fractures ne contribuent pas à la conduite des eaux souterraines, compte tenu de la densité importante des fractures observée en affleurement, on considère que l'aquifère de Djibouti se comporte comme un milieu poreux équivalent.

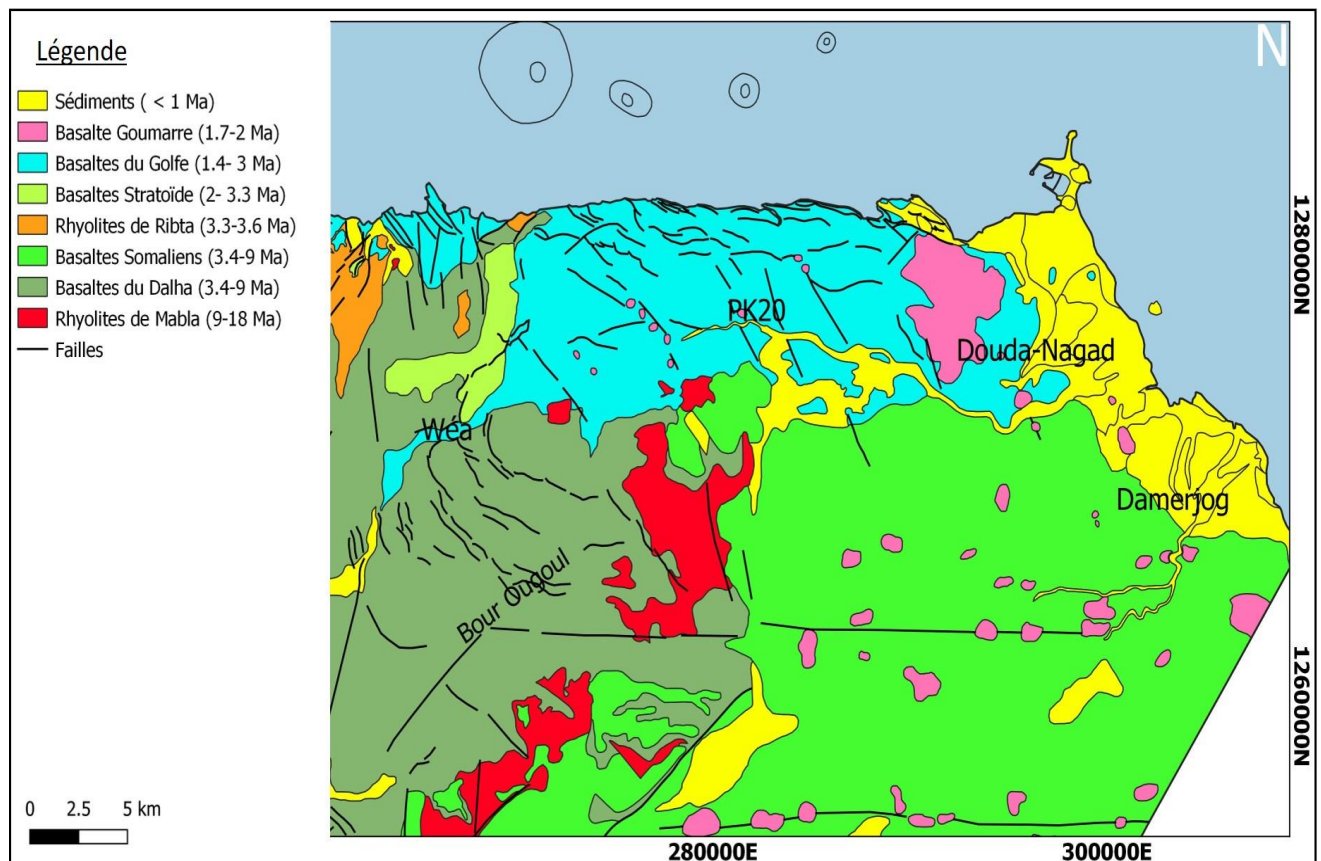


Figure 50 : Carte géologique de l'aquifère de Djibouti

## - Mode de recharge de l'aquifère de Djibouti

Les formations basaltiques de l'aquifère de Djibouti ne permettent pas une infiltration directe depuis la surface en raison d'une altération en forme de boue et des dépôts des couches d'argile.

Comme dans la plupart des zones arides, l'infiltration s'opère généralement dans les lits d'oued constitués des sédiments perméables. Les réseaux de drainages du bassin versant d'Ambouli qui abrite l'aquifère de Djibouti sont orientés EW. Les lits des oueds sont remplis des couches des sédiments ayant des épaisseurs qui dépassent par endroit 10 m et constituent la nappe inféroflux qui recharge la nappe volcanique sous-jacente.

Les études de la coopération allemande de 1982 ont estimé le taux de recharge pour les surfaces inondables. Le volume d'eau infiltré à partir de ces nappes inféroflux représente la recharge de l'aquifère des basaltes du golfe. En effet, on estime qu'entre 0.2-0.5 m/j s'infiltré dans les zones de basses altitudes d'une superficie de 12 km<sup>2</sup> situées en dessous de Wéa et l'infiltration la plus importante s'opère dans la vallée de Wéa avec plus de 0.34 m/j (Jalludin and Razack 2004).

#### - Caractérisation hydrodynamique de l'aquifère de Djibouti

Les essais de pompage qui ont été réalisés sur certains forages montrent des hétérogénéités importantes et ne permettent pas de mettre en lumière une caractéristique hydrodynamique spécifique de l'aquifère de Djibouti. Néanmoins, les essais de longue durée effectués sur les forages situés dans le basalte du golfe montrent une évolution en forme de palier du rabattement que l'on retrouve principalement dans cette unité (Jalludin 1993; Jalludin and Razack 1994a, 2004).

La carte piézométrique ci-dessous montre deux zones qui se distinguent par les gradients hydrauliques. En effet, la courbe hydroisohypse montre un gradient hydraulique de plus de 5 ‰ dans la zone de PK20 proche du contact entre le basalte de Dalha et le basalte du golfe.

Ce gradient important peut s'expliquer par la proximité de la vallée de Wéa où la recharge est estimée à 0.37 m/j bien supérieure aux valeurs connues en aval (Jalludin and Razack 2004; Houmed-Gaba 2009).. Les formations sédimentaires qui tapissent les lits d'oueds constituent les zones par lesquelles les eaux s'infiltrent vers les nappes basaltiques profondes ( Figure 51).

À l'heure actuelle, la nappe de Djibouti est exploitée par 53 forages avec un débit total estimé à plus de 16 Mm<sup>3</sup>/an. Le volume total de renouvellement ou la recharge annuelle est estimé à 15 Mm<sup>3</sup> ce qui affirme que la production de la nappe de Djibouti est déficitaire. Nous allons voir dans la partie qui suit la chimie des eaux de cette nappe qui apportera des éléments de réponse à la production soutenue malgré la faible recharge.

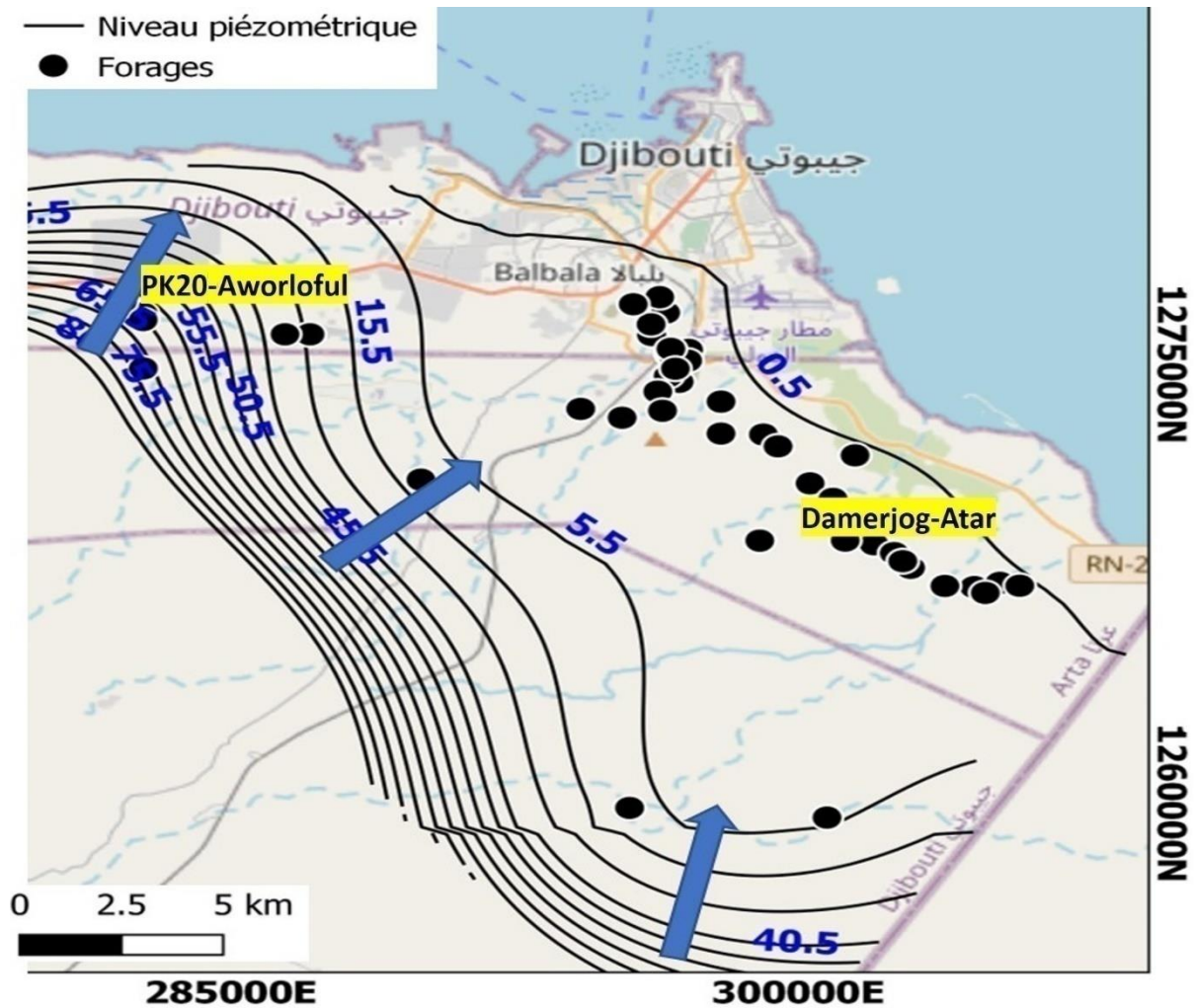


Figure 51 : Carte piézométrique de la nappe de Djibouti

Les analyses des isotopes stables révèlent que les eaux de la nappe de Djibouti se rechargent à travers les lits d'oueds. Dans le basalte du golfe, qui présente une densité assez importante des fractures comparée à celle que l'on retrouve dans le basalte de Dalha et Somalie, la signature isotopique des eaux ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) s'apparente aux eaux météoriques ayant peu subi les effets de l'évaporation tandis que les eaux du basalte de Somalie et Dalha présentent des eaux enrichies en éléments lourds. Cette différence de signature isotopique reflète également le mode de recharge qui est influencé par les obstacles tels que les colmatages des fissures dues aux dépôts hydrothermaux (Houssein-Ofleh 2006 ; Houmed-Gaba 2009 ; Awaleh et al. 2018).

L'évaluation de temps de résidence des eaux a mis en évidence que le système aquifère est assez complexe et que son renouvellement ne s'opère pas à la suite de tous les événements pluvieux.

#### 3.4.1.4.2. Présentation de la nappe de Tadjourah

La région de Tadjourah est située au nord-ouest du pays et est peuplée de plus 84 000 habitants pour une superficie de 7300 km<sup>2</sup>. Le massif de Goda qui est situé au centre de la région abrite un système aquifère en zone montagneuse qui alimente, en plus de la population rurale, la ville côtière de Tadjourah (48 000 habitants, chef-lieu de la région). En effet, 5 forages produisant plus de 3120 m<sup>3</sup>/j alimentent la ville de Tadjourah, mais l'essor des



activités socio-économique et notamment la construction d'un nouveau port à l'entrée de la ville a accentué le besoin en eau.

- Massif de Goda

La chaîne montagneuse de Goda (CMG) s'étend sur 3 000 km<sup>2</sup> dans la région de Tadjourah. Ce massif est situé dans la partie sud du bloc de Danakil (Eagles, Gloaguen, and Ebinger 2002) (au nord-est du triangle de l'Afar) qui est principalement constitué de roches précambriennes et de formations volcaniques s'étendant dans sa partie sud-est.

Le point le plus haut du massif culmine à 1 800 m au village de Day et on distingue trois entités géomorphologiques principales qui correspondent aux formations géologiques affleurantes (i) la série Dalha forme un paysage de plateau, avec quelques unités soulevées (falaises d'escarpement de 100 m de haut) et des vallées étroites le long de principaux linéaments ; (ii) le centre du massif constitué des vallées étroites à fort pendage; et (iii) les piedmonts remplis des sédiments issus de l'érosion ancienne des roches volcaniques.

Les précipitations sont sporadiques et sont liées à des averses et la pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 350 mm au sommet du massif et décroît vers la côte. La température annuelle moyenne dans la ville de Tadjourah est d'environ 29 °C et l'évapotranspiration potentielle est estimée à 1 500 mm.an<sup>-1</sup> dans le massif de Goda.

Cette condition climatique aride ne permet aucun développement du couvert végétal suffisant à l'exception de la partie centrale qui reçoit plus de précipitation et qui contient les vestiges d'une forêt primaire (1500 ha).

Les écoulements de surface sont temporaires et ne se produisent dans les vallées principales qu'après les événements pluvieux de grande ampleur. L'approvisionnement en eau de la population rurale et du bétail provient donc de puits peu profonds dans les vallées du massif et de quelques forages plus profonds dans la série Dalha. En outre, plusieurs sources émergent de fractures ou de l'interface Dalha-Mablas. Dans la zone côtière, des forages les plus productifs captent la nappe sédimentaire qui est rechargée en amont dans le massif.

- Géologie du massif de Goda

La rhyolite de Mablas dont l'âge s'étend entre 11 et 18 Ma est la plus ancienne formation géologique qui affleure dans la partie centrale et septentrionale du massif de Goda. Les épanchements de cette série sont caractérisés par des tufs blancs et verdâtres, des ponces ou encore des coulées massives rouges. Les environs immédiats de la côte ainsi que les lits d'oueds sont remplis par les sédiments récents (Figure 52).

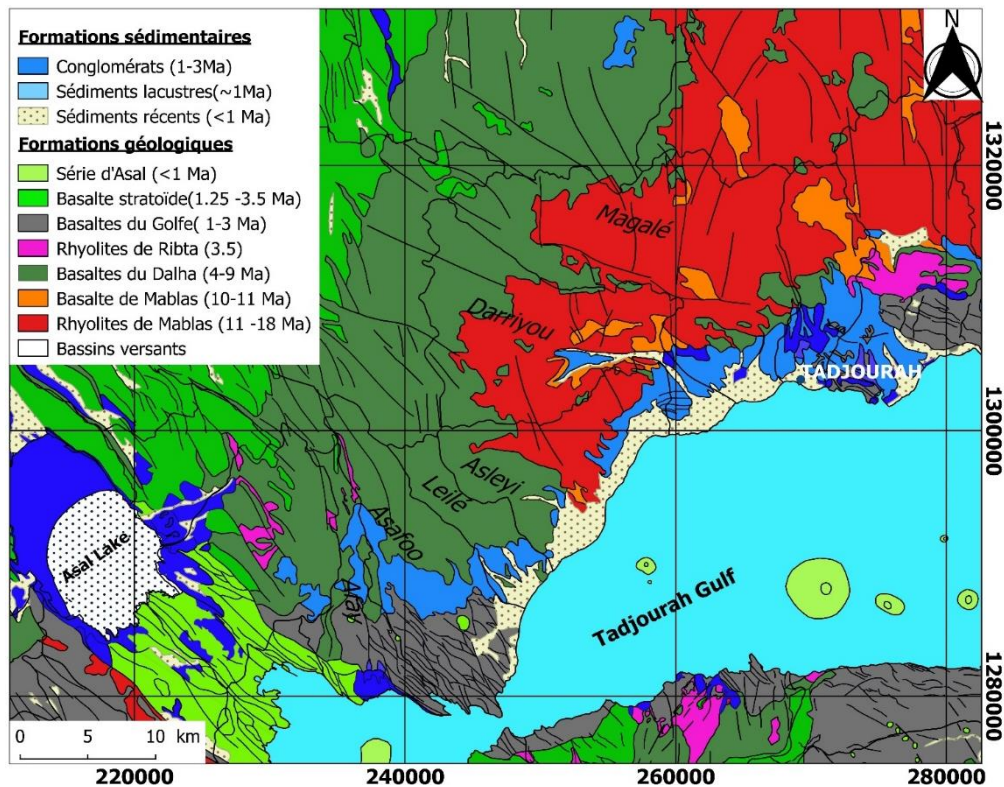


Figure 52: Carte géologique du massif de Goda

#### - Caractérisation hydrodynamique

Cette carte piézométrique établie avec les données de l'année 2015 montre une direction générale de l'écoulement du NW-SE. Elle montre des isopièzes constante et espacée de façon régulière à l'ouest en raison de manque des données. Le centre du massif où l'on a pu obtenir la majorité des mesures piézométriques montre des gradients hydrauliques variables en fonction de l'hydrogéomorphologie.

Des courbes ayant des formes circulaires fermées qui expriment des protubérances sont situées en haut du massif sur le basalte de Dalha. Des lignes piézométriques divergentes et régulières dans l'oued Leile émanant de ce dôme piézométrique traduisent une zone d'alimentation.

Dans les formations rhyolitiques, les lignes piézométriques décrivent des arcs convergents le long de l'axe de drainage principal de l'oued Darriyou (Figure 53) (Ahmed 2017).

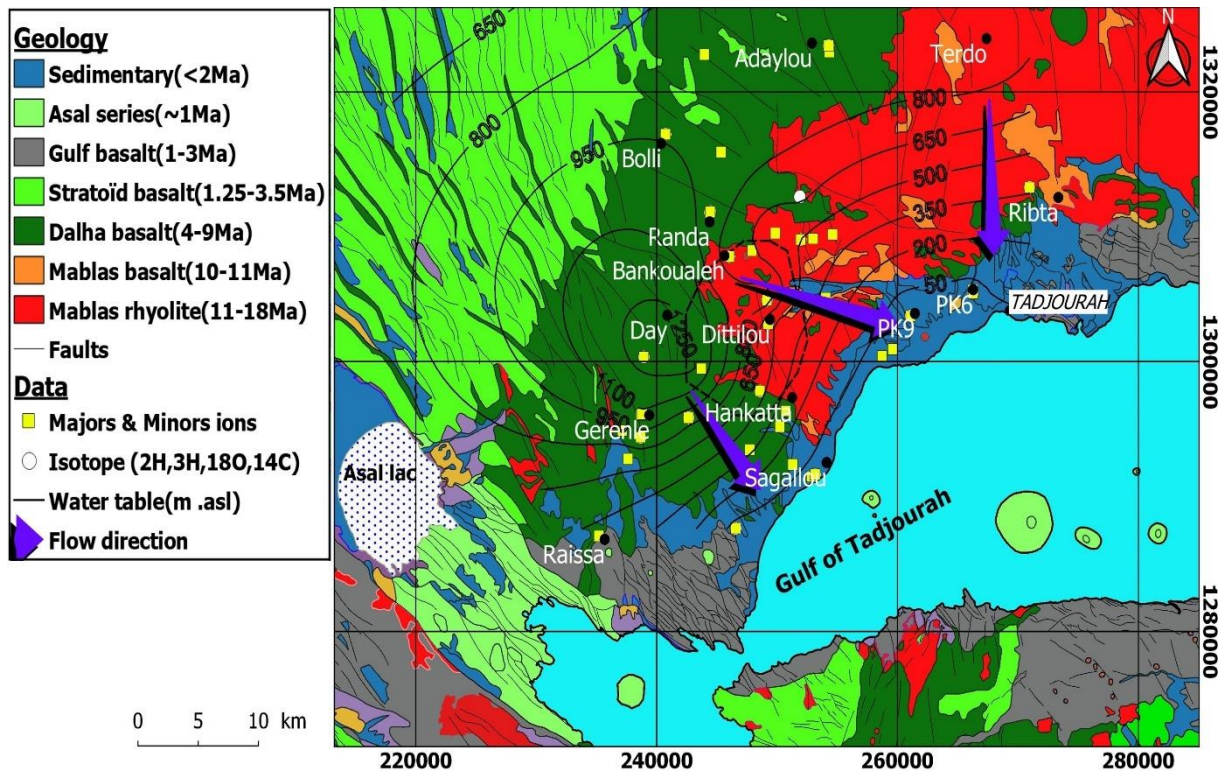


Figure 53: Carte piézométrique de l'aquifère du massif de Goda

#### - Qualité des eaux

L'analyse chimique classique des diagrammes binaires, complétée par l'analyse en composantes principales (ACP) et l'interprétation des données isotopiques des eaux, a mis en évidence que l'hydrolyse des minéraux de basalte de Dalha et le phénomène d'évaporation constituent les deux principaux processus par lesquels l'eau de cet aquifère acquiert une minéralisation.

Les eaux bicarbonatées calciques à faible minéralisation et à court temps de séjour sont principalement situées dans la partie centrale du massif recouvert par la rhyolite de Mabla. La synthèse de cette étude permet de conclure que la partie centrale du massif est bien la zone de recharge préférentielle où les eaux souterraines présentent des activités de carbone 14 proches des eaux de pluie.

De plus, dans la zone du captage des eaux du système aquifère du massif de Goda pour la ville de Tadjourah située à 6 km, un nouveau forage a montré une intrusion des eaux de mer.

### 3.4.2. Vulnérabilité des ressources en eau

Le changement climatique et ses conséquences limitent la capacité d'adaptation des systèmes de ressources en eau, le rendant vulnérable à de tels changements (Al-Kalbani et al. 2014). Les aquifères qui constituent les sources principales de l'eau subissent des dégradations en raison des modifications de la couverture terrestre, de l'urbanisation, de l'irrigation et la création des ouvrages hydrauliques qui modifient le régime de l'écoulement (Vörösmarty et al., 2010). En plus du changement climatique, d'autres facteurs de stress tels que l'augmentation de la population, la croissance socio-économique ont des répercussions directes sur la vulnérabilité de la ressource d'eau.

L'évaluation de la vulnérabilité de la ressource en eau actuelle et future en République de Djibouti se limite à étudier les dérèglements de l'intensité et de la fréquence de la précipitation et les intrusions des eaux de mer dans les aquifères côtières. La succession des périodes de sécheresse et des pluies torrentielles suivit ou non des ouragans, la baisse des niveaux des nappes, sont autant d'indicateurs de la variabilité des précipitations. La hausse de température engendre une augmentation des niveaux marins. L'augmentation de la salinité dans les aquifères côtiers résulte de la hausse du niveau marin qui engendre par intrusion une augmentation de la salinité des eaux de ces aquifères. De ce fait, deux aléas sont identifiés comme étant les principales causes rendant vulnérable la ressource en eau en République de Djibouti :

- La Variabilité des précipitations
- L'augmentation du niveau marin

#### 3.4.2.1. Impacts actuels et futurs de la variabilité des précipitations sur les eaux de surface

Depuis 1960, la région de l'Afrique de l'Est a également connu une augmentation de la température de 1,3 °C avec un taux moyen de 0,28 °C par décennie. Selon le dernier rapport du GIEC, la température augmentera de 1,8 °C/an d'ici 2080 et la région connaîtra une augmentation de la quantité de précipitation accompagnée de la fréquence des épisodes de précipitations intenses. Ce changement engendre une succession des sécheresses et des inondations, épuisement de la nappe phréatique et intrusion des eaux de mer dans les aquifères avec l'augmentation de niveau marin.

Pour la République de Djibouti, les modèles de circulation globaux (MCG) permettent de proposer pour la période 1990-2050 deux scénarios extrêmes pour les précipitations, le niveau marin et la température. En effet, ce modèle prévoit une augmentation moyenne annuelle de l'ordre de 0.2-05 °C et c'est ce qui est observé pour la ville de Djibouti depuis 1901. Quant à la variation du niveau de la mer et de la précipitation, dans le cas minimal, le niveau de la mer devrait augmenter seulement de 8 cm et la précipitation devrait diminuer de 4.4 %. Pour le scénario extrême, le modèle prévoit une diminution de 11 % des précipitations avec une augmentation du niveau de la mer de 39 cm (MHUAT 2001).

Le cycle hydrologique décrit la circulation continue de l'eau entre l'océan, l'atmosphère et la terre. L'eau est transférée par des processus physiques comme l'évapotranspiration, les précipitations, l'infiltration et le ruissellement des rivières. À l'échelle du bassin hydrographique, le cycle hydrologique comprend généralement la précipitation, l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration.

Tous les 53 bassins versants, formés par l'action combinée de la tectonique et de l'érosion du pays, ne sont pas équipés des appareils de mesure hydrométriques. Cependant, le bassin versant d'Ambouli d'une superficie de plus de 650 km<sup>2</sup> a fait l'objet de plusieurs études qui ont produit des données permettant d'établir un bilan hydrologique. Le cycle de l'eau, quantifié par le bilan hydrique, a été estimé pour le bassin versant d'Ambouli par une méthode physique où l'évapotranspiration et l'infiltration ont été calculées respectivement par des mesures empiriques et locales et extrapolées pour les 53 bassins versants présentant pourtant des différences significatives en termes de morphologie et de topographie.

Sur la base des scénarios envisagés par le changement climatique quant à la variation de la précipitation nous présentons dans le tableau 40 le bilan hydrologique des quelques bassins versants qui ont été suivis par le CERD jusqu'au début des années 90.

### 3.4.2.1.1. Les impacts du régime pluviométrique

La variation du climat influe sur la quantité des précipitations, mais également sur son intensité. En effet, bien que l'ampleur et la magnitude de l'augmentation de la précipitation restent incertaines, les prédictions et les observations affirment avec consistance une augmentation de la quantité des pluies et de sa fréquence.

Tableau 40 : Bilan et prévision de la variation des précipitations

Bassins versants	Surface	Paramètres du bilan	Valeur	Volum e	Scénari o extrême	Volume	Scénari o minimal	Volume
	<b>Km<sup>2</sup></b>	<b>Mm</b>	<b>mm</b>	<b>million de m<sup>3</sup></b>	<b>-11 %</b>	<b>million s de m<sup>3</sup></b>	<b>-4 %</b>	<b>million s de m<sup>3</sup></b>
<b>Ambouli</b>	588	P	208	122.30	185.12	108.85	199.68	117.41
		ET	173.68	108.07	163.58	96.19	166.73	98.04
		R	12.48	7.34	11.11	6.53	11.98	7.04
		I	21.84	12.84	19.44	11.43	20.97	12.33
<b>Cheiketi</b>	835	P	160.9	134.35	143.20	119.57	199.68	166.73
		ET	134.4	112.18	119.57	99.84	166.73	139.22
		R	9.654	8.06	8.59	7.17	11.98	10.00
		I	14.11	11.78	12.56	10.48	20.97	17.51
<b>Degbour</b>	1050	P	167.9	176.30	149.43	156.90	199.68	209.66
		ET	140.20	147.21	124.77	131.01	166.73	175.07
		R	10.07	10.58	8.97	9.41	11.98	12.58
		I	17.63	18.51	15.69	16.47	20.97	22.01
<b>Galafi</b>	45	P	128.4	5.78	114.28	5.14	199.68	8.99
		ET	107.21	4.82	95.42	4.29	166.73	7.50
		R	7.704	0.35	6.86	0.31	11.98	0.54
		I	13.48	0.61	12.00	0.54	20.97	0.94
<b>Gami</b>	96	P	156.4	15.01	139.20	13.36	199.68	19.17
		ET	130.59	12.54	116.23	11.16	166.73	16.01
		R	9.384	0.90	8.35	0.80	11.98	1.15
		I	16.42	1.58	14.62	1.40	20.97	2.01
<b>Wea</b>	240	P	245	58.80	218.05	52.33	199.68	47.92
		ET	204.58	49.10	182.07	43.70	166.73	40.02
		R	14.7	3.53	13.08	3.14	11.98	2.88
		I	25.73	6.17	22.90	5.49	20.97	5.03

### Les inondations

Les dommages matériels et les pertes potentielles de vies humaines dues aux inondations sont causés par des précipitations extrêmes. Les données de précipitation collectées sur des longues périodes (en termes d'intensité, de durée et de période de retour) sont utilisées pour concevoir des installations de gestion des eaux pluviales, des structures de protection contre les inondations et de nombreuses autres structures de génie civil impliquant tel que des barrages hydroélectriques.

Les manques des données continues et complètes auxquelles s'ajoutent les variabilités des extrêmes des événements pluvieux constituent une entrave aux études de prévision des inondations. La ville de Djibouti est construite en partie sur l'exutoire de l'oued d'Ambouli qui ruisselle en moyenne plus de 7 millions de mètre cube d'eau et constitue de ce fait, une menace constante de destruction des habitats et des infrastructures.

La ville de Djibouti subit les conséquences des crues occasionnées par les précipitations extrêmes. On recense à ces jours, plusieurs inondations dont les fréquences semblent s'accélérer depuis la première décennie de ce millénaire (Tableau 41).

Comme le montre le tableau suivant, l'oued d'Ambouli qui ruisselle l'eau vers la ville de Djibouti constitue une menace pour le développement urbain et économique.

Tableau 41 : Pertes liées aux inondations

Année	Nombre de décès	Nombre des personnes affectées
1977	25	91 000
1978		106 000
1981		102 000
1989	10	150 000
1993		20 000
1994	145	120 000
2004	51	115 000
2013	9	
2019		150 000

#### 3.4.2.1.2. Récurrence des événements extrêmes

La variabilité du climat a également accentué l'intensité et la fréquence des cyclones tropicaux. Il n'est pas certain que le changement climatique augmente ou diminue le nombre des cyclones, mais les modèles climatiques prévoient que leur intensité pourrait augmenter.

##### - La recrudescence des cyclones

Le dipôle de l'océan Indien, également connu sous le nom de Niño indien, est une oscillation irrégulière des températures de surface de la mer dans laquelle l'océan Indien occidental devient alternativement plus chaud puis plus froid que la partie plus à l'est de l'océan.

Ce dipôle génère de part et d'autre de l'océan indien une sécheresse accrue et des cyclones qui traversent le golfe d'Aden. Plusieurs cyclones finissent généralement leurs courses vers le golfe d'Oman ou encore sur les côtes yéménites ou somaliennes.

La République de Djibouti a subi partiellement l'effet de ce dipôle avec les recrudescences des cyclones traversant le golfe d'Aden. Le cyclone Sagar a engendré dans la ville de Djibouti la nuit du 19 mai 2018 une précipitation de 110 mm proche de la moyenne annuelle de précipitation enregistrée sur tout le territoire.

Les zones les plus touchées par les crues soudaines sont celles de la ville de Djibouti et de la banlieue de Balbala. 250 000 personnes ont été touchées par les crues soudaines et probablement déplacées, et deux décès ont été signalés.

- La recurrence de la secheresse

La région de la corne de l'Afrique fait face depuis plus de trois décennies à des sécheresses récurrentes qui déciment les bétails et réduisent considérablement la recharge des eaux souterraines. La République de Djibouti a également connu ces sécheresses dont les impacts touchent irrémédiablement toutes les branches du secteur de l'eau. En effet, la baisse de la pluie est en premier lieu ressentie par la population rurale qui s'alimente à l'aide des puits qui captent la nappe inféoflux dont la charge hydraulique est maintenue par les précipitations.

En complément, le gouvernement achemine l'eau par camion-citerne ou par conduite sur plusieurs kilomètres comme c'est le cas du village de Ribta au nord de Tadjourah.

Les études d'évaluation des impacts des sécheresses se concentrent sur les observations faites à la suite des événements en raison du manque des suivis des indicateurs tels que les bétails, les niveaux piézométriques, la couverture végétale, etc. A ces difficultés s'ajoutent les exodes ruraux, accompagnés souvent des épidémies, qui exacerbent et détruisent les points d'eau.

L'étude d'évaluation des impacts de la sécheresse de 2011 à Djibouti montre que plus de la moitié de la population rurale a été affectée et qu'une bonne partie des arbres utilisés pour l'alimentation de leur bétail a été asséchée. En raison des moyens financiers limités et de l'étendue des zones affectées, l'évaluation précise des impacts socio-économiques constitue un obstacle pour une prédiction future des dommages de ce même aléa.

Néanmoins, la sécheresse de 2011 a causé plus de 52 millions US \$ de dommages.

#### 3.4.2.2. Les impacts actuels et futurs sur les eaux souterraines

L'intensification de la désertification combinée à une croissance démographique rapide et des activités agricoles qui se développent, l'eau souterraine qui demeure l'unique ressource du pays manifeste des signes de dégradations de sa qualité, mais également un abaissement substantiel de sa quantité.

En effet, la baisse de niveau d'eau et l'intrusion de l'eau de mer causée par la surexploitation de la nappe de Djibouti ont déjà contraint à l'arrêt plusieurs forages d'exploitation et contraint plusieurs périmètres agricoles à l'abandon total. L'implantation des populations et le développement des nouveaux ports animaliers et la construction d'une raffinerie, l'extraction des alluvions des oueds, le rejet des ordures et des huiles de vidange sont autant des facteurs qui exposent les eaux souterraines aux risques exacerbés d'une pollution déjà contraignante. La réponse à une telle demande croissante requiert une connaissance approfondie des aquifères et une gestion basée sur une approche intégrée entre la communauté et les différents acteurs du secteur.

Le fonctionnement hydrogéologique des aquifères du pays est à ce jour au stade préliminaire en raison de manque de suivi ou de la collecte des données. En effet, conformément aux directives du schéma directeur de l'eau de l'an 2000 qui prévoit des études systématiques des différents aquifères pour l'évaluation des potentiels, le CERD a entrepris plusieurs études hydrogéologiques pour la caractérisation hydrogéologique des aquifères (Aboubakar 2012;



Aboubaker, Jalludin, and Razack 2013; Ahmed 2017; Ahmed et al. 2017, 2018; Ahmed, Jalludin, and Razack 2020; Arthaud and Jalludin 1994; Awaleh et al. 2018; Hauquin 1978; Houmed-Gaba 2009a; Houssein-Ofleh 2006; Jalludin 1993).

Les résultats de ces études ont mis en lumière que les aquifères du pays sont principalement exposés à **l'augmentation de la salinité et à la baisse de la charge hydraulique engendrée par la diminution de la recharge.**

L'évaluation de la vulnérabilité et la quantification des impacts du changement climatique sur la ressource en eau à l'échelle du pays exigent de faire un choix pertinent des sites d'études représentatifs des problèmes que l'on se propose d'évaluer.

Les zones côtières abritent une concentration importante de la population qui vit sous la pression de la baisse constante de la disponibilité de la ressource et de sa qualité due aux conséquences de la surexploitation et de l'intrusion des eaux de mer.

D'un autre côté, les aquifères éloignés de la mer font face aux baisses régulières du niveau d'eau accompagné de l'augmentation de la salinité.

La nappe de Djibouti qui alimente la ville de Djibouti est incontestablement le premier site exposé aux effets adverses du changement climatique. L'augmentation constante et continue de la salinité de l'eau, qui est due aux effets combinés de la baisse de la précipitation et de l'intrusion, a conduit le gouvernement à prendre une décision radicale d'importer l'eau d'un autre pays.

Au nord-est du pays, la ville de Tadjourah située également sur la côte connaît un stress hydrique aggravé par une croissance démographique et économique et une intrusion des eaux de mer.

En s'appuyant sur les différents scénarios des baisses de précipitation projetées par le modèle climatique à savoir -4.4 % et -11 %, les simulations de la piézométrie de la nappe en régime permanent de l'aquifère de Djibouti a permis de faire ressort l'effet de la diminution de la précipitation se traduisant par :

- une montée des eaux de mer qui augmente la salinité des eaux souterraines (Figure 54) et entraînant l'abandon de l'exploitation des ouvrages hydrauliques.
- une baisse considérable des niveaux statiques et donc du volume exploitable de la nappe de Djibouti (Figure 55)

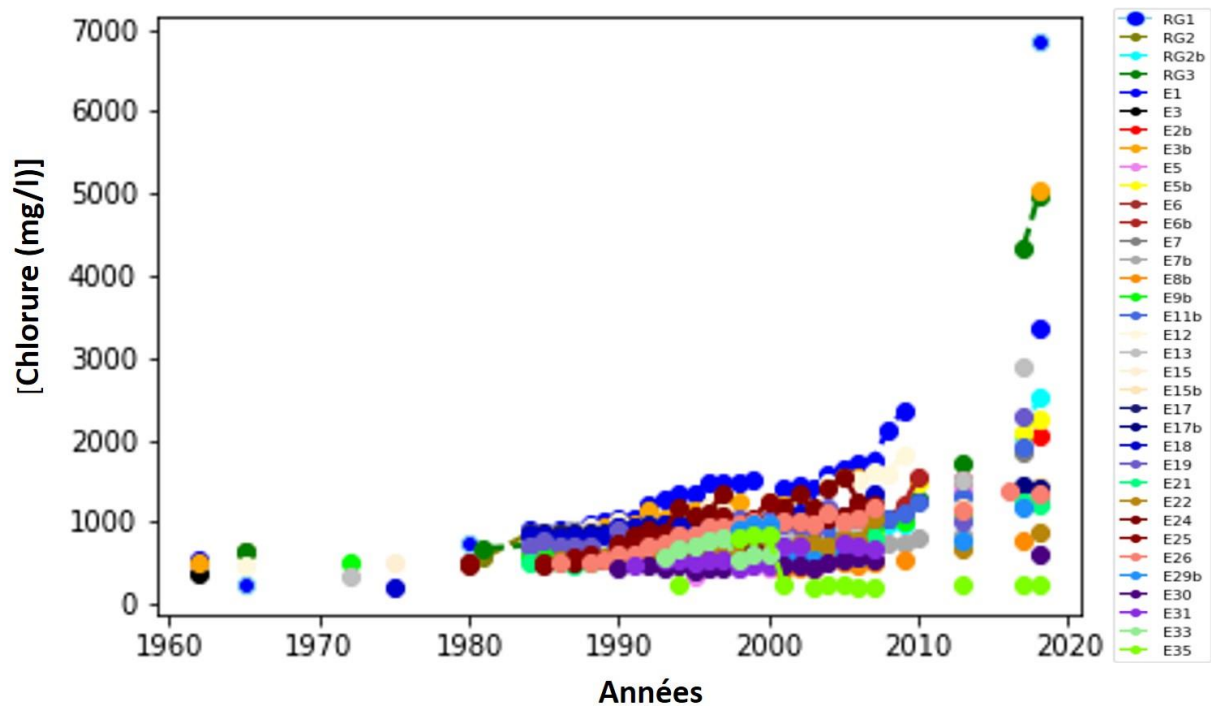


Figure 54 : Évolution de la concentration de chlorure des eaux de la nappe de Djibouti (1960-2019)

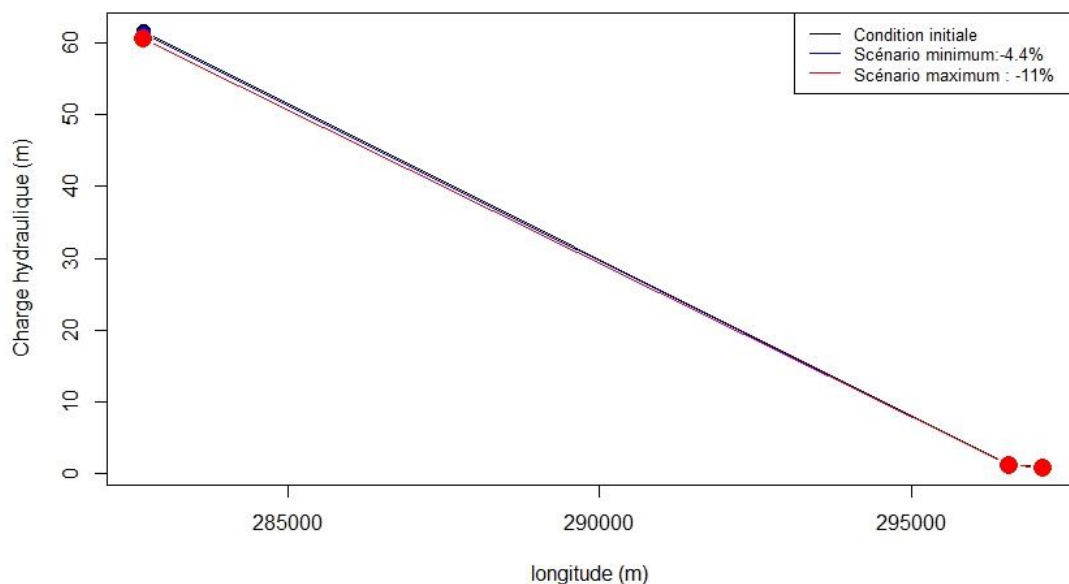


Figure 55 : Évolution de la piézométrie de certains forages selon les différents scénarios climatiques

### 3.4.2.3. Impacts actuels et futurs de l'augmentation du niveau marin sur les ressource en eau

L'intrusion d'eau de mer est l'un des principaux facteurs de menace de la qualité des eaux souterraines dans les aquifères côtiers du monde entier. L'intrusion d'eau de mer est le mouvement vers la terre de l'eau saline dans les aquifères côtiers et présente généralement des oscillations saisonnières dues à des facteurs humains et climatiques (Werner et al. 2013 ; Mahlknecht et al. 2017 ; Baena-Ruiz et al. 2018).

Outre l'augmentation de la salinité des eaux souterraines, l'intrusion d'eau de mer pose un problème de santé publique (Abd-Elhamid 2017; Abd-Elhamid and Javadi 2011; Nava Fuentes, Arenas Granados, and Cardoso Martins 2018) en raison des déchets déversés dans la

mer. Par conséquent, la protection des ressources en eaux souterraines dans les zones côtières nécessite des mesures de précaution, en particulier dans notre pays où les eaux des fosses septiques sont directement déversées dans la mer.

L'étude la plus récente (Razack et al. 2019) parue dans le journal Water a permis de quantifier à l'aide de la modélisation l'intrusion des eaux de mer sur la côte sud de la ville de Tadjourah.

La ville de Tadjourah est alimentée en eau par les formations sédimentaires situées au piedmont du massif de Goda à l'aide de cinq forages de plus 100 m de profondeur qui sont situés à 3 km de la ville de Tadjourah. Ces forages débitent cette nappe côtière à plus de 3120 m<sup>3</sup>/jours, soit un volume annuel moyen de 1.13 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

La société « Taysele » située également sur la côte à 9 km de Tadjourah exploite cette nappe sédimentaire avec plus de 3 forages dont les débits nous sont inconnus.

L'exploitation de l'aquifère de Goda sur la côte rencontre les intrusions des eaux de mer, mais également une surexploitation en raison de la concentration de la population et des activités. .

La dégradation de la qualité des eaux de la nappe côtière est en grande partie due à la prépondérance du biseau salé occasionné par l'effet combiné de la baisse de précipitation et une augmentation du niveau marin qui entraîne le front salé vers la nappe.

La République de Djibouti est caractérisée par un climat aride à semi-aride et la recharge s'opère généralement à l'occasion des événements pluvieux extrêmes et exceptionnels. Les scénarios du GIEC dénomés RCP (« voies de concentration représentatives » (Representative Concentration Pathways ) ont été appliqués par l'ICPAC qui est une institution faisant partie de l'IGAD et qui est spécialisée dans la production des données climatiques dans la région de l'Afrique de l'Est.

Comme les événements pluvieux exceptionnels jouent un rôle important dans la recharge des aquifères des zones arides, les auteurs de cette étude (Razack et al. 2019) de modélisation ont pris en considération les résultats du scénario RCP 2.6 (Figure 56) pour évaluer sur 100 ans l'impact de la baisse de la précipitation et l'évolution de la concentration de la salinité sur deux forages (PK6 et PK9) situés dans la nappe côtière.

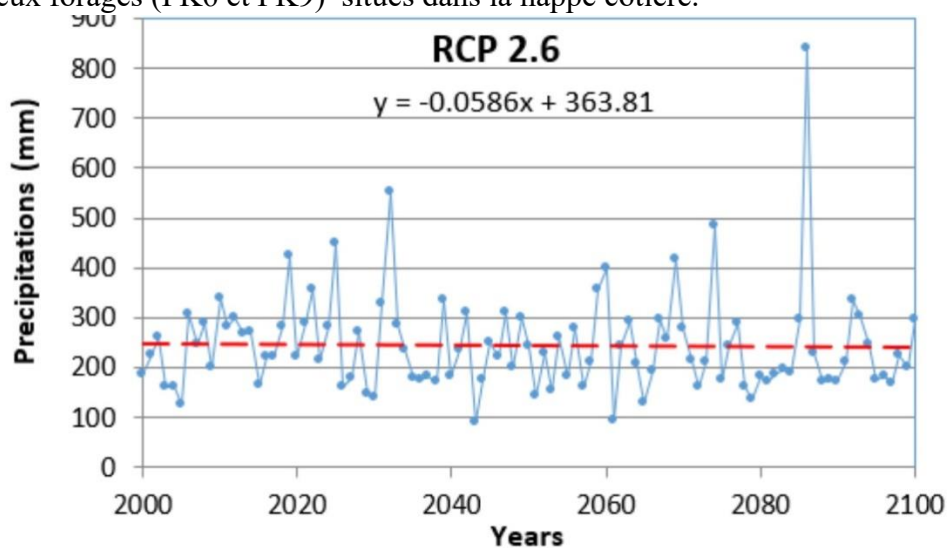


Figure 56: Projection de la précipitation en RDD sur 100 ans d'après le scénario RCP 2.6(Razack et al. 2019)

Les résultats de cette modélisation montrent à première vue une baisse significative et constante de la charge hydraulique dans les deux forages. Cependant, on observe que cette

baisse est plus accentuée pour le forage PK6 en raison de la surexploitation causée par la ville de Tadjourah (Figure 57).

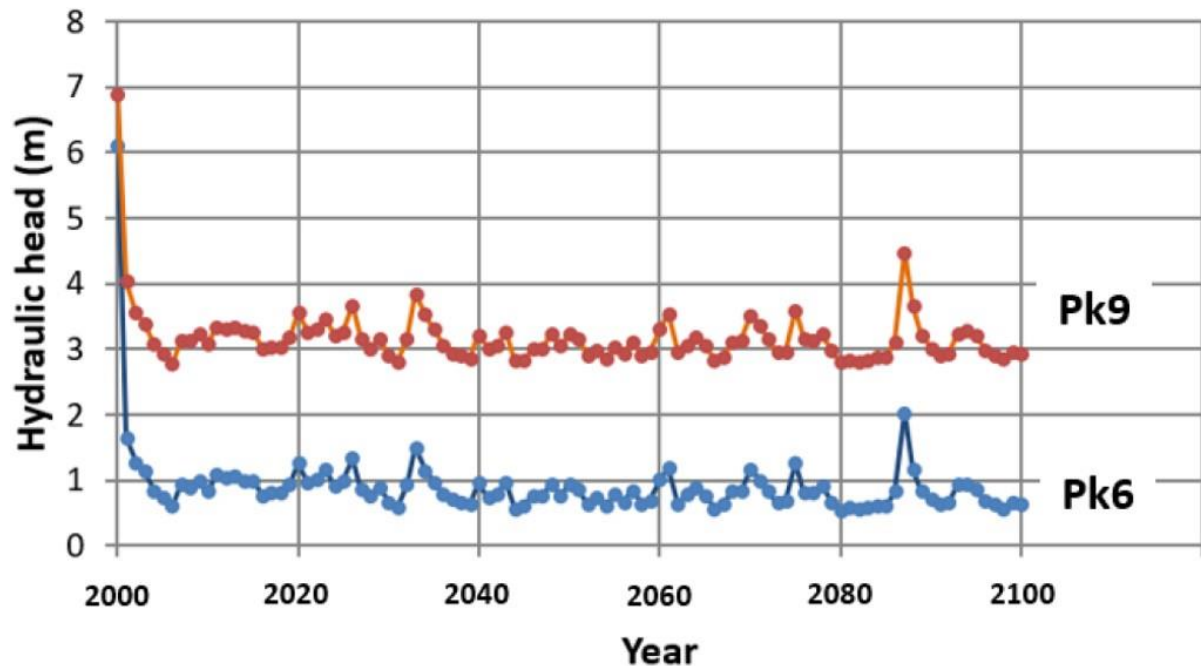


Figure 57: Evolution de la piézométrie de PK6 et PK9 sur 100 ans(Razack et al. 2019)

L'avancée des eaux de mer a également été simulée sur la période de 2001-2100 et on observe une intrusion des eaux de mer plus accentuée dans le forage PK6 (Figure 57 et 58) qui est situé sur le champ de captage principal qui alimente la ville de Tadjourah. Cela pourrait s'expliquer soit par la surexploitation et la proximité à la mer de ce forage par rapport à celui de PK9.

Cette étude vient de confirmer les craintes futures des intrusions et doit permettre dès à présent un suivi de l'évolution de la salinité dans ces ouvrages. Les décideurs politiques doivent prendre en considération la vulnérabilité de cette nappe et adopter des approches permettant une gestion durable de cette ressource.

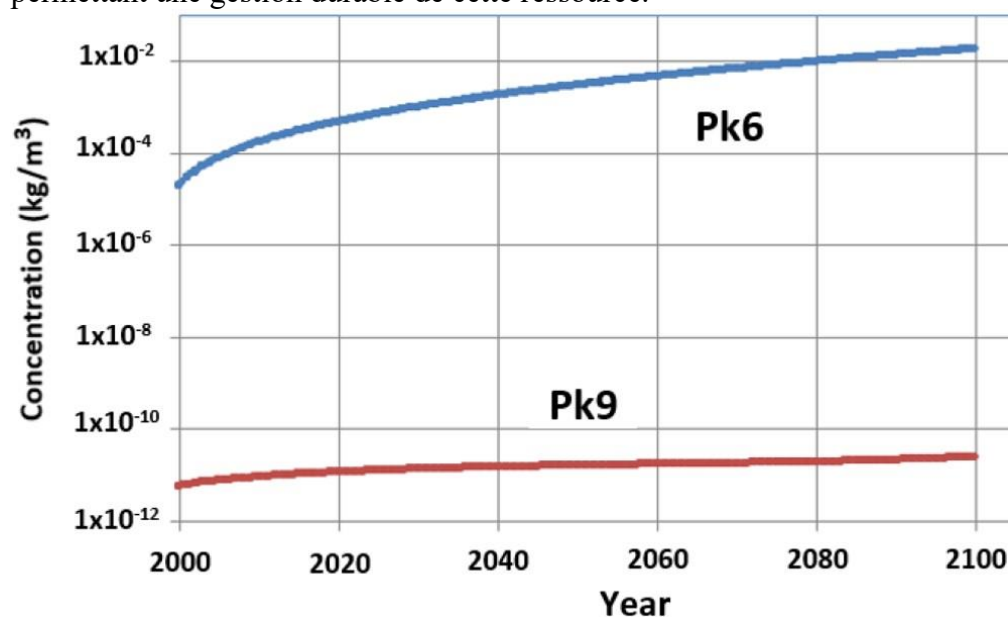


Figure 58: Évolution de la concentration de chlorure dans les forages PK6-PK9 (Razack et al. 2019)

La production des eaux de ces aquifères est en constante augmentation comme on peut l'observer sur la figure 59. Cette forte sollicitation est naturellement accompagnée par une augmentation de la salinité due aux intrusions des eaux de mer ou encore aux nappes saumâtres sous-jacentes.

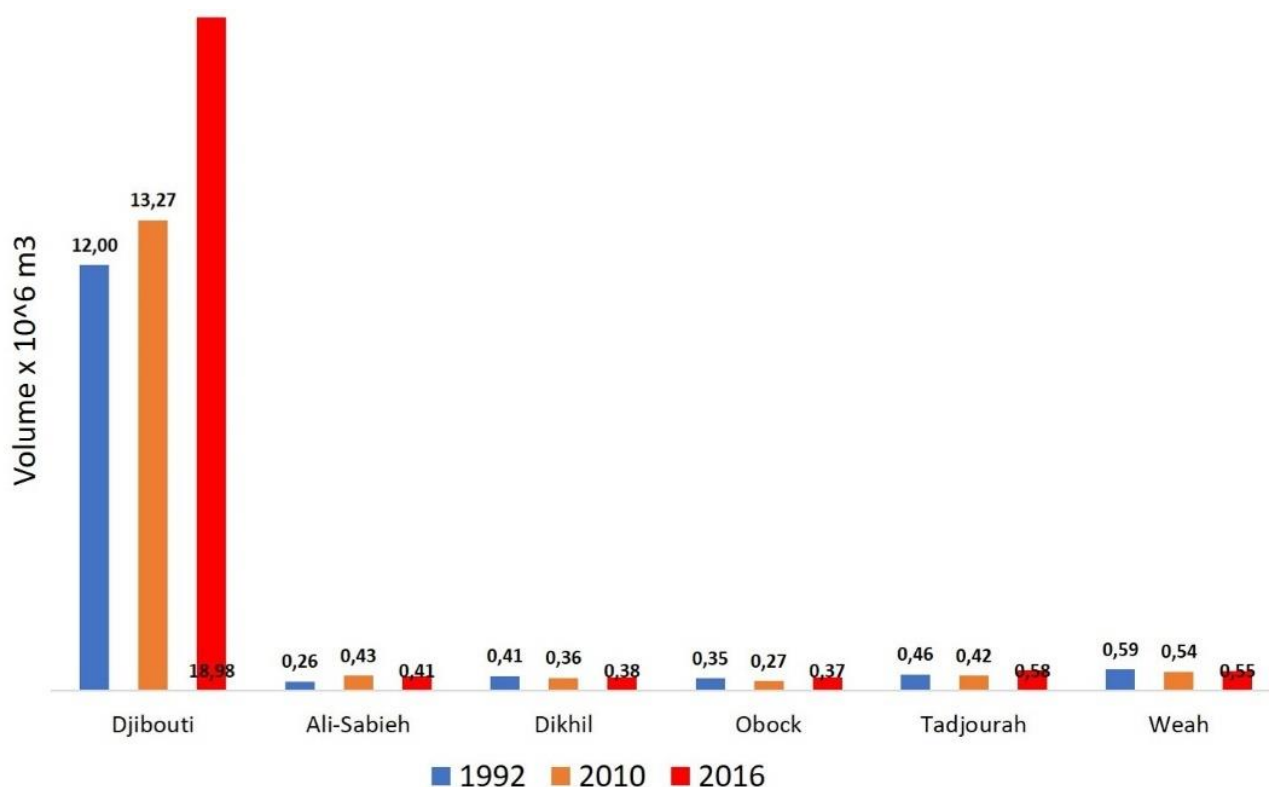


Figure 59: Production des eaux, ONEAD

Le manque d'eau peut constituer un obstacle majeur à la prospérité économique, car de nombreux secteurs dépendent de cette précieuse ressource pour leurs activités. Par exemple, les activités agricoles et le secteur du tourisme sont tous deux en difficulté à la suite des récentes sécheresses récurrentes et à l'augmentation de la salinité des sols induite par l'intrusion des eaux de mer et l'intense évaporation.

### 3.4.3. Mesures d'adaptation dans le secteur de l'eau

Face à la pénurie d'eau, le gouvernement djiboutien a fait le choix d'importer les eaux du voisin éthiopien afin de subvenir aux besoins des ménages et du développement économique. En 2015, la banque chinoise d'import-export (EXIM) a financé à hauteur de 329 millions de dollars le projet d'importation d'eau de l'Éthiopie vers Djibouti. Après la mise en place des forages à Haddagal (champ de captage), des conduites d'adduction de plus de 100 km ont été installées pour alimenter en plus de la capitale, les villes du sud (Ali-Sabieh, Arta, Dikhil). Sur le long terme, l'état djiboutien prévoit une importation journalière de plus de 100 000m<sup>3</sup> afin de soutenir une croissance rapide de l'économie et de la démographie.

Les domaines de l'accroissement de la disponibilité de l'eau par l'augmentation des ouvrages hydrauliques, de la gestion intégrée et harmonieuse de l'eau avec l'implication des communautés et plus particulièrement les femmes sont les secteurs choisis comme étant prioritaire pour l'amélioration de la ressource en eau du pays.

Les options d'adaptation dans le secteur de l'eau sont généralement classées en deux catégories : la gestion de l'offre et de la demande.

Les objectifs visés dans les différents documents stratégiques dans le domaine de l'eau afin d'accroître la résilience de la population dans le pays et pour une adaptation adéquate se résument autour de points suivants.

- Amélioration de l'accès à l'eau potable
- Création des ouvrages hydrauliques
- Entretien des points d'eau
- Multiplications des sources d'approvisionnement

Dans cette perspective, des projets ont été initiés pour opérationnaliser ces différentes mesures d'adaptation aux changements climatiques (Tableau 43) mais il est important de noter l'importance faible accordée au perfectionnement de la ressource humaine et à la sensibilisation de la population pour une prise de conscience améliorée.

Afin d'améliorer l'adaptation des ressources en eaux aux changements climatiques, les mesures principales consistent à :

- ✓ améliorer le cadre institutionnel par :
  - Une mise à jour du Schéma Directeur de l'eau (SDE) en votant une loi obligeant la demande d'ordonnance à la Direction de l'eau à toute institution ou individu désirant la création des points d'eau afin d'évaluer les besoins en eau des populations rurales et proposer des actions ciblées pour une meilleure résilience face au manque d'eau.
  - Réactivation du Secrétariat Technique de l'Eau (STE) qui assiste le CNRE qui est un groupement des experts de plusieurs institutions (Agriculture, CERD, ANM) mise en place pour coordonner les actions prévues par le SDE.
- ✓ créer une unité de gestion de projets du secteur de l'eau capable de rechercher et de centraliser les fonds et l'orienter selon les directives et les priorités des différents programmes de développement en concertation avec la CNRE.

Le tableau 42 résume les projets d'adaptation réalisés ou en cours d'exécution dans le domaine des ressources en eaux.

Tableau 42: Projets d'adaptation réalisés ou en cours d'exécution

Intitulé du projet	Période d'exécution	Objectifs globaux	Baillleur des fonds	Agence nationale d'exécution	Montant	Résultats obtenus
<b>Projet de Développement communautaire rural et mobilisation des eaux PRODERMO</b>	2011-2019	Création et aménagement des infrastructures hydrauliques afin d'accroître la résilience de la population.	Banque Mondiale	UGP MAEM-RH	6.13 millions US \$	Amélioration des moyens de subsistance locaux avec la création des captages des eaux de surface (Citerne enterrée, bassin d'excavation, Seuil) et souterraine (Puits, Forages)
<b>Approvisionnement en eau potable et assainissement</b>	2012-2017	Contribution à l'Amélioration l'accès à l'eau potable et aux Services d'assainissement des populations rurales et urbaines	Banque Africaine de Développement [BAD]	Direction de l'eau Du MAEM-RH	6.17 millions US \$	Améliorer l'approvisionnement en eau potable pour la population rurale et urbaine de plus de 200 000 habitants vivant dans trois régions [Ali-Sabieh, Arta, Tadjourah]
<b>Résilience à la sécheresse et développement des moyens de subsistance dans la corne D'Afrique [3 phases]</b>	2012-en cours	Développement des capacités d'adaptation via l'amélioration de la gestion des ressources en eau	Banque Africaine de Développement	UGP MAEM-RH	26 millions	Création de 2 forages d'exploitation pour les populations rurales. Des retenues d'eau de micro barrage d'eau sont également construites.
<b>Projet d'Extension et de Réhabilitation en Eau potable de la Ville de Djibouti. Phase-1</b>	2013-2014	Optimisation du système d'adduction d'eau potable de la ville de Djibouti.	PIN-Koweït	Projet exécuté par VINCI-CGP Bénéficiaire : ONEAD	20 millions US \$	Extension du réseau d'approvisionnement de l'ONEAD et amélioration du réseau d'assainissement de la ville.
<b>Projet d'Extension et de Réhabilitation en Eau potable de la Ville de Djibouti. Phase-2</b>	2013-2014	Optimisation du système d'adduction d'eau potable de la ville de Djibouti et de Balbala	Fonds Arabe pour le Développement Economique et Social [FIDA]	Projet exécuté par VINCI-CGP Bénéficiaire : ONEAD	20 millions US \$	Extension du réseau d'approvisionnement de l'ONEAD et amélioration du réseau d'assainissement de la ville et Balbala.
<b>Programme de gestion des eaux et des sols PROGRES</b>		Amélioration durable de l'accès à l'eau du milieu rural en réponse aux effets adverses du changement climatique	Fonds International de Développement Agricole [FADES]	UGP MAEM-RH	17.048 millions	Réalisation des plusieurs ouvrages hydrauliques pour la collecte des eaux de surface.

<b>PROJET SHARE : Projet Amélioration de l'accès à l'eau potable en milieu périurbain à Djibouti et 3 chefs-lieux des régions [Tadjourah, Arta, Ali-Sabieh]</b>	2016-2018	Améliorer l'approvisionnement en eau [AEP] de la ville d'Obock.	Union Européen	Direction de l'eau MAEM-RH	9.7 millions US \$	6 forages réalisés pour l'alimentation en eau potable de la ville d'Obock.
<b>Projet d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Assainissement en milieu rural et des centres secondaires. PAEPARC</b>	2016-en cours	Réalisation des forages profonds et développement des infrastructures d'AEP	BAD	Direction de l'eau MAEM-RH	11 millions	-20 nouveaux forages réalisés en milieu rural -10 forages réhabilités -14 nouveaux systèmes d'AEP
<b>Mise en œuvre des Technologies d'Adaptation dans les Écosystèmes fragiles des Plaines de Djibouti</b>	2015-2021	Renforcement de la résilience des communautés le plus vulnérables face aux effets du changement climatique	Fond de l'Environnement mondial [FEM-PNUE]	Ministère de l'Environnement	7,360 millions US \$	— Réhabilitation de la digue de Marsaki — Restauration des mangroves — Restauration des Acacias dans la zone Hanlé — Réalisation des forages au sud-ouest et dans la région de Tadjourah



### 3.5. Vulnérabilité et adaptation de l'agriculture

#### 3.5.1. Vulnérabilité actuelle : Analyse des aléas climatiques

##### 3.5.1.1 Évolution de la température

Djibouti est situé dans une région très aride, avec des températures moyennes variant entre 24,2°C en janvier et 37,4°C en juillet. Selon la littérature, sur une période de 46 années (1966 à 2011) la température moyenne a augmenté de 1,24 °C (P.Ozer et al., 2013).<sup>25</sup>

Entre 1961 et 2010 (un demi-siècle) l'augmentation de la température maximale mensuelle est comprise entre 0,9 °C (mois d'août) et 2,7 °C (mois d'octobre). Avec une moyenne globale de +1,63 °C soit +0,33 °C par décennie.

De même sur la même période l'augmentation de la température minimale mensuelle est comprise entre -0,8 °C (mois d'août) et 2,3 °C (mois de mai). Avec une moyenne globale de +1,07 °C soit +0,21 °C par décennie.

La figure 60 montre l'évolution de la température annuelle moyenne sur un demi-siècle qui a connu une hausse de +1,33 °C sur cette période.

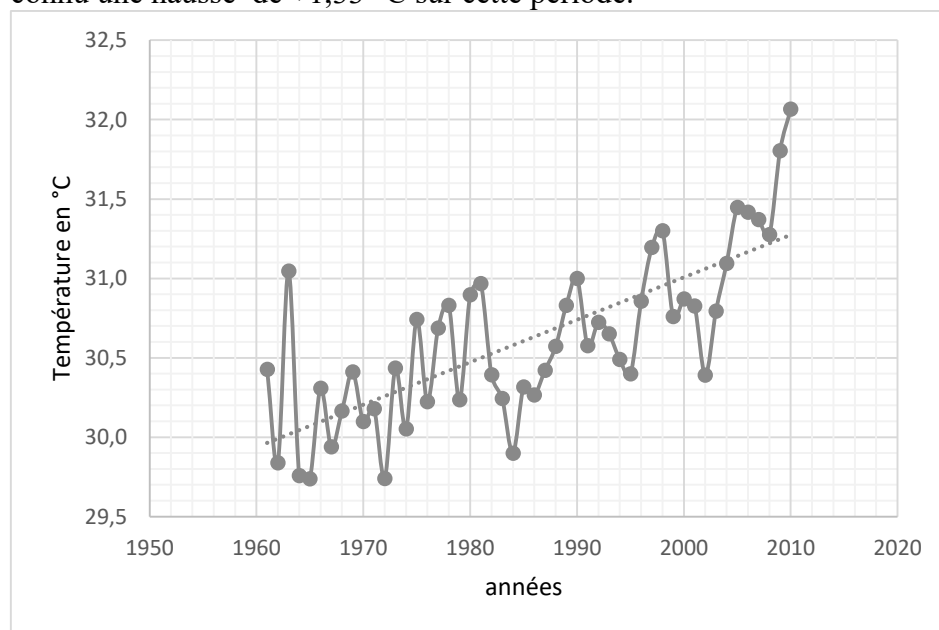


Figure 60 : Evolution de la température annuelle moyenne sur près de 50 ans (1961 - 2010)

Il est possible d'assister de façon ponctuelle (pendant l'été) à des vagues de chaleur caractérisées par des températures maximales journalières pouvant atteindre 45 °C. Une telle augmentation des vagues de chaleur a clairement un impact sur la santé humaine, sur le bétail, sur les productions agricoles au final un impact économique lourd.

Pour la température, les tendances des séries statistiques de l'ANM et celles issues des scénarios concordent. Ainsi, les scénarios élaborés dans le cadre d'une étude relative à la mobilisation des eaux de surface<sup>26</sup> indiquent une augmentation de la température moyenne annuelle. Cela correspond aussi aux projections de température en été en Afrique de l'Est<sup>27</sup>.

<sup>25</sup> : P.Ozer et al.,(2013). Recent precipitation and temperature changes in Djibouti City. *Journal of Climatology*

<sup>26</sup> : analyses des changements climatique à l'échelle du pays, Dupleix Barkat, 2018

<sup>27</sup> : evaluation des dommages, pertes et besoins suite à la sécheresse, Djibouti, 2011

### 3.5.1.2 Évolution de la pluviométrie

A Djibouti, les précipitations sont rares toute l'année. Toutefois, dans l'année deux périodes semblent se dégager : (i) décembre à avril recevant les pluies de mousson avec un minimum moyen de 8,6 mm en décembre et un maximum moyen de 16,1 mm en avril ; (ii) juillet à octobre arrosées par les pluies d'été avec un minimum moyen de 10,8 mm en juillet et un maximum moyen de 18,7 mm en août (Tableau 43).

Tableau 43 : synthèse des relevés pluviométriques moyens de 40 stations sur 56 ans

mois	Pluies (mm)
janvier	9,3
Février	10,0
Mars	12,0
Avril	16,1
Mai	7,7
Juin	1,9
Juillet	10,8
Août	18,7
Septembre	13,5
Octobre	12,3
Novembre	13,8
décembre	8,6

*Source : Agence Nationale de la météorologie de Djibouti*

Pour voir l'évolution des pluies par zone agro-climatique, le pays peut être divisé en 3 zones: la zone côtière (zone 1) qui reçoit principalement les pluies de mousson, la zone intérieure (zone 3) du pays qui est arrosée par les pluies de l'été (Karma/Karan en langues locales) et la zone intermédiaire aux 2 précédentes (zone 2).

Il s'avère que les zones 1 et 3 sont moins arrosées que la zone 2 avec des moyennes annuelles respectives de 107,3 mm, 127,3 mm et 157,9 mm. En analysant de plus près, il ressort qu'en :

- zone 1 : la plaine côtière d'Obock au nord-est du pays est la moins arrosée avec une pluviométrie moyenne inférieure à 59 mm par an
- zone 2 : les stations de Randa, Arta et Day sont les mieux servies
- zone 3 : la station de Mouloud ne comptabilise que 51,4 mm par an, très nettement inférieure à la moyenne de la zone.

En terme de tendances, pour la zone 1, les relevés pluviométriques annuels issus de 10 stations sur une période de 56 ans (1961 à 2016) indiquent une tendance à la baisse de - 39,7 mm en moyenne.

Pour la zone 2, qui est une zone de transition, les relevés pluviométriques annuels issus de 16 stations indiquent une tendance à la hausse de +11,8 mm en moyenne.

Pour la zone 3 les relevés pluviométriques annuels en provenance de 14 stations montrent une baisse des pluies de -6,6 mm en moyenne.

En résumé, le secteur agricole est impacté par une évolution de la pluviométrie marquée par , :

- une baisse de la quantité moyenne annuelle des pluies reçue de - 11 mm<sup>28</sup> (Figure 38) au niveau national sur une période 56 ans (de 1961 à 2016), tracée à partir des relevés issus de 40 stations météorologiques.
- Entre 2007 et 2011, la pluviométrie annuelle a chuté de 73%<sup>29</sup> par rapport à la moyenne observée sur les trente dernières années (1981-2010). (Observatoire, défense et climat, 2018)

Une projection à la hausse à l'horizon 2100 sur la base des analyses des données historiques des pluies (Dupleix Barkat, 2018).

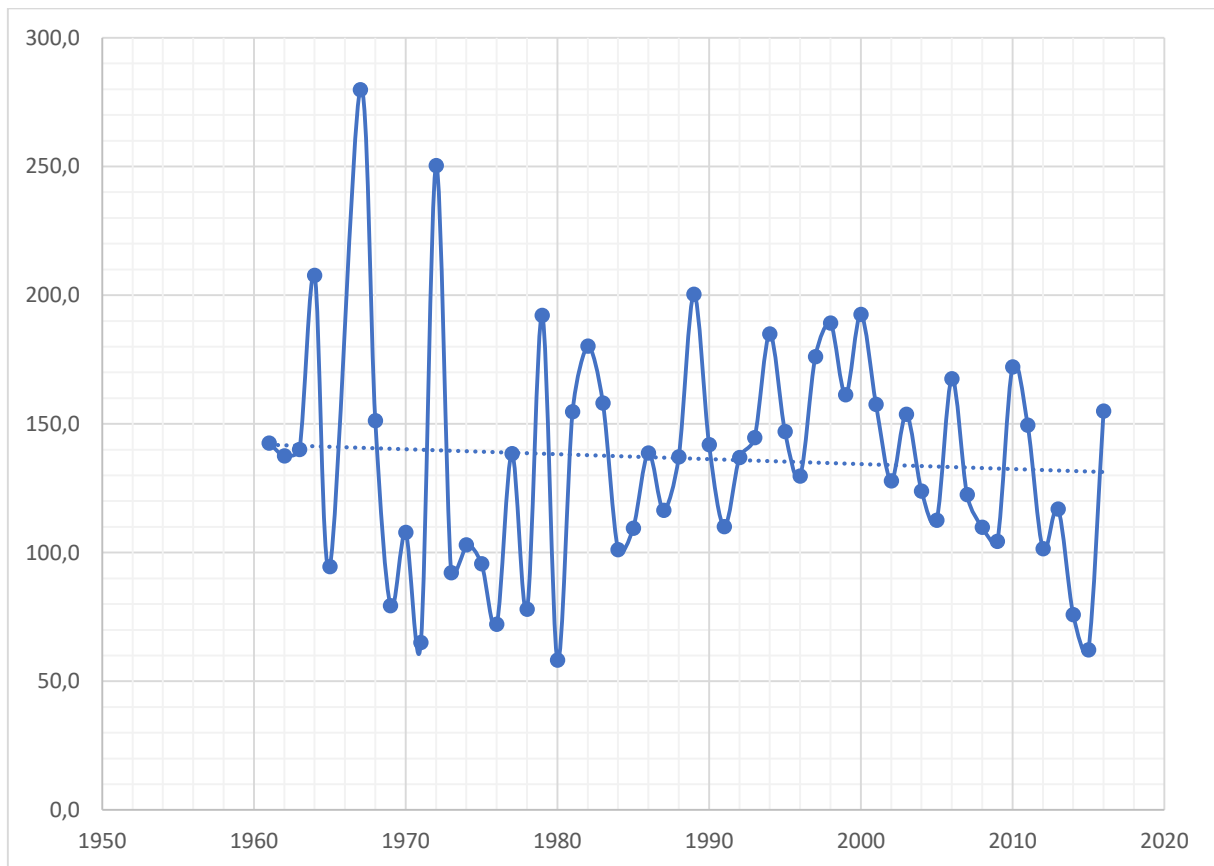


Figure 61 : évolution moyenne de la pluviométrie annuelle de 1961 à 2016 au niveau national

Concernant un autre facteur relatif au nombre de jour sec, les données de l'ensemble des 40 stations, réparties dans le pays, n'étant pas détaillées, l'évolution du nombre de jour sec est uniquement disponible pour la station de Djibouti-aéroport<sup>30</sup>.

Il ressort que le nombre de jours secs annuel moyen est de 345 jours (avec un minimum de 330 j et un maximum de 362 j) (Figure 62). Cette tendance montre clairement que les périodes de sécheresses sont vraiment récurrentes en République de Djiboutiet indique aussi que le nombre de jour sec a tendance à augmenter d'année en année.

28 : agence nationale de la météorologie de Djibouti

29 : Rapport d'étude n° 5, Prospective Afrique de l'Est, février 2018, Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense, Observatoire, défense et climat

30 : Données fournies par la direction des grands travaux du ministère de l'agriculture

Cette tendance impacte négativement les ressources en eau (diminution de la recharge des nappes), les ressources naturelles (formation forestière en diminution, fourrage et parcours de mauvaise qualité, etc..), etc. De plus, il peut pleuvoir en quelques jours ou quelques heures les quantités de pluies équivalentes à celle de l'année qui est à l'origine des inondations fréquentes et autres catastrophes.

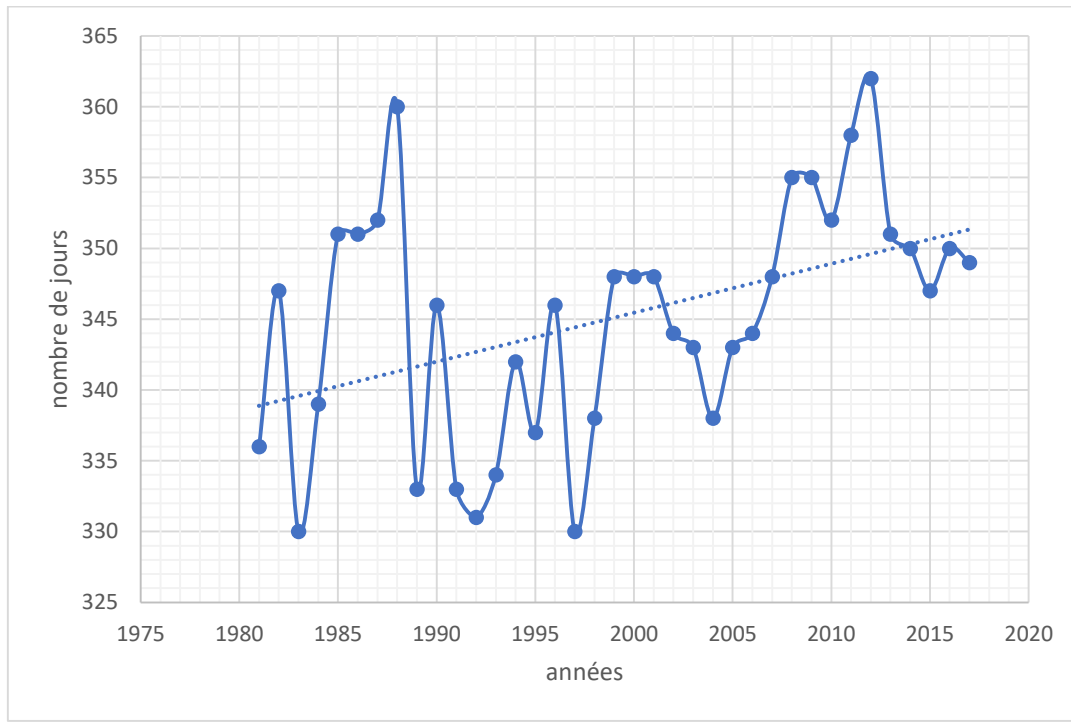


Figure 62 : Evolution du nombre moyen de jours secs sur une période de 37 ans

### 3.5.2.3. La dynamique des vents

A Djibouti, l'intensité et la fréquence du Khamsin (cinquante en arabe) vent d'été (juin à août) fluctue d'année en année. Son intensité varie de 10-15 km/h à 16-40 km/h<sup>31</sup>. Le khamsin fort est plutôt rare, mais peut parfois occasionner des dégâts (avec des pointes de 60 km/h) sur les toits, les arbres, poteaux électriques etc...

Toutefois, les données (Figure 62) sur 19 ans indiquent que la vitesse des vents reste modérée<sup>32</sup>:

est comprise entre 24,4 et 26 km/h sur la période de juillet à août et varie entre 23,2 et 19,2 km/h le reste de l'année.

<sup>31</sup> : Agence Nationale de la Météorologie de Djibouti, juin 2016

<sup>32</sup> : échelle de Francis Beaufort, [https://www.sharemysea.fr/a-decouvrir/beaufort-lechelle-de-mesure-vent/#:~:text=L%C3%A9chelle%20de%20Beaufort%20permet,de%20118%20km%2Fh\).](https://www.sharemysea.fr/a-decouvrir/beaufort-lechelle-de-mesure-vent/#:~:text=L%C3%A9chelle%20de%20Beaufort%20permet,de%20118%20km%2Fh).)

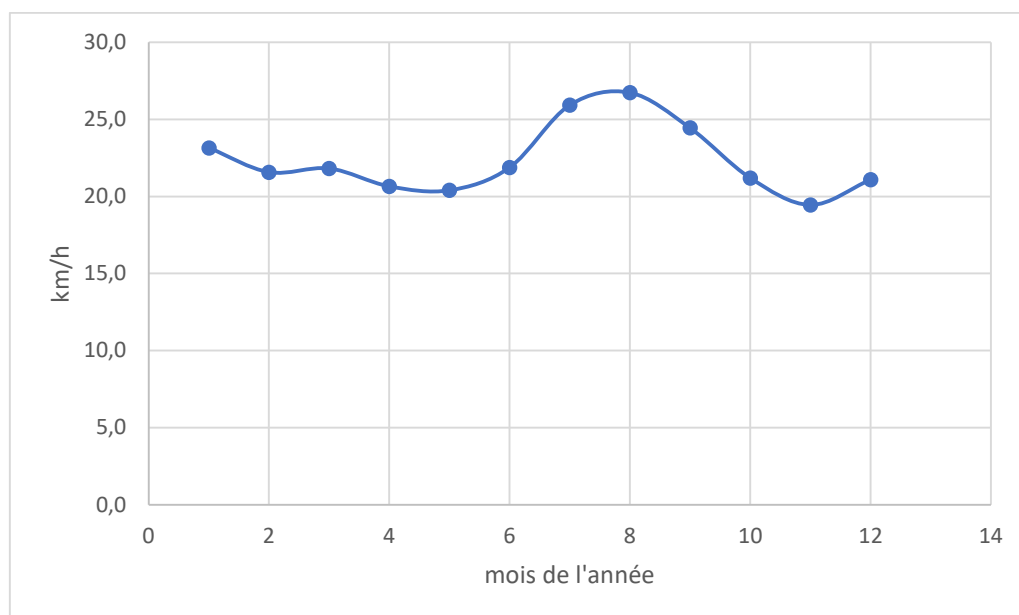


Figure 63 : Evolution de la vitesse moyenne des vents sur 19 ans du graphique

La vulnérabilité des sous-secteurs de l'agriculture et de l'élevage aux effets des changements climatiques est élevée en raison des conditions climatiques sévères du pays :

- pluviométrie faible et irrégulière (131 mm de moyenne/an) ;
- températures élevées et constantes tout au long de l'année (30 ° C de moyenne/an) d'où une évapotranspiration potentielle élevée (2800 mm de moyenne /an) ;
- ensoleillement intense (21,6 MJ/m2/jour) ;
- vents forts et secs (vitesse : 25km/h en moyenne) en particulier pendant la période chaude où souffle le Khamsin.

Ces conditions climatiques défavorables sont accentuées par les facteurs anthropiques (surpâturage, déboisement) qui vulnérabilisent aussi bien les éleveurs, les agriculteurs que la population rurale sédentaire (villages et centres urbains secondaires).

Les conséquences du changement climatique sont préjudiciables notamment aux régions rurales, qui dépendent du pastoralisme et de l'agriculture de subsistance et ayant un accès très limité aux infrastructures, aux services et aux marchés.

### 3.5.2. Vulnérabilité actuelle de l'agriculture : Analyse de l'exposition et la sensibilité

#### 3.5.2.1. L'exposition et la sensibilité du sous-secteur agricole aux changements climatiques

Les exploitations agricoles sont très vulnérables aux sécheresses chroniques (ayant pour conséquence la baisse du niveau des nappes facilement exploitables) et aux crues torrentielles (ayant pour corollaire l'exportation des éléments fins des terres).

Pour couvrir les besoins alimentaires de sa population, Djibouti dépend très fortement des importations notamment d'Éthiopie et de Somalie excepté le riz et certaines denrées. Selon les données du ministère en charge de l'agriculture, le pays produit près de 10% des besoins nationaux en fruits et légumes. Aussi, avec l'accroissement démographique la demande en

produits agricoles va augmenter alors que le pays est extrêmement sensible aux chocs et aux catastrophes naturelles telles que les inondations et les sécheresses<sup>33</sup>.

Toutefois, chaque zone agricole selon notamment la structure des sols et/ou la proximité du littoral peut être soumise à des expositions spécifiques.

✓ **Plaines sablo-limoneuse**

Les jardins des plaines de Hanlé et Gobaad (région de Dikhil) installés sur les terrasses, à structure meuble (sablo-limoneux), à proximité immédiat du lit mineur des oueds, avec un bassin versant important, sont toujours menacés par les érosions hydriques des berges qui peuvent progressivement emporter une partie ou la totalité de ces exploitations agricoles. Ainsi à terme la surface exploitée au niveau des 2 terrasses (rive droite et gauche) risque de s'amenuiser et le lit de ces oueds s'élargir.

De plus, en tant de sècheresse le niveau d'eau baisse dans les puits agricoles donc les cultures pérennes et saisonnières peuvent être soumises au stress hydrique d'où les pertes de production.

Au niveau de ces secteurs l'érosion est aussi facilitée par le déboisement de ces terrasses pour le bois de chauffe et l'installation des nouveaux jardins. Ces actions accentuent la fragilité du milieu.

✓ **Plaines côtières**

Les périmètres agricoles se trouvant en zone côtière sont exposés à l'avancement du biseau salé<sup>34</sup> qui a pour conséquence immédiate la salinité des terres et des eaux d'irrigation avec à terme l'abandon des cultures ne tolérant pas ce type d'eau.

✓ **Vallées des montagnes.**

La pratique de l'agriculture au sein des vallées est confrontée à 2 principales expositions :

- ✓ la baisse progressive du débit des sources à cause de la baisse d'infiltration des eaux de pluies sur les plateaux amont de ces sources
- ✓ Érosion hydrique due au charriage très important des crues à cause des fortes pentes de ces vallées

### 3.5.2.2. L'exposition et la sensibilité du sous-secteur de l'élevage aux changements climatiques

L'élevage, activité traditionnelle d'une population rurale estimée à près de 200 000 personnes (environ ¼ de la population totale) est très vulnérable aux effets des changements climatiques. L'élevage pratiqué est en majorité de type pastoral donc entièrement dépendant du milieu naturel d'où sa vulnérabilité par rapport à la dégradation des parcours.

Compte tenu de l'aridité climatique du pays, l'élevage pastoral constitue le seul moyen de valoriser près de 94% de la superficie terrestre du pays. D'ailleurs, avec le temps le cheptel national reste dominé par les petits ruminants (en majorité des caprins) et les camelins pour leur résistance aux conditions rudes du climat. Les bovins autrefois nombreux sont élevés dans quelques terroirs ou en zones péri-urbaines avec dans tous les cas la fourniture d'un complément alimentaire pour leur survie (son de céréale, maïs et autres concentrés).

---

<sup>33</sup> : [Livelihoods Strategic Plan, UNHCR Djibouti, 2018-2022](#)

<sup>34</sup> : Simulation of Climate Change Impact on A Coastal, Aquifer under Arid Climate: The Tadjourah Aquifer (Republic of Djibouti, Horn of Africa), Moumtaz Razaek et al., 2019

Pour la température le stress thermique peut entraîner la diminution de la consommation alimentaire et du taux de natalité ainsi que l'augmentation de la morbidité et de la mortalité ;

La diminution de la pluviométrie réduit la disponibilité de l'eau dans les zones à bon pâturage et cette situation se répercute sur l'état nutritionnel du bétail (et donc de la population) qui utilise ces pâturages et accroît leur vulnérabilité. De plus, les sécheresses induisent un déficit fourrager qui se répercute sur la santé du bétail avec l'apparition de la Peste des Petits Ruminants, la Fièvre Aphteuse, notamment à cause des mouvements transfrontaliers à la recherche des pâturages. En effet, lors du déficit fourrager des maladies comme les pneumonies, les parasitismes externes et internes, etc... sont les plus accentuées. En outre, les bonnes périodes des pluies peuvent favoriser le développement de certaines maladies comme la Fièvre de la Vallée du Rift une zoonose à l'origine de l'embargo décrété par les pays du Golfe sur le bétail en provenance de l'Afrique de l'Est.

Il a été constaté depuis quelques décennies l'évolution négative des espèces herbacées de bonne qualité fourragère qui sont progressivement remplacées par des espèces de moindre qualité ou non appréciées (Tableau 44). Cette dégradation des parcours (dont baisse des rendements des parcours, modification de la composition des pâturages) résulte d'une part d'un déficit pluviométrique et d'autre part des facteurs anthropiques (comme l'augmentation du cheptel par la capitalisation, la mauvaise gestion des parcours dont le non-respect de la capacité de charge des parcours).

La dégradation du couvert végétal entraîne également : (i) une mauvaise infiltration des eaux de pluie ; (ii) érosion hydrique et éolienne donc départ des éléments fins ; (iii) une baisse de la fertilité du sol par la diminution du taux de matière organique.

La liste des espèces végétales qui régressent ou sont envahissantes.

Tableau 44 : Espèces herbacées en voie de régression ou en voie de disparition totale

Nom scientifique	Nom scientifique
<i>Juniperus procera</i>	<i>Gordiagaraf</i>
<i>Buxushildebrandtii</i>	<i>Grewiabicolor</i>
<i>Lasiurus scindicus</i> Hen	<i>Grewiaterase</i>
<i>Acacia etbaïca</i>	<i>Acacia tortilis</i>
<i>Rigozumsomalense</i>	<i>Acacia asak</i>
<i>Chrysopogonaucheri</i>	<i>Acacia erhenbergiana</i>
<i>Cenchrusciliaris</i>	<i>Salvadorapersica</i>
<i>Panicumturgidum</i>	<i>Tamarixnilotica</i>
<i>Lasiriushirsitus</i>	<i>Cyperusrotundus</i>
<i>Sporobolushelvolus</i>	<i>Cadabagalabra</i>
<i>Sporobolusspicatus</i>	

### 3.5.3. Capacité d'adaptation du secteur de l'agriculture

#### ✓ Aspect financier

En 2019 le budget annuel de l'État était de 144,4 milliards de Fdj (813 523 632 USD). La part du budget du secteur de l'agriculture (y compris l'eau et la pêche) par rapport au budget

national total est 6,4 % ; 3,8% et 3,9% respectivement en 2019, 2020 et 2021<sup>35</sup>. Ces baisses par rapport à l'année 2019 peuvent être imputées à l'apparition du COVID 19.

« La baisse des dépenses courantes dans le secteur réel (agriculture) s'explique par sa faible priorité politique en raison de la faible part qu'il représente dans le PIB du pays (évaluation des dépenses publics BM 2005) ».

✓ cadre institutionnel

Pour le cadre institutionnel et réglementaire beaucoup de départements sectoriels et le centre de recherche national interviennent dans la gestion des événements extrêmes mais ont peu de ressources humaines qualifiés et ne sont pas mieux lotis en ressources financières.

✓ Efforts de lutte contre les inondations

Des fonds exceptionnels sont débloqués par le Gouvernement juste après les catastrophes à défaut de l'insuffisance des ressources pour la Gestion des Risques et Catastrophes. De plus, en dépit des efforts déployés par l'État qui finance une partie des réponses, la dépendance des aides et financements extérieurs pour les secours d'urgence est encore très marquée<sup>36</sup>.

Les données relatives aux inondations sont rares à l'exception de l'oued Ambouli étudié pour le besoin de la protection de la capitale qu'il traverse. Toutefois, la dynamique des érosions dues aux fortes crues a été étudiée au niveau de l'oued Gobaad.

La réalisation concrète pour protéger la capitale fut le barrage de l'amitié Djibouto-Turc. Ce barrage construit à près de 25 km en amont de l'Oued d'Ambouli, peut stocker près de 10 millions de mètres-cubes d'eau issue du bassin versant de l'oued Ambouli. Cela montre que certaines actions d'adaptation telle que la maîtrise de l'eau à travers des barrages atténuent les effets des inondations.

Aménagement de périmètres agro-pastoraux

Depuis 2005 et en réponse aux effets des sécheresses récurrentes, l'Etat s'est engagé, avec l'appui des partenaires au développement, dans la mise en place des périmètres agro-pastoraux (PAP) au niveau national. Ces périmètres équipés pour certains de moyen d'exhaure économique avaient été distribués aux ménages vulnérables ayant été impactés par les effets de sécheresse.

Toutefois, une majorité des périmètres n'a pas donné les résultats escomptés faute d'une part au déficit d'appropriation et d'autre part à l'insuffisance d'encadrement rapproché et de l'indisponibilité des semences adaptées.

✓ Autres investissements

Il est à noter que des investissements conséquents sont mobilisés pour les secteurs de l'eau et de l'agriculture. Mais les impacts surtout au niveau du secteur de l'agriculture en général ne sont pas à la hauteur des résultats escomptés.

---

<sup>35</sup> : le budget 2020 n'est pas encore finalisé et celui de 2021 reste prévisionnel

<sup>36</sup>: gestion des risques et des catastrophes, rapport national, Djibouti, 2005





### 3.5.4. Résultats de l'analyse de la vulnérabilité actuelle du secteur agricole

Ce tableau indique que les capacités d'adaptation actuelles sont faibles et une plus grande vulnérabilité du secteur de l'agriculture aux sécheresses et aux fortes crues (Tableau 45).

Tableau 45 : Degré de vulnérabilité du secteur de l'agriculture  
Échelle de notation : 1 (très faible) à 5 (très fort)

Aléas climatiques	Facteurs de sensibilité	A. Niveau d'exposition	B. Niveau de la sensibilité	C. Impact potentiel: (A+B)/2	Capacité d'adaptation	E. Vulnérabilité: (C+D)/2
<b>Diminution des précipitations</b>	Diminution du niveau de la nappe	2,33	3,33	2,83	1,33	2,08
	Détérioration de la qualité de l'eau					
	Diminution du flux d'eau					
<b>Augmentation de la température</b>	augmentation de l'évapotranspiration	2,33	2,00	2,17	1,33	1,75
	perte de la biodiversité					
	élévation du niveau de la mer					
<b>Sécheresse</b>	dégradation du couvert végétal	2,33	3,67	3,00	1,67	2,33
	déficit hydrique					
	mortalité du bétail					
<b>Crues</b>	érosion des berges des oueds	2,50	3,50	3,00	1,50	2,25
	destruction des moyens de production					

### 3.5.5. Vulnérabilité future du secteur de l'agriculture : Tendances des aléas climatiques

#### 3.5.5.1. Évolution future de la température et de la pluviométrie

Les résultats et conclusions des études de modélisation réalisées semblent converger et affichent relativement :

- Une augmentation de la température de l'ordre de 1,7° C à 2 °C à l'horizon 2050 (Projet PACCRAS). Les deux scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5<sup>37</sup> (Hydroterra Engineering SARL, 2018) projettent une augmentation de la température moyenne annuelle à 5 % (+ 1.3 °C) et 7 % (+ 2 °C).
- Une certaine divergence sur les tendances du cumul annuel de la pluviométrie : les deux scénarii RCP 4.5 et RCP 8.5 estiment une augmentation respective de 5% et de 2% à l'horizon 2100. A l'opposé, les estimations du projet PRACAS projettent une diminution pluviométrique de l'ordre de 4% à l'horizon 2050<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> : étude de faisabilité pour la création d'ouvrages de rétention d'eaux par mobilisation des eaux de surface, Hydroterra Engineering SARL ; 2018

<sup>38</sup> : PACCRAS : projet d'adaptation aux changements climatiques des communautés rurales d'Ali-Sabieh

### 3.5.5.2. Évolution future de l'exposition et de la sensibilité de l'agriculture aux aléas climatiques

Les principaux impacts de la baisse de la pluviométrie seront la dégradation des sols, la baisse des productions agricoles et pastorales, et des ruptures chroniques d'approvisionnement en nourriture. On prévoit également des mouvements de populations continus sur une large échelle, un accroissement des maladies et une perte significative au niveau de la biodiversité. Pour le scénario d'accroissement des pluies : l'accroissement des pluies, surtout à forte intensité et non répartie dans le temps en zone aride où les sols sont peu structurés et où la végétation se fait rare, peut avoir des conséquences dramatiques avec inondation, érosion des sols, et départ des terres arables.

#### 3.5.5.2.1. Impacts futurs sur l'agriculture

Des températures plus élevées auraient tendance à augmenter la demande en eau, en raison d'un taux d'évaporation plus élevé. Les déficits pluviométriques cumulés enregistrés depuis 2007 ont contribué à un abaissement marqué des nappes phréatiques facilement mobilisables, l'assèchement des puits pastoraux ou agricoles, l'accroissement des efforts et coûts de pompage avec comme corollaire fréquent, la remontée des sels accentuant la salinité des sols et des eaux, et l'érosion des terres agricoles.

Eu égard aux conditions climatiques défavorables qui se profilent à l'horizon, les conséquences socio-économiques pourraient être dramatiques. En effet, la raréfaction des pluies favorisant la baisse de la productivité, les hommes et leurs animaux auront tendance à migrer vers d'autres zones à potentialité agricole pouvant engendrer des conflits, compétition et la ruée sur le peu de terres agricoles.

La baisse des précipitations ou la mauvaise répartition des pluies et l'accroissement des températures accentueront le stress hydrique et la rareté des ressources. L'insécurité alimentaire qui en découle pourrait d'une part entraîner une crise humanitaire et d'autre part exacerber les conflits pour les ressources en eau et pâturages et pourrait même impacter négativement la sécurité des personnes et des biens surtout avec les exodes massifs des populations, un accroissement des maladies et une perte significative au niveau de la biodiversité.

#### 3.5.5.2.2. Impacts futurs sur l'élevage

Avec l'augmentation du stress hydrique, la demande des points d'eau ruraux va s'accroître alors que la recharge des nappes n'est pas assurée. Cette multiplication des points d'eau non maîtrisée provoquera le regroupement des populations et de leur cheptel et ainsi entrainera à son tour la pression sur les ressources naturelles (la coupe de bois de chauffe, le surpâturage et autres affectations des terres). Ces phénomènes vont rendre encore plus vulnérable les ressources naturelles.

La faible mobilité des animaux (distance de transhumance très réduite) associée aux changements climatiques ont un impact négatif sur les ressources naturelles qui se dégradent. Ces conditions climatiques défavorables à l'avenir auront un impact négatif sur l'état corporel des animaux qui ne pourront pas résister aux bactéries et parasites d'où les pertes importantes du bétail. Les pertes de production du bétail (mise-bas, lait, beurre) et la réduction de la valeur marchande du cheptel sont notables, privant les éleveurs d'une source importante de leur moyen de subsistance et de revenus. Et ces pertes pourraient obliger les éleveurs à migrer massivement. Ceci constituant un cercle vicieux, les ruraux de plus en plus pauvres vont grossir les périphéries des villages et villes, d'où l'accroissement de leur insécurité

alimentaire. Ainsi, ces situations vont augmenter le niveau déjà élevé de pauvreté chez les agro-éleveurs.

### **3.5.6. Mesures d'adaptation du secteur de l'agriculture**

Ces options visent à renforcer ou à créer des capacités dans le domaine de l'adaptation afin de réduire la vulnérabilité du secteur de l'agriculture aux changements climatiques.

Ces options d'adaptation concernent en priorité : amélioration de la connaissance sur le climat, la mobilisation des eaux de ruissellement, la rationalisation des eaux d'irrigation, mieux outiller et rendre fonctionnelle le Secrétariat Exécutif de Gestion de Risque et de Catastrophes, système intégré des productions, services de vulgarisation agricole, semences de qualité afin d'accroître la résilience.

#### ✓ **Améliorer la connaissance sur le climat**

Les stations climatiques devront couvrir l'ensemble du pays. Ces stations doivent mesurer tous les principaux paramètres climatiques : température, pluviométrie, vent, humidité, ensoleillement. Aussi certains dont les bassins versants sont importants devront être équipés de limnigraphe.

#### ✓ **Améliorer les capacités de mobilisation des eaux de ruissellement** par :

- La maîtrise des eaux de ruissellement pouvant aller du traitement des petites ravines au barrage de rétention d'eau en passant par les seuils au niveau des oueds. Ces eaux mobilisées pourront d'une part contribuer l'amélioration du couvert végétal, à la recharge des nappes souterraines, à la conduite d'une agriculture.
- Améliorer la gestion des terres: réduire l'érosion des sols et la dégradation des terres

#### ✓ **Rendre fonctionnel le secrétariat exécutif de gestion de risque et de catastrophes afin que** le fonds d'intervention d'urgence<sup>39</sup> mis en place par voie réglementaire puisse financer le redémarrage des activités post-crues

#### ✓ **Améliorer la maîtrise des eaux d'irrigation**

- Adopter le système d'irrigation économiquereduisant ainsi les pertes par infiltration ou évaporation tels que les réseaux d'irrigation primaires et secondaires cimentés et le réseau d'irrigation à tuyaux PVC enterrées.
- Déployer le système d'exhaure à énergie solaire avec batterie (stockage de l'énergie) ou sans batterie (au fil du soleil). L'énergie solaire fait partie des énergies renouvelables disponibles à Djibouti qui bénéficie d'un ensoleillement important (près de 7 heures). Cette source d'énergie peut servir à plusieurs usages dont le pompage de l'eau à des fins agricoles en milieu rural. Les panneaux solaires peuvent remplacer les moteurs thermiques au niveau des forages ruraux (alimentant la population humaine, animale et agricole) et au niveau des puits alimentant les exploitations agricoles.

#### ✓ **Renforcer le déploiement de système intégré de production**

Dans ce système l'agriculture produit des fourrages aux animaux. En retour l'élevage fournit le fumier contribuant au maintien de la fertilité des sols. Et les légumineuses vont d'une part fixer l'azote de l'atmosphère enrichissant ainsi le sol et d'autre part produire du fourrage ou du bois.

---

<sup>39</sup> : loi n°140/AN/06/5ème L du 11 mars 2006 portant politique nationale de gestion des risques et des catastrophes

- Association entre les cultures de palmier dattier et autres fruitiers à l'étage (manguiers, goyaviers) et en dessous les cultures fourragères et maraichères.
- Agro-élevage dans les zones potentielles pour les cultures fourragères : le pays subit depuis plusieurs décennies des sécheresses récurrentes entraînant la dégradation des parcours ayant pour conséquence : pertes du bétail, paupérisation des éleveurs, exode vers les centres urbains et surtout la capitale. La pratique de l'agro-élevage dans les zones potentielles constitue une des stratégies d'adaptation. Ainsi, les cultures fourragères irriguées adaptées aux conditions du milieu seront cultivées. Parmi les espèces fourragères on peut citer : (i) les graminées (*Chloris gayana*, *Sporobolus helvolus*, *Andropogon gayanus*, *Sorghum sudanense*, etc.); (ii) les légumineuses (*Leucaena leucocephala*, *Cajanus cajan*, *Macroptilium atropurpureum*) sans oublier les arbustes locaux tels que *Acacia erenbergiana*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis*.
- Améliorer la fertilité des sols par l'application de compost complété par une meilleure association des légumineuses fixatrices d'azote et le respect des rotations des différentes cultures dans les terres des zones arides et semi arides souvent pauvres en éléments nutritifs.

✓ **Développer les services de vulgarisation et de formation agricole**

L'appui technique en faveur des producteurs étant indispensable, le volet vulgarisation doit être renforcé au niveau des services déconcentrés de l'élevage, de l'agriculture et de l'eau. Ces équipes multidisciplinaires rendront un service non négligeable aux agro-éleveurs du milieu rural notamment dans l'amélioration de leurs productions et dans le maintien de leur principale activité et réduire l'exode rural. La sensibilisation des ruraux aux défis des changements climatiques devra aussi faire partie de leurs tâches. A terme il faudrait ouvrir des filières de formations professionnelles dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage et de l'irrigation soit au niveau des centres de formation professionnelle ou de façon ponctuelle par le ministère en charge de l'agriculture et de l'élevage.

✓ **Diffuser des semences de qualité afin d'accroître la résilience**

Il faut créer au niveau national une unité de recherche agricole en production des semences adaptées aux conditions agro-climatiques du pays. En attendant le pays devrait identifier des instituts de recherche de la sous-région ou africains produisant des semences adaptées aux conditions climatiques similaires de Djibouti.

**Section B : Programmes comportant des mesures visant à atténuer les changements climatiques**

---

## Chapitre 4 : Programmes comportant des mesures visant à atténuer les changements climatiques

Conformément au paragraphe 40 de la Décision 17/CP.8, la République du Djibouti initie et met en œuvre des programmes, projets, etc. d'atténuation aux changements climatiques et en parfaite adéquation avec les objectifs de développement économique déjà définis par la Vision Djibouti 2035.

Malgré sa contribution très marginale au réchauffement de la planète, la République de Djibouti s'est engagée à réduire, par rapport au scénario de référence, ses émissions de gaz à effet de serre de 40% à l'horizon 2030 soit une réduction de près de 2Mt de CO<sub>2</sub>eq. Une réduction de 20% supplémentaire des émissions des GES en 2030 nécessitera l'assistance technique et financière de la communauté internationale. Ces deux objectifs seront atteints grâce à la mise en place d'une politique sobre en carbone et le développement des énergies renouvelables telles que la géothermie, l'éolien et le solaire (CDN).

### 4. 1. Mesures d'atténuation du secteur de l'énergie

#### 4.1.1. Situation du secteur de l'électricité

A l'instar de situations qui prévalent dans les pays en développement, la situation en matière d'approvisionnement en électricité de Djibouti connaît un déséquilibre bien caractéristique avec une demande en énergie boostée par une croissance soutenue de l'ordre de 6,5% et des infrastructures énergétiques vieillissantes qui peinent à suivre la cadence. Cette croissance s'explique notamment par l'amélioration des infrastructures portuaires, avec la construction de nouveaux ports, chemin de fer...etc. mais aussi la construction future d'au moins deux aéroports dans le pays. La structure de la demande énergétique par secteur s'illustre comme étant tout à fait l'inverse de celle des pays en voie d'industrialisation avec une nette prédominance de la consommation des secteurs tertiaires et résidentiels sur celle de l'Industrie. Cela s'explique partiellement par le manque d'infrastructures industrielles avec un faible taux d'industrialisation du pays et le climat chaud et aride qui s'étend sur presque toute l'année, incubant une forte demande sur secteur résidentiel en production de froid (réfrigération, climatisation).

Le secteur de l'électricité a toujours été considéré à Djibouti comme un facteur bridant tout développement social et économique dans le pays. En effet, une analyse rapide de l'interdépendance entre les deux courbes (Figure 63) de la consommation électrique et du PIB par Habitant démontre de manière assez précise cette relation. Une analyse du PIB/Hab durant la période 1998-2004, période durant laquelle un incendie majeur a détruit une partie de la

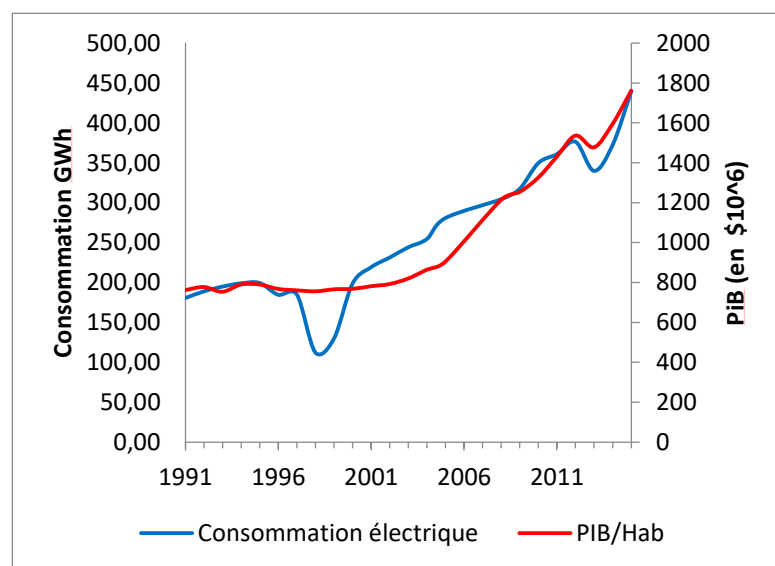


Figure 64 : Lien énergie-PIB du Djibouti

principale centrale électrique (Boulaos) du pays, démontre une stagnation de cette dernière directement liée à l'état des infrastructures de production électrique mais aussi le fait que l'énergie dans sa forme électrique soit l'un des éléments principaux qui définissent l'économie du pays. Cette analyse est corrélée par l'intensité électrique calculée très élevée du pays (464 kWh), un indice permettant de chiffrer la quantité d'énergie nécessaire pour créer une unité de richesse (Figure 64).

Après le secteur du transport, le secteur de l'électricité est le deuxième plus important contributeur aux émissions des GES avec environ 42.8% des émissions observées pour l'année 2010 (60.9% pour un taux d'accès à l'énergie normalisé). Cette contribution du secteur de l'électricité reste assez conséquente si l'on se réfère au taux d'accès à l'électricité qui n'est que de 48%.

La Vision 2035 de Djibouti considère la réduction des enjeux énergétiques comme un élément essentiel au développement économique du pays, le gouvernement entreprend une refonte totale du secteur de l'électricité en mettant l'accent sur les investissements directs étrangers à travers la loi IPP. Cela doit se concrétiser par une accélération des investissements du secteur privé dans le développement des infrastructures énergétiques du pays. Ceux-ci comprennent le développement du potentiel en énergies renouvelables dont la géothermie, l'éolien, le solaire...etc. dont le pays dispose, mais aussi d'une centrale hybride au fioul lourd et au gaz (se préparant au passage à bénéficier du gaz d'Éthiopie prévu pour être exporté à partir des ports Djiboutiens).

#### ✓ Contexte institutionnel du secteur de l'énergie

Les acteurs impliqués dans le secteur de l'énergie sont nombreux et jouent tous un rôle important dans la mise en place d'un système énergétique propre. Il s'agit des institutions suivantes :

- **Ministère de l'Énergie, chargé des Ressources Naturelles** : le MERN est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre des politiques sectorielles dans les domaines de l'énergie et des ressources naturelles, de la promotion et du développement de l'exploitation des ressources minières et pétrolières et des énergies renouvelables. Il assure le contrôle de la production, de l'approvisionnement et de la distribution des énergies conventionnelles et renouvelables.
- **Electricité de Djibouti** : EDD est l'opérateur public de production et de distribution de l'électricité. Il s'agit d'un établissement public qui dispose de l'autonomie administrative et financière et qui est placé sous la tutelle du MERN
- **Agence Djiboutienne de Maitrise de l'Énergie** : l'ADME s'occupe spécifiquement des questions liées à la maîtrise de l'énergie et à l'efficacité énergétique
- **Office Djiboutien de Développement de l'Énergie Géothermique** : l'ODDEG a été créé afin de développer et mettre en valeur les ressources géothermiques de Djibouti. Cela traduit fort la volonté politique du gouvernement d'investir dans les énergies renouvelables
- **Société Internationale des Hydrocarbures de Djibouti** : la SIHD est une société anonyme dont l'Etat détient totalement 100% des actions. La SIHD a pour « objet l'importation et la commercialisation des hydrocarbures et dérivés dans la République de Djibouti. »



- **Centre d'Études et de Recherches de Djibouti (CERD)** : le CERD est un organisme de recherche qui a été très actif dans le domaine des énergies renouvelables depuis des dizaines d'années. C'est une institution qui dispose d'une importante expertise en matière d'évaluation des ressources en énergies renouvelables.
- **Chambre de Commerce de Djibouti (CCD)** : la CCD de Djibouti dispose d'un programme de promotion de l'énergie solaire à Djibouti. A ce titre, elle est le siège d'un programme de coopération entre Djibouti et l'Allemagne en matière d'énergie solaire.

#### ✓ Contexte juridique et réglementaire

La République de Djibouti s'est dotée ces cinq dernières années, d'un arsenal juridique destiné à promouvoir et faciliter les investissements dans les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Le tableau 46 résume la liste des textes juridiques adoptés ces dernières années.

Tableau 46 : Textes juridiques sur le secteur de l'énergie

Nom et type du texte de loi	Année	Numéro	Principales dispositions
Loi sur le partenariat public-privé		N°186/AN/17/7eL	La Loi n°186/AN/17/7eL est une Loi clé pour attirer les investissements privés dans le pays et en particulier les investissements dans les énergies propres et les logements.
Loi sur les producteurs indépendants d'énergie	2015	Loi n°88/AN/15/7eL	la Loi n°88/AN/15/7eL est une avancée réglementaire importante pour le développement des énergies propres à Djibouti. Cette Loi porte la réglementation des activités des producteurs indépendants d'électricité et ouvre pour la première fois la porte aux investissements privés dans le secteur énergétique à Djibouti. C'est grâce à cette Loi que des investisseurs privés internationaux ont pu investir dans l'éolien à Djibouti.
Loi sur l'efficacité énergétique	2015	Loi n°90/AN/15/7 <sup>ème</sup> L	La Loi fixe les orientations clés en matière de maîtrise de l'énergie. Sont inclus les audits énergétiques obligatoires
Arrêté ministériel sur l'éclairage public portant application de la Loi n°90/AN/15/7 <sup>ème</sup> L	2019	N° 2019-072/PR/MERN	L'arrêté précise les spécificités techniques relatives aux économies d'énergie pour l'éclairage public, quand le point d'éclairage public est relié au réseau électrique
Décret sur les producteurs indépendants d'énergie	2019	Décret N° 2019-013/PR/MERN	Le Décret porte réglementation des activités des producteurs indépendants d'énergie
Décret portant application de l'article 6 de la loi n°90/AN/15/7 <sup>ème</sup> L relatif aux conditions et modalités d'application de l'audit énergétique obligatoire et périodique en République de Djibouti.	2019	Décret N° 2019-094/PR/MERN	En application de l'article 6 de la loi relative à l'efficacité énergétique, le décret a pour objectif de définir les conditions et les modalités d'application de l'audit énergétique des établissements publics et privés.

#### 4.1.2. Méthode d'analyse de l'atténuation du secteur de l'énergie

La demande électrique a été simulée à partir des données recueillies de l'année 1974 à 2010. Dans cette optique, l'outil LEAP (*Long Range Energy Alternatives Planning System*) a été

utilisé pour créer un modèle permettant de prédire l'évolution de la demande énergétique du pays.

La méthodologie de l'analyse suit une logique "bottom-up" ou "approche ascendante" partant du détail de données collectées dans les différents rapports qui sont ensuite rentrées comme inputs dans l'outil de prédiction, LEAP. L'étude est ensuite scindée en deux parties dans le logiciel : la demande électrique et l'offre disponible permettant de répondre à la demande en électricité calculée pour chaque scénario élaboré dans le cadre de la présente étude.

Les données de paramétrage ont permis de réaliser un modèle de simulation très fidèle à la réalité observé durant la période de confirmation allant de 2010 à 2019. La croissance de la demande connaît une évolution annuelle moyenne d'environ 7.2% (5,2%–7,9%) sur l'ensemble de la période 2011-2030 avec une accentuation de cette croissance à 7.9% durant les dernières années.

En résumé, la méthodologie utilisée consiste en plusieurs étapes qui sont :

- a) Modélisation du scénario de référence à partir des données historiques de production
- b) Développement de plusieurs scénarii de la production en fonction des plans de développement du secteur de l'électricité.
- c) Analyse des réductions des émissions obtenues

#### **4.1.3. Résultats de l'analyse de l'atténuation du secteur de l'énergie**

L'analyse de l'atténuation des options technologiques du secteur de l'énergie a été effectuée sur la base de 3 principaux scénarios :

- i. Le Scénario de référence (tendanciel) avec les technologies actuelles (centrale HFO-Fioul Lourde, à Diesel, au Gaz Naturel)
- ii. Le Scénario Diesel-Gaz-Hydro (DGH) : Scénario d'atténuation avec un mix énergétique entre les groupes Diesel et l'importation d'électricité d'origine hydroélectrique de l'Éthiopie
- iii. Le Scénario de transition énergétique ou "scénario mitigation" : investissement massif à l'usage des ressources énergétiques renouvelables (géothermique, éolienne et solaire).

##### 4.1.3.1. Scénario de référence (tendanciel) pour le secteur de la production d'électricité

Le "scénario tendanciel" s'avère être un point crucial dans cette partie de l'évaluation des émissions futures des GES dans la nature. Dans ce scénario, le mix énergétique est composé de quatre types de technologies dont deux existent déjà à l'année de référence. Il s'agit là de technologies hautement émettrices de GES développées dans le cadre d'une politique ne prenant aucune mesure d'atténuation des émissions de GES dans la nature.

En 2010, l'offre électrique est basée sur une production thermique au diesel et au fioul lourd. Le scénario tendanciel reprend et développe des technologies thermiques à fortes émissions de GES dans son mix énergétique. Ainsi dans ce scénario (Figure 65), l'offre d'électricité thermique est renforcée par une centrale ayant la capacité de fonctionner à la fois au fioul lourd et au gaz naturel (après modification de la chaudière) d'une capacité de 50MW en 2021 et porté à 120MW en 2025, puis à 170 MW en 2030.

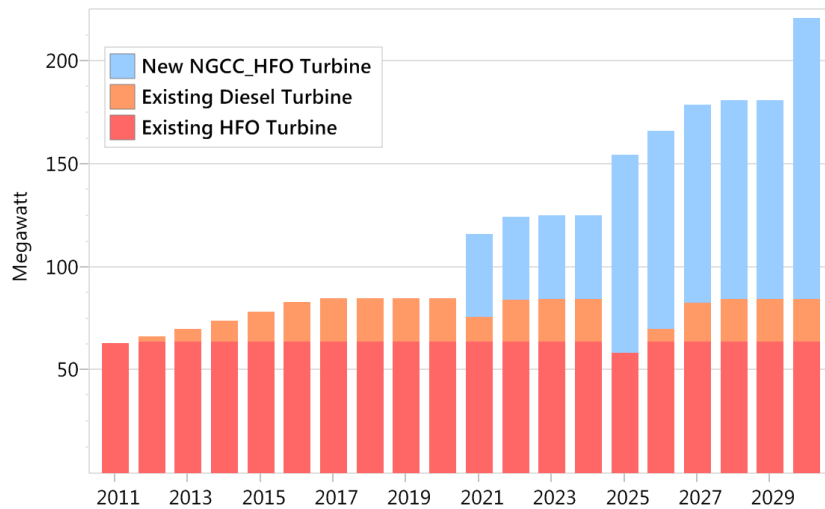


Figure 65 : Combinaisons des technologies et capacités fermes dispatchées (sc. de référence)

A noter que Djibouti ne dispose pas d'installations de stockage du gaz naturel et compte sur le gaz naturel éthiopien qui sera exporté à partir du terminal gazier de Damerjog pour alimenter au passage ses propres centrales électriques fonctionnant au gaz naturel. Cependant la date de la mise en œuvre de ces technologies de production d'électricité dans le pays dépend fortement de l'avancement du projet gazier Éthiopien.

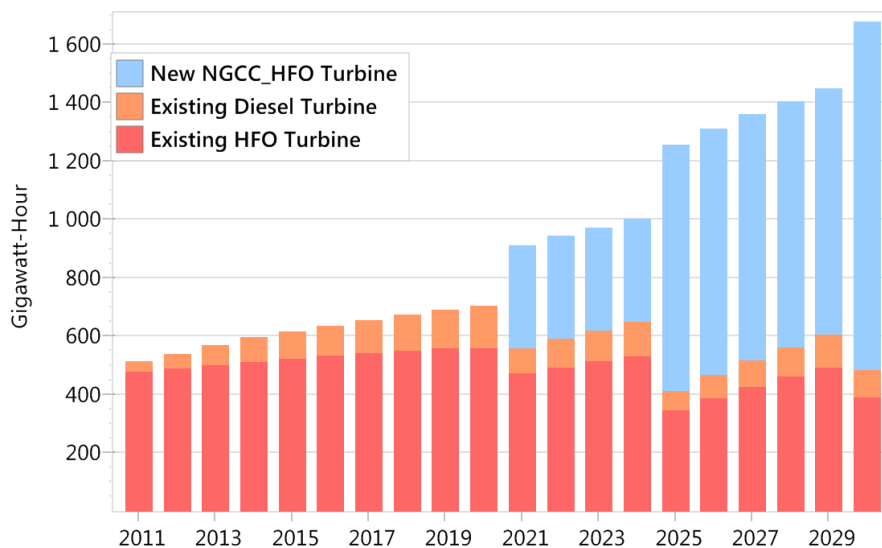


Figure 66: Production électrique des centrales électriques (sc. Tendanciel)

Dans le scénario tendanciel, la production électrique provenant des centrales diesel durant la période 2011-2020 couvre jusqu'à 14.5% des besoins en électricité là où le reste (85.6%) est couverte par les centrales HFO. L'intégration d'autres types de technologies tels que les centrales fonctionnant au gaz naturel et la biomasse plus prioritaires par rapport au HFO renverse l'ordre de participation des différentes technologies au mix énergétique du pays. Avec une moyenne de 52.9% d'énergie provenant de la nouvelle centrale NGCC/HFO durant la période 2021-2030, cette dernière vient se placer en première position pour fournir une majorité d'électricité thermique suivie par la centrale HFO qui contribuera à hauteur de 39% du mix énergétique, puis vient l'électricité provenant des centrales diesel (de moindre taille) avec une contribution d'environ 8.1% à l'électricité produite dans le pays.

L'offre dans ce scénario est caractéristique d'une faible diversification des technologies et les prix dépendent surtout de la volatilité des coûts du combustible utilisé. En effet, l'économie du pays est freinée par les coûts de facteur très élevés particulièrement dans le domaine de l'électricité, son manque de fiabilité et parfois son manque de disponibilité entraînant des perturbations, des délestages et un certain pourcentage de demande non couverte.



Figure 67 : Demande non couverte dans le scénario tendanciel Figure 68 : Équilibre offre/demande

L'un des principaux défauts de ce scénario s'avère être un déséquilibre conséquent entre l'offre de l'électricité et la demande qui tend à s'accroître d'année en année pour atteindre un gap critique de 245GWh en 2029 (Figure 67). Ce déséquilibre persiste tout au long de la période 2010-2030 avec une ampleur qui dépend fortement des capacités additionnelles installées au fil des années et de la croissance annuelle de la demande.

#### 4.1.3.2. Scénario Diesel-Gaz-Hydro (DGH)

Le Scénario DGH est le scénario le plus probable pour le secteur de la production d'électricité à partir de 2010. **C'est un scénario d'atténuation** dans lequel on considère que le mix énergétique se partage entre les groupes Diesel et l'importation d'électricité d'origine hydroélectrique de l'Éthiopie. Dans ce scénario, la politique d'importation de l'électricité hydraulique n'est pas choisie pour son potentiel de réduction des GES mais plutôt pour sa stabilité, et surtout son coût nettement moins onéreux que l'électricité domestique produite par les centrales électriques du pays. Cependant, ce scénario permet la réduction substantielle des émissions de GES.

La production électrique provenant de l'électricité d'origine hydraulique importée constitue près de 46.7% de l'offre électrique du pays. Le reste de l'offre est couverte par l'électricité provenant de la future centrale à chaudière convertible HFO/NGCC à hauteur de 29% (avec une mise en fonction prévue en 2021), les centrales HFO existantes à hauteur de 23.7% et enfin par le diesel de manière plus significative avec une participation au mix énergétique à hauteur de 0.6%.

La présence de l'électricité importée dans ce scénario permet de limiter les émissions des GES par le pays. Ce scénario s'avère être en phase avec les politiques en vigueur en 2020 même si aucune mise en œuvre d'une centrale HFO/NGCC n'est à ce jour prévue pour 2021. Cependant, il serait judicieux de noter qu'aucun contrat ferme de fourniture d'électricité n'est en vigueur au niveau de l'importation. Seul l'excès de production d'électricité est fourni à Djibouti.

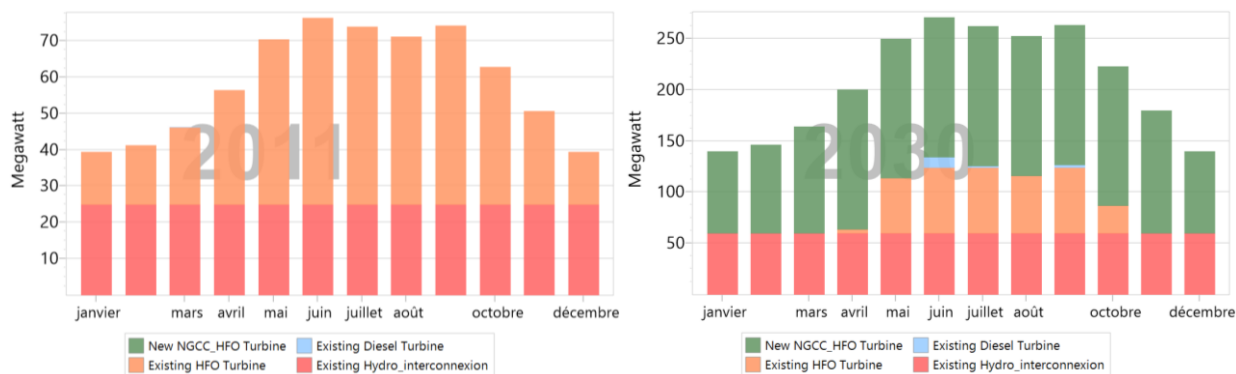


Figure 69 : Comparaison des mix énergétiques en 2011 et en 2030 (scénario DGH)

L’interconnexion hydroélectrique s’avère être en position d’énergie de base dans les deux années mis en comparaison dans le présent scénario, et ce, quel que soit la saison. Le reste des puissances fermes sont fournies quant à elles par l’électricité provenant des centrales thermiques domestiques.

L’année 2011 est dominée par l’électricité thermique provenant des centrales au fioul lourd qui couvrent près des besoins en capacités fermes du pays sur l’ensemble de l’année. Cette domination est accentuée durant les mois d’été où la demande électrique est particulièrement élevée en raison des besoins en production de froid dans le pays. Durant cette période, la demande en puissance ferme double quasiment en comparaison à un mois de saison fraîche où la température est plutôt clémente.

L’année 2030 est caractérisée dans ce comparatif par une électricité basée sur le gaz naturel. Cette dernière se place en deuxième place quant à l’ordre d’intégration des différentes technologies dans le mix énergétique principalement en raison du coût raisonnable du combustible utilisé par cette technologie. Cependant, l’électricité provenant des centrales électriques fonctionnant au gaz naturel constitue le principal contributeur au mix avec près de 57% des capacités fermes nécessaires fournies au réseau électrique sur l’ensemble de l’année 2030. Le reste est couvert par l’électricité importée à hauteur de 28%, des centrales domestiques au fioul lourd à hauteur de 13% et enfin de manière négligeable par les centrales au diesel à hauteur de 0.5%.

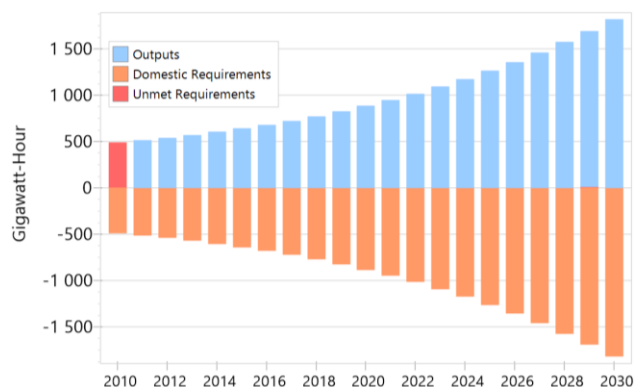


Figure 70: Équilibre offre/demande (sc. Probable DGH)

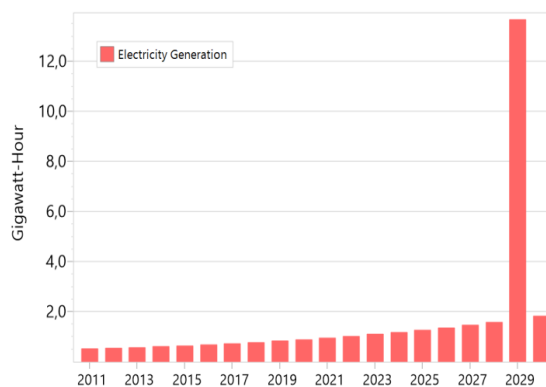


Figure 71: Demande non couverte dans (sc. DGH)

Le scénario dit "DGH" s'avère offrir l'avantage d'un quasi-équilibre entre l'offre et la demande en électricité (Figure 70). En effet, cette politique enregistre en moyenne près de 0.14% de demande totale non couverte par le réseau(Figure 71) pour un maximum à 13.7 GWh en 2029, soit 0.8% de la demande (pas significatif). Cette demande non couverte pour l'année 2029 est le résultat d'un gap qui se crée entre une tendance de la demande croissante et une capacité installée stagnante. Elle est rapidement rattrapée en 2030 avec l'installation d'une centrale électrique au HFO/Gaz de 50 MW. Ce scénario répond à plusieurs challenges de la politique énergétique du pays surtout en ce qui concerne la fourniture de l'électricité. Cependant, les conditions en matière de coût et de fiabilité ne sont pas atteintes puisque le réseau surexploité montre déjà des signes de saturation.

En matière d'émissions de GES constituées à plus de 99% de CO<sub>2</sub>, le scénario d'atténuation affiche une réduction des émissions cumulées en 2030 de moitié comparée au scénario tendanciel passant de 12,038 Gg CO<sub>2eq</sub> à 6,043 Gg CO<sub>2eq</sub>. Cette diminution des émissions est principalement due à l'électricité importée d'origine hydraulique. Le fioul lourd constitue la principale source des émissions (Figure 72).

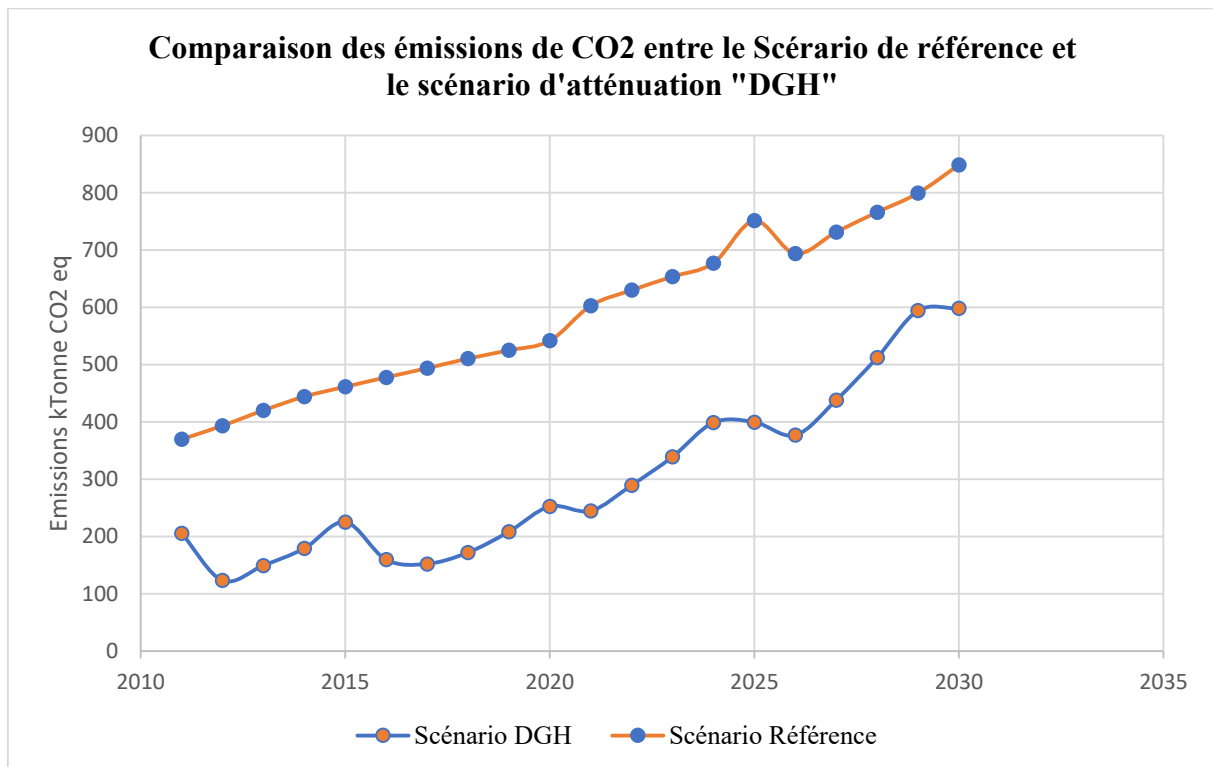


Figure 72: Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>eq entre le Scénario de référence et le scénario d'atténuation "DGH"

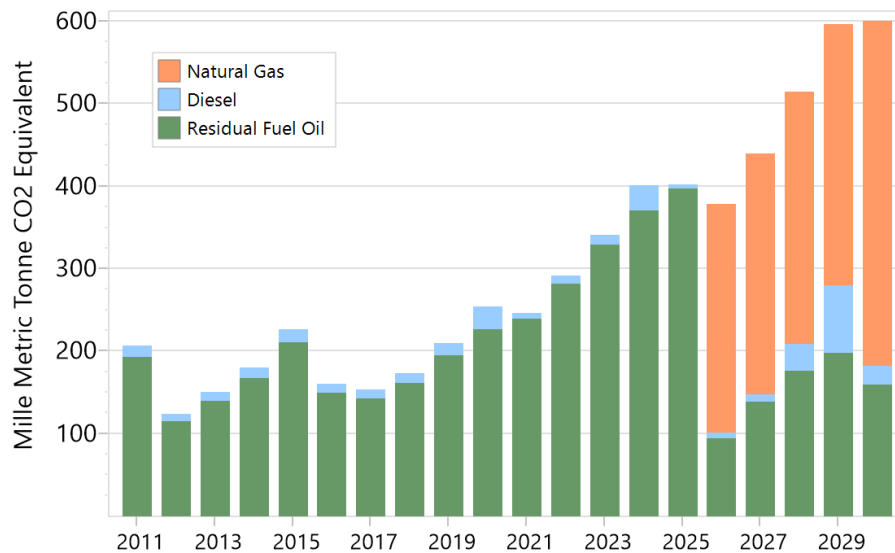


Figure 73 : Émission de GES par source d'énergie (Scénario DGH)

#### 4.1.3.3. Scénario de transition énergétique

Ce scénario considère qu'en plus des importations d'énergie de l'Éthiopie, Djibouti va investir massivement dans ses propres ressources énergétiques à savoir l'énergie géothermique, l'énergie éolienne et l'énergie solaire. Le "scénario Mitigation" représente le meilleur scénario pour le développement d'un mix énergétique responsable et respectueux de l'environnement.

L'étude détaillée de ce scénario et développée dans le présent chapitre, permet d'analyser les bénéfices d'une intégration complète des énergies renouvelables dans l'offre électrique Djiboutien. Ce scénario représente une pleine conscience des enjeux environnementaux dans le développement de la politique énergétique du pays et répond intégralement à l'ambition de Djibouti de produire 100% de ses besoins électriques à partir d'énergie renouvelables à partir de 2030.

Ce scénario fait intervenir sept types de technologies de production différentes qui devraient toutes faire partie du bouquet énergétique de Djibouti à partir de 2022. Il s'agit des technologies suivantes :

- Hydroélectricité (importations)
- Centrales géothermique
- Centrales solaires PV de Grand Bara (30MW)
- Centrale éolienne de Ghoubbet (60MW en construction à partir de 2020)
- Usine de valorisation de déchets municipaux par pyrolyse et production d'électricité
- Centrale à énergie marémotrice

Dans ce bouquet seront inclus également quelques centrales de production qui sont déjà construites ou en cours de construction et qui seront encore existantes à l'horizon de temps de cette étude c'est-à-dire 2010-2030. Il s'agit de centrales utilisant des ressources énergétiques non renouvelable comme :

- La centrale thermique de Damerjog au dual fuel lourd et gaz naturel
- Centrale Diesel de Marabout

Bien que ces centrales au fuel lourd fassent partie du bouquet énergétique, leur utilisation sera minimale une fois que toutes les autres technologies renouvelables seront en cadence de production. Il s'agit donc d'un scénario volontariste en matière de développement d'énergie renouvelable mais qui reste tout à fait tangible étant donné les besoins énergétiques considérables du pays dans les décennies qui viennent.

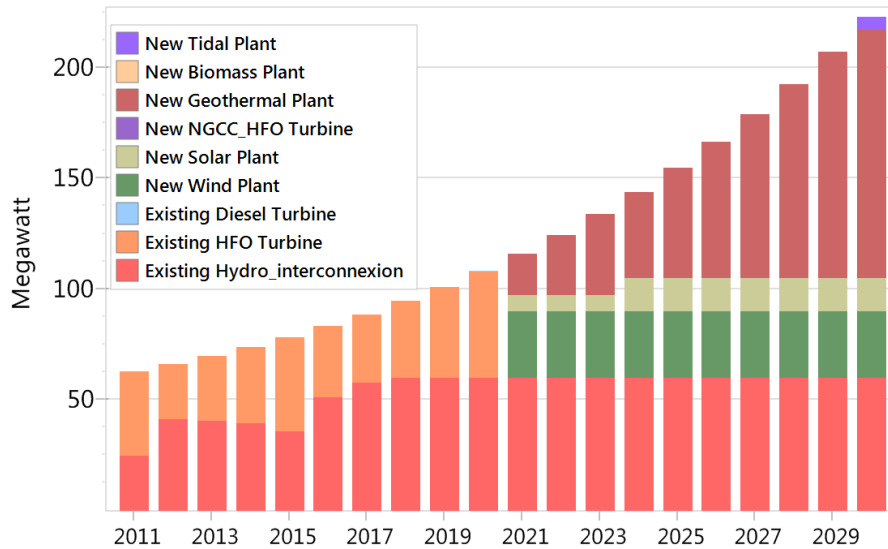


Figure 74 : Combinaisons des technologies et capacités fermes dispatchées (Scénario de la transition énergétique)

Les politiques de dispatching des différentes technologies et leur participation au mixe énergétique est consigné à une multitude de facteurs dans ce scénario.

Le caractère intermittent de certaines de ces technologies (solaire, éolien) sera un atout quant à leur intégration en fonction de leur disponibilité. Lorsque la production des énergies renouvelables est basse (pour exemple une journée couverte avec des vitesses de vent trop élevées ou trop basses pour permettre un fonctionnement optimal des installations de production de l'électricité), les centrales thermiques basées sur le gaz naturel, le fioul lourd ou encore le diesel assurent l'approvisionnement en électricité dans le pays.

Les politiques d'intégration de ces différents types de technologies au réseau dépendront également du coût de production de l'électricité très basse pour certaines (\$0.05-\$0.06 pour l'éolien et le solaire, \$0.07 pour l'hydro-électricité), afin de maîtriser l'ensemble des coûts qui impactent le secteur.



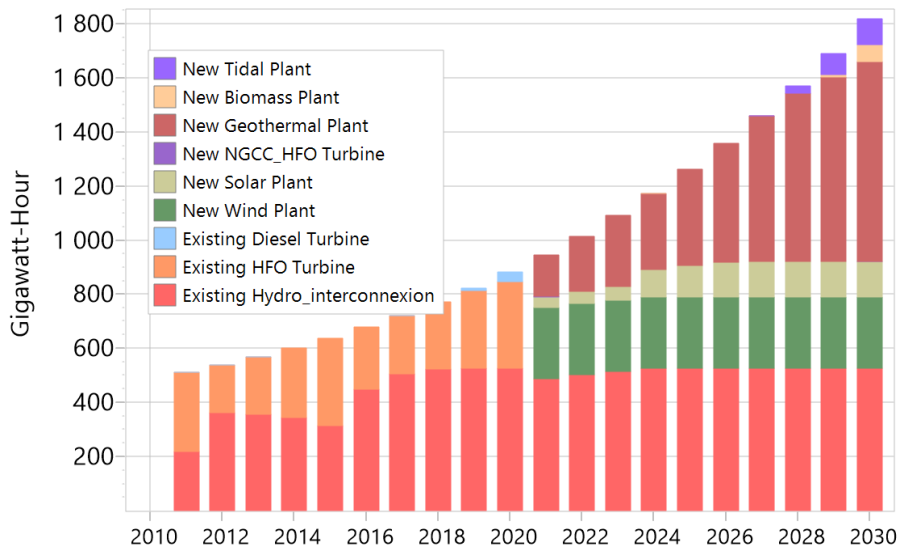


Figure 75 : Production électrique des centrales électriques (Scénario de la transition énergétique)

Dans ce scénario, l’approvisionnement se scinde principalement en deux périodes avec des mixtes énergétiques extrêmement distinctes. Dans la première période (2011-2020), la production électrique est dominée par l’intégration de l’hydroélectricité qui fournit près de 61.3% des besoins électriques contre 38.7% pour l’ensemble de la production à partir des combustibles fossiles (dont 38% de l’électricité est produite à partir du fioul lourd et 0.7% à partir du diesel). L’intégration de l’hydroélectricité impacte fortement les émissions du secteur puisque cette dernière permet d’épargner autant d’émissions de GES vis-à-vis d’une production thermique traditionnelle.

Dans la deuxième période (2021-2030) la percée de plusieurs technologies de production électrique d’origine renouvelable est très frappante. Dès 2021, il est prévu la mise en œuvre de technologies telles que l’éolien, la géothermie, ou encore le solaire. Ces derniers changent la tendance et remplacent immédiatement la production thermique existante pour tourner définitivement le pays vers une offre électrique 100% renouvelable. Au fil des années les capacités installées de ces technologies sont rehaussés afin de palier à une demande électrique agressive. L’offre est complétée à partir de 2027 par une électricité d’origine marémotrice ou encore la biomasse.

En termes d’émissions de GES, ce scénario est sans conteste le meilleur scénario possible en matière d’émission des GES constituées à plus de 99% de CO<sub>2</sub> et sont principalement dues aux centrales thermiques utilisant le diesel et le fioul lourd comme combustible durant la première période de cette étude (2010-2020). Les émissions cumulées en 2030 sont estimées à 1,849 Gg CO<sub>2eq</sub> représentant une réduction de plus de 85% par rapport aux émissions du scénario tendanciel estimées à 12,038 Gg CO<sub>2eq</sub> (Figure 76)

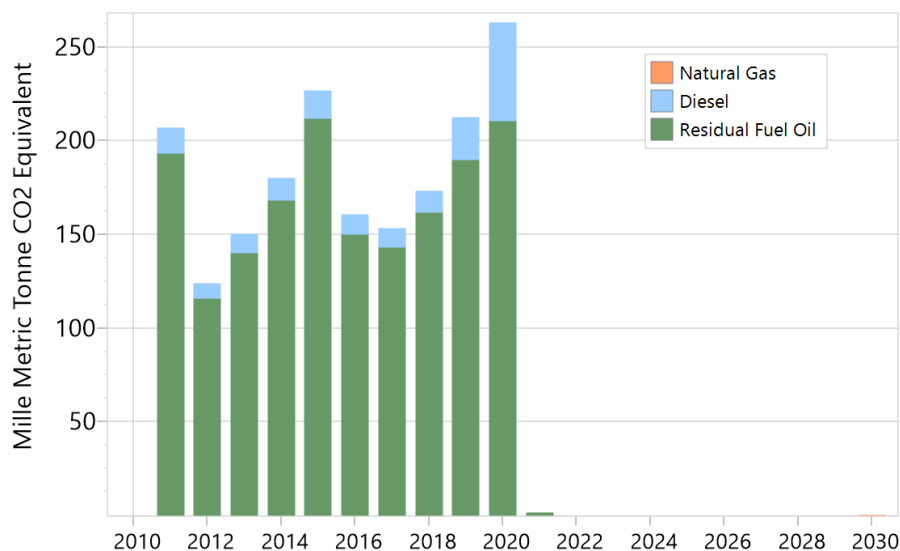


Figure 76 : Émissions des GES par type de combustible (Scénario de transition énergétique)

#### 4.1.3.4. Scénario d'efficacité énergétique

L'adoption de mesures d'efficacité énergétique pourrait permettre de réduire la demande énergétique et donc de réduire les émissions de GES. Le tableau 47 présente les mesures d'efficacité énergétique choisies qui sont relativement faciles à mettre en œuvre et qui auront un impact important.

Tableau 47 : Mesures potentiels d'efficacité énergétique

Mesure d'efficacité énergétique	Date et Durée de mise en œuvre	Émissions potentiellement évitées par année (Gg)
<b>M1 : Remplacement de 10000 lampes Néon par des lampes LED de 15W dans les bureaux administratifs</b>	2022-2025	0,36554
<b>M2 : isolation thermique de 100000m2 de résidences</b>	2022-2027	6,289
<b>M3 : remplacement des lampes sodium de 205W de l'éclairage public par des lampes LED de 30W</b>	2022-2023	2,6

Pour la mesure M1, il s'agit de remplacer les lampes Néon d'une puissance de 40W qui sont installés dans les bureaux de l'administration publique par des lampes économique LED de 15W.

Un inventaire des équipements électriques installés dans les administrations publiques réalisées en 2009 par le CERD a montré qu'au minimum ce sont 10000 lampes Néon de 40W qui sont installées. Le remplacement de ces lampes par des LED permettrait de réduire la demande diurne d'électricité de 0,25MW tous les jours et de lisser le pic de la demande.

Un programme de remplacement sur 2 années à partir de 2023 et ce jusqu'en 2025 est tout à fait réaliste. Pour calculer les réductions des émissions la demande énergétique réduite est calculée en prenant en compte les horaires de travail entre 8h et 17h et la valeur obtenue est utilisée pour calculer une réduction de CO2 à travers le coefficient d'émission du réseau 0,5222 TCO<sub>2</sub>/MWh.

Cette mesure permet de réduire de 0.36554 Gg par année les émissions de CO<sub>2</sub>. Bien que faible, les efforts et les coûts à engager pour cette mesure sont également faibles.

En ce qui concerne la mesure d'atténuation M2, elle porte sur l'isolation thermique de bâtiments résidentiels et tertiaires. La mesure permettrait de diminuer les charges d'électricité dues à l'utilisation de la climatisation. Les études réalisées par le CERD en 2008 ont montré que l'isolation thermique des locaux permet de réduire de 0.33 kWh/m<sup>2</sup>/jour la consommation d'électricité. La mesure propose d'isoler 100000m<sup>2</sup> de résidences et de bureaux tertiaires ce qui équivaut à 1000 maisons à raison de 100m<sup>2</sup> par maison sur une période de 5 années. Ainsi, une fois implémentée, cette mesure permettra de réduire les émissions de gaz à effet de serre chaque année de 6,289 Gg.

La mesure M3 porte sur l'amélioration de l'éclairage public. L'éclairage public de la ville de Djibouti est constitué d'un ensemble de 7700 poteaux avec des lampes sodium haute pression d'une puissance nominale de 205 W. Il est proposé de substituer les lampes sodium haute pression par des lampes LED dont la puissance unitaire est de 30 W. Cette substitution permettrait de lisser le pic nocturne de la demande d'environ 1,4 MW. Cette substitution permettrait d'éviter annuellement l'émission de 2,6 Gg de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Cette mesure est facile à mettre en œuvre car les poteaux de l'éclairage public resteront les mêmes et il n'y'a que la lampes qui sera changée.

#### **4.1.4. Coûts d'investissement pour les technologies de production d'électricité**

L'analyse des coûts imputables à chaque scénario dépend des capacités additionnelles annuellement ajoutées durant la période de l'étude. Afin d'en tirer une estimation des coûts nécessaire au déploiement des infrastructures énergétiques pour chaque scénario, les coûts unitaire par mégawatt de capacité installée est entré dans le logiciel (LEAP). Ce dernier, suivant une méthodologie linéaire, calcule le coût nécessaire à l'investissement annuel quand cela est nécessaire. En effet, les coûts d'investissement nécessaire pour certaines technologies sont impossibles à déterminer de manière précise. Pour exemple, l'énergie marémotrice est encore dans les premiers stades de déploiement et n'a pas été appliquée à grande échelle rendant sa planification dans un plus grand portefeuille difficile pour l'instant.

L'énergie marémotrice peut avoir d'importants impacts négatifs sur la pêche. L'énergie marémotrice a également une faible capacité de déploiement du fait que la planification et l'ingénierie du site exigent de longs délais. Étant donné que l'énergie marémotrice est une technologie émergente, aucune tendance tangible de développement ni de coûts n'est disponible car son utilisation est encore principalement dans la phase de test et d'essai ou dans une petite échelle.

Les coûts totaux de l'investissement nécessaire pour chaque scénario sont proportionnels à la capacité additionnelle installée.

Ainsi pour le scénario de référence qui prévoit un renforcement de la capacité électrique avec des centrales HFO de 170 MW dont l'une des caractéristiques est que des chaudières sont alternativement convertibles au gaz naturel, le coût du déploiement des infrastructures à l'horizon 2030 est de \$ 102 millions.

Pour le scénario DGH, la mise en place d'une interconnexion électrique d'une capacité de 65,4 MW avec l'Éthiopie est prévue en complément de la centrale convertible HFO/Gaz pour un coût total du scénario de \$ 206,7 millions.

Enfin le dernier scénario qui prévoit la mise en œuvre d'une politique d'atténuation active avec un mix énergétique très diversifié, prévoit la construction d'une centrale marémotrice de 50 MW, d'une centrale biomasse de 40 MW, d'une centrale géothermique de 140 MW ainsi que de parcs solaires et éoliennes de 60 MW chacune en plus de l'interconnexion et des centrales HFO/Gaz cités dans les scénarios précédents pour un coût total de \$ 629,704 millions pour l'ensemble du scénario. Dans le scénario « atténuation », les ressources renouvelables sont priorisées.

Tableau 48 : Coûts d'investissements pour les technologies de production d'électricité par scénario (Millions USD)

Branches / Scénarii	Référence	DGH	Transition énergétique
<b>Wave Plant</b>			85
<b>New Biomass Plant</b>			32
<b>New Geothermal Plant</b>			210
<b>New NGCC_HFO Turbine</b>	102	102	102
<b>New Solar Plant</b>			36
<b>New Wind Plant</b>			60
<b>Existing Diesel Turbine</b>			
<b>Existing HFO Turbine</b>			
<b>ExistingHydro_interconnexion</b>		104,7	104,704
<b>Total investissement</b>	102	206,7	629,704

#### 4.1.5. Projets d'atténuation du secteur de l'énergie

Le tableau 49 présente l'état d'exécution des projets d'atténuation du secteur de l'énergie.

Légende	Projet exécuté, finalisé et fonctionnel	
	Projet en cours d'exécution	
	Projet au stade d'étude ou de planification	

Tableau 49 : Projets d'atténuation du secteur de l'énergie

Mesure	Description	État d'avancement
Interconnexion et importation d'énergie électrique à partir de l'Éthiopie	Capacité existante : ligne de 74MW fonctionnelle depuis 2011 avec importation annuelle de 350 GWh qui permet d'éviter les émissions de 183 Gg de CO2 annuellement  Deuxième ligne en cours d'étude	
Développement de l'énergie géothermique	Projet de Fialé finalisé : environ 6 MW  Projet Gale Koma en cours de développement : 15 MW  A compter de 2025, la capacité géothermique installée sera d'environ 20 MW. Cela permettra d'éviter 73 Gg de CO2 par année.	
Développement de l'énergie solaire PV	MOU signé entre EDD et grand groupe international pour le financement de 30 MW à Grand Bara  La connexion de la centrale au réseau est prévue pour fin 2022. Avec un facteur de charge de 20%, ce projet permettra d'éviter 27 Gg de CO2 par année.	
Développement de l'énergie éolienne	Projet de construction d'une centrale éolienne au Ghoubet et d'une capacité de 60 MW. Le projet va entrer en fonction à la fin de l'année 2021. Ce projet va injecter l'énergie produite dans le réseau électrique nationale. Avec un facteur de charge de 40%, ce projet permettra d'éviter les émissions de 110 Gg annuellement.	
Développement de l'énergie marémotrice	Phase d'étude initiée	
Efficacité énergétique et maîtrise de l'énergie dans les bâtiments (publiques, tertiaires et résidentiels) et les équipements (climatiseurs et réfrigérateurs)	Études finalisées ou en cours  Pas de projets concrets sur le terrain encore	
Développement d'un parc d'énergie renouvelable à partir de la technologie de la pyrolyse de déchets	Le projet PER, opérationnel en fin 2021, produira 35 MW avec un cout de 180 millions USD  Les émissions évitées n'ont pas pu être calculées car le facteur de charge de cette centrale n'est pas connu	

## 4.2. Mesures d'atténuation du secteur des transports routiers

### 4.2.1. Situation du secteur des transports routiers

Le secteur des transports est dominé par l'utilisation des véhicules thermiques utilisant exclusivement le gasoil et l'essence. Les stations-services n'offrent aucune autre alternative que l'essence ou le diesel comme l'éthanol et il n'existe actuellement aucun véhicule électrique dans tout le pays qu'il soit hybride ou totalement électrique.

Le parc de véhicules circulant dans le pays est dominé par les véhicules d'occasion qui proviennent de Dubai, de Corée du Sud ou du Japon et l'utilisation de véhicules d'occasion entraîne des émissions de polluants plus importante par rapport à des véhicules neufs. Par ailleurs, l'efficacité énergétique des véhicules diminuant avec l'âge, les véhicules émettent probablement plus d'émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à des véhicules neufs étant donné qu'ils utilisent plus de carburant pour accomplir les mêmes distances.

Cependant, on peut noter que le gouvernement fait des efforts importants par la mise en place du décret N° 2018-203/PR/MET limitant l'importation de véhicules âgés de plus de huit ans.

Depuis une dizaine d'années, le nombre de véhicules nouvellement immatriculés augmente considérablement entraînant subséquemment une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur des transports.

Tableau 49 : immatriculations de nouveaux véhicules à Djibouti depuis 2007

Type	2007	2008	2009	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Bus</b>	56	45	100	14	148	101	176	202
<b>Camion</b>	256	125	<b>377</b>	<b>490</b>	<b>658</b>	505	587	328
<b>Camionnette</b>	100	95	132	25	33	13	44	23
<b>Voiture particulière</b>	1358	1108	1708	<b>1881</b>	<b>3789</b>	2586	2620	3222
<b>Moto</b>	35	45	69	75	89	82	128	117
<b>Remorque</b>	13	25	43	100	196	236	302	91
<b>Fourgonnette</b>	4	16	7	35	2	4	13	12
<b>Total des immatriculations</b>	1822	1459	2436	2620	4915	3527	3870	3995

Les immatriculations annuelles de nouveaux véhicules en 2014 ont augmenté de 170% par rapport à l'année 2007 (Tableau 49). Les catégories qui ont le plus augmenté sont les voitures particulières et les camions. Il s'agit ici essentiellement de camions utilisés pour la collecte de sable dans les carrières. Cela est très corrélé avec la dynamique du secteur de la construction qui connaît une croissance importante depuis une dizaine d'années. L'augmentation du nombre de voitures particulières peut s'expliquer par l'arrivée sur le marché de nouvelles banques qui offrent des financements des produits de consommations, des véhicules particuliers mais également du financement des entreprises.

#### ✓ Cadre institutionnel du secteur des transports

Les acteurs institutionnels impliqués dans le secteur des transports à Djibouti sont : le Ministère de l'Équipement et des Transports, le Ministère du Commerce, l'Autorité des Ports de Djibouti, la Mairie de Djibouti, l'Établissement Public des Hydrocarbures de Djibouti, le Ministère du Budget.

Ces institutions sont impliquées à divers niveaux dans l'organisation du secteur du transport.

L'institution centrale dans le secteur du transport est bien sûr le Ministère de l'Équipement et des Transports (MET) en charge, entre autres, de la mise en œuvre et de la coordination de la politique en matière de transport routier, ferroviaire, maritime et aérien ainsi que la météorologie nationale, de l'aménagement et de la maintenance des voies de desserte des zones de production et des sites touristiques ainsi que de la maintenance des aérodromes des régions de l'intérieur,...etc. (Décret N° 2019-116/PRE).

Aux côtés de ces institutions étatiques, il a été créé en 2003, un conseil national des transports (CNT), institution à caractère paritaire et consultatif placé auprès du Ministère chargé des Transports et qui est consulté en particulier sur les thématiques comme « les périmètres des transports urbains et les Plans de déplacements urbains, la gestion du parc (identification du type de véhicules, contrôle technique de sécurité et agréments y afférents, etc...), les tarifs, l'emplacement des gares routières et des parkings et les sanctions administratives à l'encontre des transporteurs ou de leurs employés ».

Les syndicats des transporteurs sont également des institutions importantes et reconnues par l'Etat. Il en existe plusieurs à savoir, le syndicat des bus et minibus, le syndicat des taxis et l'Association des Transitaires Djiboutiens (ATD) qui regroupe les transporteurs de marchandises conteneurisés.

### ✓ Cadre réglementaire

Le cadre réglementaire du secteur des transports est défini par plusieurs textes juridiques adoptés en conseil de ministres ou par le parlement. La Loi n°190/AN/02/4ème L définit les orientations des transports publics urbains et interurbains de personnes. Elle définit en particulier les éléments comme les transports publics urbain et intra-urbain, la notion de service public, les transports privés, le service de taxi, le transporteur, les infrastructures et les équipements de transport, le cahier de charge des transports publics, le périmètre des transports urbains et le plan des déplacements urbains.

Les véhicules pouvant transporter des personnes en milieu urbain et intra-urbain sont définis comme suit par la Loi :

- Catégorie 1 : Véhicule de 26 places assises ou plus affecté au transport public urbain
- Catégorie 2 : Véhicule de moins de 26 places assises affecté au transport public urbain, hors service de taxi
- Catégorie 3 : Véhicule affecté au transport public interurbain, hors service de taxi, comportant obligatoirement 26 places assises ou plus
- Catégorie 4 : Véhicule affecté au service de taxi.
- Catégorie 5 : Véhicule affecté au transport collectif privé de personnes

En ce qui concerne le plan de déplacement urbain, il a été défini par l'Arrêté n°2006-0535PR/MET qui complète la Loi n°190/AN/02/4ème L. L'arrêté définit les emplacements pour les départs et les terminus pour les transports urbains à l'intérieur de Djibouti-Ville et vers Balbala ainsi que pour les transports interurbains. La définition du plan de déplacement urbain s'assure que le transport urbain des personnes se déroule de manière organisée avec l'objectif d'assurer le service public.

### Le transport des personnes en milieu urbain

Le transport des personnes en milieu urbain dans la ville de Djibouti fait face à des défis de taille tels que l'inadéquation entre l'offre et la demande, l'augmentation du nombre de véhicules entraînant la congestion des routes, des zones nouvelles de la ville qui ne sont pas desservies par le transport urbain public. En effet, aux heures de pointes comme les premières heures du matin ou à la sortie du travail l'après-midi, le nombre de bus disponible est largement inférieur à la demande, surtout en période scolaire.

## 4.2.2. Méthode d'analyse de l'atténuation du secteur du transport

Les données de consommation de carburant ont été collectées dans le cadre de l'inventaire de gaz à effet de serre. Les données disponibles couvrent une série temporelle comprise entre 2005 et 2016. Une courbe de tendance a été établie et les valeurs obtenues ont permis de calculer les tendances linéaires jusqu'en 2035.

Les options d'atténuation présentées sont ensuite évaluées par un jugement d'expert afin de quantifier les réductions d'émissions de gaz à effet de serre. Le tableur Excel est utilisé pour calculer les réductions des émissions.

## 4.2.3. Résultat de l'analyse de l'atténuation du secteur du transport

### 4.2.3.1. Scénario de référence pour le secteur du transport

Le scénario de référence dans le secteur des transports est bâti sur les hypothèses suivantes :

- L'offre de transport urbain perdure insuffisante et de mauvaise qualité avec des conditions inconfortables et des risques sécuritaires élevés. Cela va pousser de plus en plus de citoyens à s'équiper en véhicules individuel et confirmer la tendance observée avant 2010 et bien après 2010 jusqu'en 2016
- La motorisation thermique au gasoil continue d'être prédominante en raison du prix du gasoil moins élevé que l'essence
- Le PIB augmente ainsi que le crédit à la consommation augmente

Sur la base de cette tendance linéaire, il est possible de projeter les émissions de CO<sub>2</sub> dans le secteur du transport jusqu'en 2035. Le résultat de la projection du scénario de référence pour le secteur du transport est montré sur la figure 77.

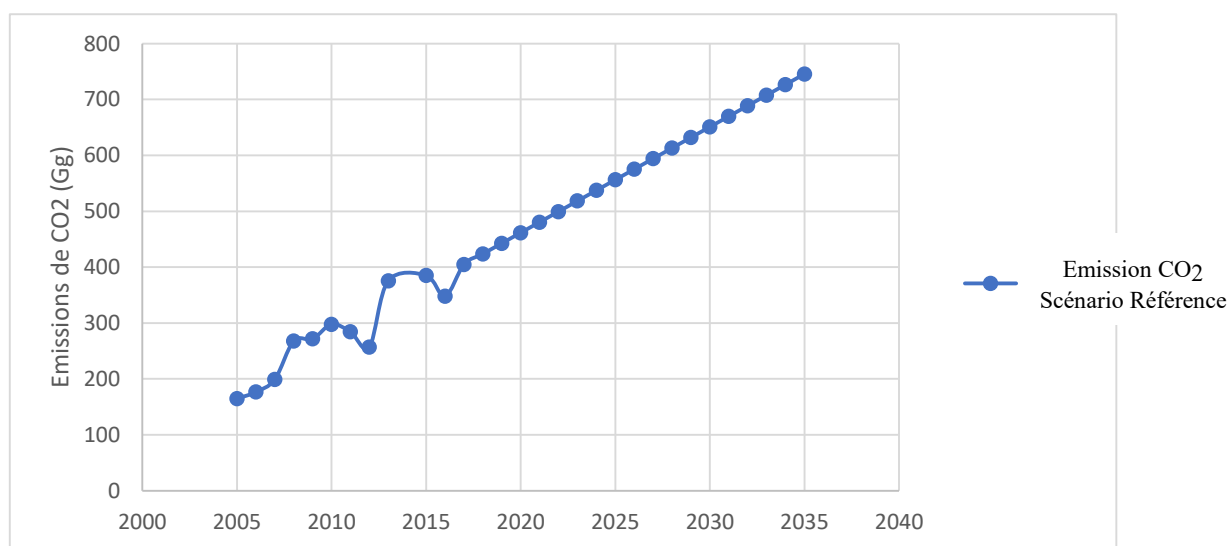


Figure 77: Émissions de CO<sub>2</sub> pour le scénario de référence du secteur du transport

Selon ces projections, en 2035 soit l'année finale de la Vision 2035, les émissions du secteur du transport sera de 745 Gg soit 2,5 fois le niveau des émissions de l'année 2010, année de référence pour l'inventaire des gaz à effet de serre de la troisième communication.



#### 4.2.3.2. Scénario d'atténuation : amélioration du transport urbain

Le scénario principal d'atténuation dans le secteur du transport urbain vise à apporter une amélioration substantielle de ce dernier afin de le rendre attractif et d'éviter aux particuliers d'acheter des voitures particulières. L'entretien d'un véhicule particulier entraîne des coûts importants qu'une majorité de personnes chercherait à éviter si les transports publics devenaient confortables et disponibles.

Les hypothèses de travail du scénario d'atténuation sont les suivantes :

- Le gouvernement conduit une réforme en profondeur de tout le système de transport urbain en regroupant les transporteurs individuels en sociétés
- Le gouvernement établit une nouvelle cartographie des itinéraires et organise les itinéraires en lots qui sont alloués aux sociétés créées
- Le gouvernement facilite l'accès au crédit aux sociétés nouvellement créées afin qu'elles renouvellent leur flotte
- La circulation des bus est rendue prioritaire sur les axes
- Des horaires de circulation précis sont instaurés
- Des mesures d'hygiène sont mises en œuvre tel que l'interdiction de khat à bord du bus pour les chauffeurs
- Des correspondances entre les itinéraires sont établies et des terminaux accessibles et sans risque routier sont créés.
- Une tarification adéquate est mise en place afin de prendre en compte les coûts réels et de rendre rentables l'exploitation des lignes

Si ces conditions sont réalisées en grande partie, alors le transport urbain deviendrait attractif et pourrait éviter à un particulier « l'obligation » d'acheter une voiture. Il est plausible de penser que dans un laps de temps de 5 années à partir de 2022, le gouvernement mette en place ces conditions et qu'à partir de 2027, on constate une diminution importante de l'immatriculation des voitures particulières et que des particuliers dont les véhicules sont devenus vétustes abandonneraient l'idée de renouveler leur véhicule. Pour calculer les réductions d'émission obtenues avec cette option, il est d'abord important d'estimer le nombre de véhicules particuliers qui seraient nouvellement immatriculés à partir de 2027 (Figure 78).

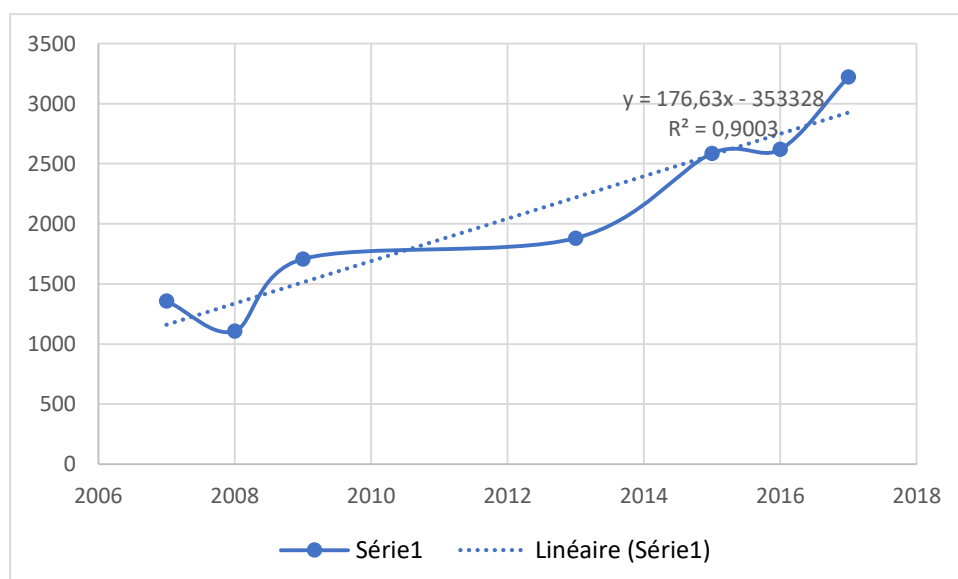


Figure 78: nombre de voitures particulières nouvellement immatriculées

Après avoir traité les données incohérentes, il est facile de constater que l'évolution des immatriculations des voitures particulières suit un linéaire permettant d'évaluer les immatriculations pour les années ultérieures (Tableau 50).

Tableau 50 : Projection des immatriculations de voitures particulières

Année	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2008	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Nouvelles immatriculations projetées</b>	3817	3994	4171	4347	4524	4701	4877	5054	5230	5407	5584	5760	5937	6114

Avec la mise en place d'un transport en commun disponible et confortable, on peut raisonnablement penser qu'à partir de 2027, 20% des particuliers qui souhaiteraient acheter un véhicule auront une préférence pour le transport en commun. Nous pensons cette estimation raisonnable et réaliste. Le nombre de voitures particulières qui ne seront pas achetées est montré dans le tableau suivant.

Tableau 51 : projection des immatriculations de voitures particulières évitées

Année	2027	2008	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Imref (Immatriculation du scénario de référence)</b>	4701	4877	5054	5230	5407	5584	5760	5937	6114
<b>20% *Imref</b>	940	975	1010	1046	1081	1116	1152	1187	1222

En calculant les consommations de carburant évitées, on pourra finalement calculer les émissions évitées. Sur la base d'un jugement d'expert, on estime qu'une voiture particulière consomme dans les conditions environnementales et socio-économiques de Djibouti en moyenne 100 litres par mois. On en déduit les consommations et les émissions évitées telles que reportées dans le tableau suivant (Tableau 52):

Tableau 52 : émissions évitées grâce aux véhicules particulières non émis dur le marché

Année	2027	2008	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
<b>Cumul des immatriculations évitées</b>	940	1915	2925	3971	5052	6168	7320	8507	9729
<b>Consommations carburant évitées (Million litres)</b>	1,128	2,298	3,51	4,7652	6,0624	7,4016	8,784	10,2084	11,6748
<b>Émissions CO<sub>2</sub> évitées (Gg)</b>	3,07659	6,2677	9,5734	12,996	16,53	20,187	23,958	27,843	31,8427

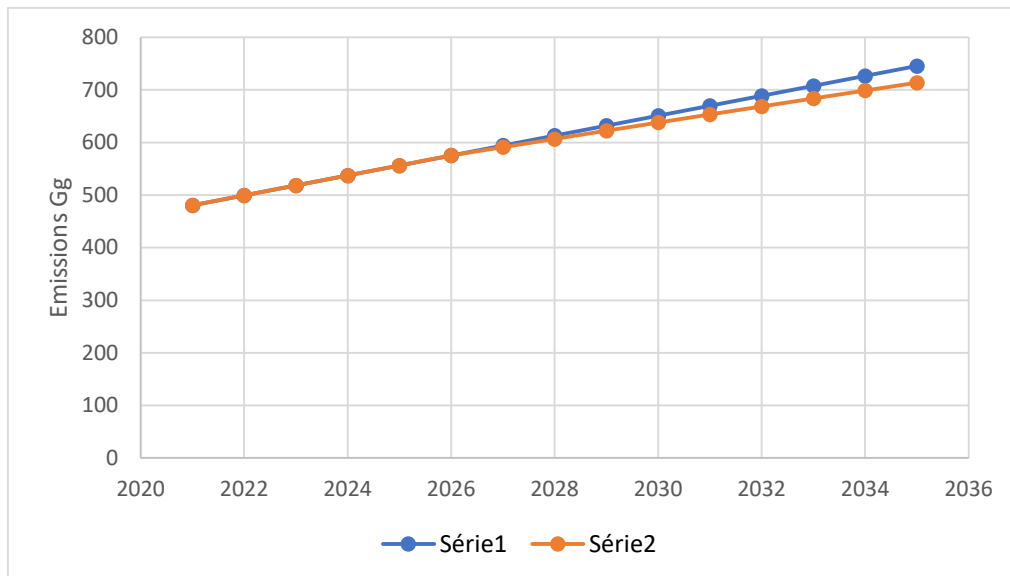


Figure 79 : Réduction des émissions dans le transport urbain par rapport au scénario de référence

#### 4.2.4. Coûts d'investissement des mesures d'atténuation du secteur du transport urbain

Le scénario d'atténuation proposée pour le secteur des transports se traduit essentiellement par une réorganisation du secteur du transport qui va à terme améliorer la circulation et diminuer le nombre de voitures particulières. Les coûts engagés sont surtout les coûts de réorganisation de la filière ainsi que le coût de réorganisation de l'arrangement institutionnel (Tableau 53).

Tableau 53 : Coût d'investissement pour les technologies d'atténuation du secteur du transport

Action	Cout
<b>Conduire une réorganisation du modèle économique du secteur du transport</b>	1 000 000 USD
<b>Établir une nouvelle cartographie des itinéraires</b>	500 000 USD
<b>Mettre en place une réglementation pour l'importation des véhicules de transports moins émetteurs</b>	30 000 USD
<b>Organiser les opérateurs individuels en entreprises</b>	500 000 USD

#### 4.2.5. Projets d'atténuation du secteur de transport

Le principal projet consiste à la réorganisation du secteur du transport urbain. Ce projet recommandé dans les études sectorielles du transport permettra à terme de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Ce projet n'est pas encore initié.

## 4.3. Mesures d'atténuation du secteur des déchets

### 4.3.1. Contexte du secteur des déchets

Les intervenants du secteur des déchets font face dans le pays en général, et dans la ville de Djibouti en particulier, à un enjeu d'importance dans la gestion des services alors qu'une meilleure qualité de vie associée à un meilleur cadre de vie sont des attentes légitimes de la population urbaine. Le gouvernement djiboutien s'efforce de résoudre le grave déficit actuel des équipements en matière d'assainissement des eaux usées et des déchets solides. De grandes orientations pour ces deux volets sont actuellement en cours sur le plan juridique, institutionnel notamment avec la création de l'OVD (Office de la Voirie de Djibouti) en charge de la collecte et de l'enfouissement des déchets provenant des ménages et des activités professionnelles et le nettoyage des voies, l'embellissement de la ville etc.

#### ✓ Collecte des déchets

Pour la collecte (Figure 80), il faut compter en moyenne jusqu'au 0,6 Kg/habitant/jour de déchets ménagers assimilés et jusqu'à 380 tonnes par jour de ces déchets ménagers assimilés peuvent être collectés par les différents camions de l'OVD, ce qui représente un taux élevé de rotation des camions qui travaillent jusqu'à 10h/jour (Rapport JICA 2011).

Les centres de regroupement qui étaient plus 100 points informels en 2011 sur l'ensemble de Djibouti-ville, sont réduits en 30 centres en substituant des principaux points de regroupement situés dans les quartiers les moins bien desservis par le service de collecte de l'OVD. Ces nouveaux centres de regroupement sont équipés d'une benne de 20 m<sup>3</sup>, d'une enceinte grillagée et d'un aménagement en génie civil (dalle, guérite) permettant un service de nettoyage et de gardiennage. Ainsi l'OVD se positionne sur les transferts des bennes depuis les centres de regroupement vers le centre de tri, puis du centre de tri vers le CET de Doua.

Les principales méthodes de collecte de déchets ménagers sont :

- collecte directe par les camions de l'OVD (Porte à porte) : 21 camions bennes quittent chaque jour le garage, avec une feuille de routes prédéfinies. Cinq de ces camions bennes assurent la collecte des déchets ménagers dans les quartiers de la commune de Ras Dika, sept autres sont repartis entre les quartiers populaires de la commune de Boulaos et sept restants desservent les zones accessibles de ramassage d'ordures ménagères dans la commune de Balbala. Ensuite les déchets sont acheminés vers le centre d'enfouissement de la décharge de Doua.
- Collecte indirecte et dans l'informelle : dans les quartiers qui ne sont pas desservis par les camions de ramassage des déchets, les communautés s'organisent pour la collecte de leurs déchets en cotisant une somme d'argent par ménage à hauteur de 1000 fdj /Mois par exemple. Ensuite les déchets sont collectés dans des charrettes à traction animale ou motos charrettes puis sont reversés dans des Bac à ordures qui servent de points de regroupement. Ces déchets sont enlevés par un camion à benne basculante pour enfin les acheminer vers le centre d'enfouissement de la décharge de Doua.

Enfin pour la collecte des déchets au niveau des institutions public et privé, des conteneurs détachables (12 à 20 m<sup>3</sup>) sont placés dans l'enceinte des bâtiments ou aux marchés, supermarché, usine... puis récupérés par les camions à benne multiple.

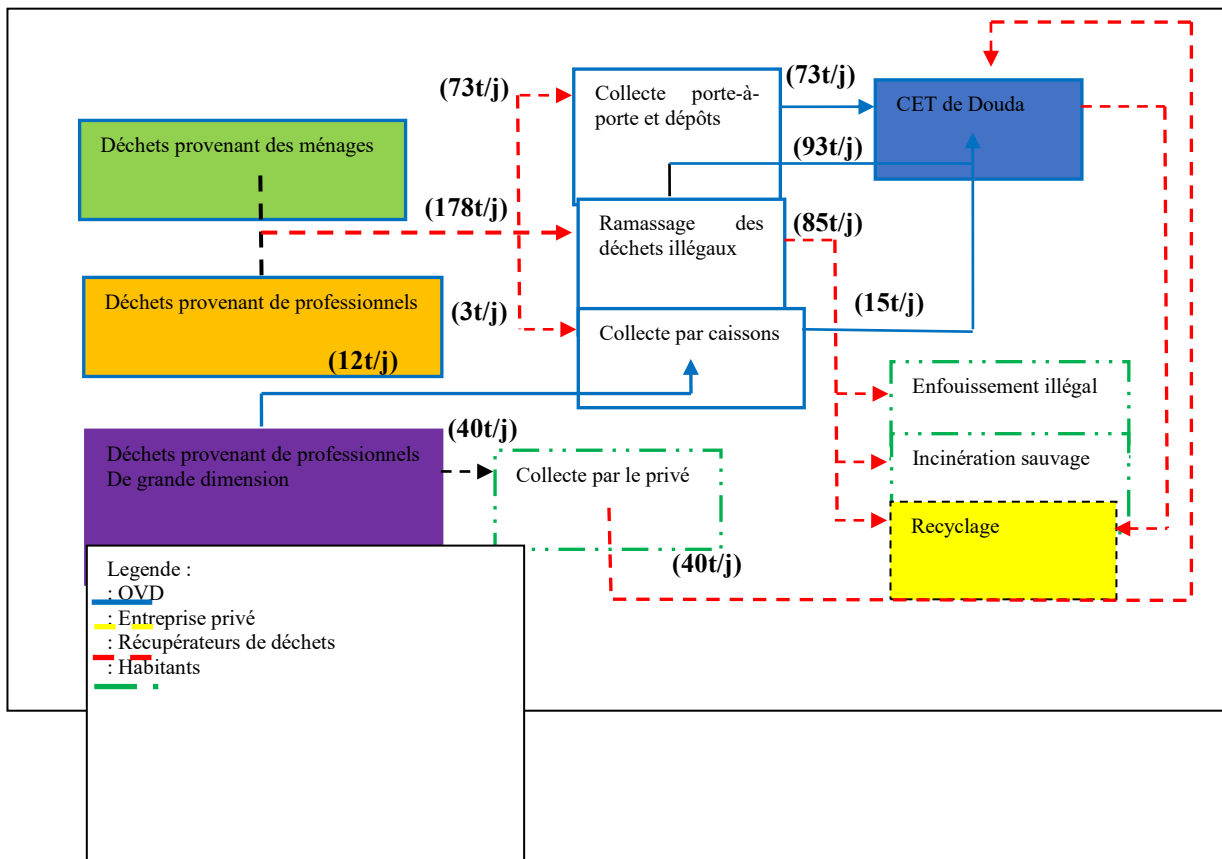


Figure 80 : Schéma du processus allant de la collecte au traitement par enfouissement (Rapport JICA 2011)

### ✓ Quantité des déchets générés

#### ○ Déchets solides

Dans le cadre d'une étude réalisée par la coopération japonaise en 2013, les quantités des déchets générées (Tableau 54, 55) ont été calculées en fonction des catégories sociales de la population. La collecte des déchets solides est répartie en deux groupes, les déchets ménagers et les déchets de professionnels. A cet effet, l'unité de base (kg/pers.) des déchets générés a été déterminée pour chaque catégorie de déchets. Pour les déchets provenant des ménages, l'évolution de la population à l'horizon 2030 a été prise en compte. En revanche, pour les déchets en provenance de professionnels, l'évolution du nombre des professionnels a été prise en compte. Pour ce dernier facteur, le recouvrement de la redevance (2011) a été utilisé en tant qu'inventaire et complété par les documents de statistiques à la chambre de commerce.

Il en résulte que les quantités de déchets provenant des ménages dans la ville de Djibouti ont été estimées à 211,023 t/jour.

Tableau 54 : Estimation de la quantité de déchet provenant des ménages

Type d'habitation	Unité de base (kg/pers.)	Ville de Djibouti dans son ensemble	
		Population	Quantité d'ordures générées (kg)
1 Habitations de haut standing	0,59	8 360	4 933
2 Habitations de standing moyen	0,53	215 991	114 475
3 Habitations de bas standing	0,397	195 650	77 673
4 Personnes sans domicile	0,149	93 571	13 942
<b>Total</b>		<b>513 573</b>	<b>211 023</b>

Il en résulte que les quantités de déchets provenant de professionnels dans la ville de Djibouti ont été estimées à 132,86 t/jour.

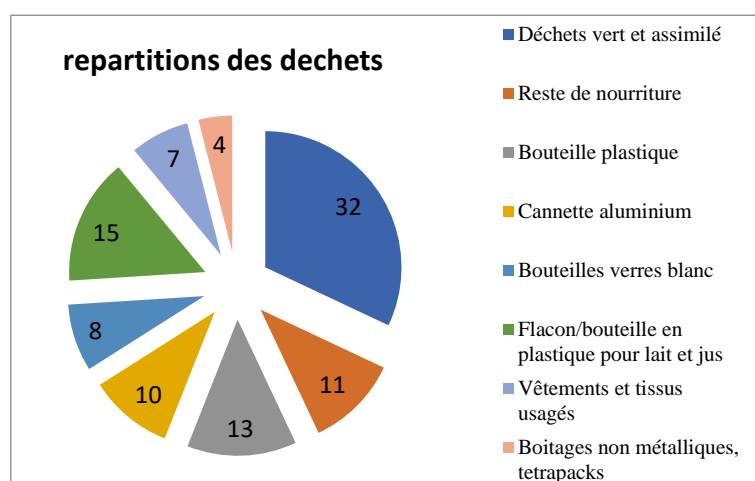


Figure 81 : Répartition des déchets solides

Tableau 55: Estimation de la quantité de déchet provenant de professionnels

Type d'habitation	Unité de base (kg/lieu d'activité)	Ville de Djibouti dans son ensemble	
		Nombre de lieux d'activités	Quantité d'ordures générées (kg)
1 Restaurant	111,9	292	32 675
2 Dépôt	27,7	194	5 374
3 Boutique	4,4	1020	4 488
4 Ecole primaire et collège	34,1	100	3 410
5 Vente en gros	10,3	276	2 843
6 Petits magasins	1,5	1 880	2 820
7 Hôpital	329,5	6	1 977
8 Hôtel	91,5	21	1 921
9 Bureau	6,1	260	1 586
10 Logistique	6,4	59	378
11 Atelier	2,8	101	283
12 Supermarché	41,6	6	250
13 Construction	13	8	104
14 Supérette	11,6	6	70
15 Station d'essence	2,4	12	29
16 Lieux d'activité de grande dimension		0	75
Total		4 241	132 856

#### ○ Déchets liquides

L'Office National des Eaux et de l'Assainissement de Djibouti (ONEAD), sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture, de l'Eau, de la Pêche et de l'Elevage, chargé des ressources halieutiques (MAPEE-RH), met en œuvre la politique nationale en matière d'Alimentation en eau et d'Assainissement en milieu urbain.

L'accès à l'eau potable a, depuis longtemps, représenté un défi majeur pour Djibouti compte tenu des conditions climatiques défavorables (pays aride avec en moyenne une précipitation annuelle de 150 à 200 mm). La principale source d'approvisionnement en eau potable du pays est constituée des aquifères volcaniques et sédimentaires qui sont surexploités avec le risque d'intrusion marine de plus en plus croissant et un taux de salinité variant de 0.8 à 2 grammes par litre.

En effet, La nappe de Djibouti se renouvelle à hauteur de 15 millions de m<sup>3</sup> par an (soit 41 000m<sup>3</sup>/j), alors que la seule consommation des citadins est déjà de l'ordre de 14 millions de m<sup>3</sup> par an (soit 39 000m<sup>3</sup>/j). A cette consommation s'ajoute celle des périmètres agricoles autour de la ville, évaluée à 3 millions de m<sup>3</sup> par an (8 000 m<sup>3</sup>/j). La consommation actuelle dépasse donc de près de 14 % la capacité de recharge de la nappe dont le niveau baisse à un rythme inquiétant.

Dans le souci d'améliorer l'accès à l'eau potable et la qualité de l'eau, l'Etat Djiboutien a lancé le projet d'adduction d'eau potable à partir de l'Ethiopie (USD339 millions) et la mise en place d'une usine de dessalement de l'eau de mer à Doraleh (Euro 83 millions). Ces deux projets vont permettre à l'ONEAD de disposer respectivement de 100 000 m<sup>3</sup>/j et 45 000m<sup>3</sup>/j.

L'assainissement des eaux usées dans la ville de Djibouti est majoritairement individuel (par fosses septiques ou latrines). La plupart des eaux usées collectées sont drainées directement dans la mer sans traitement préalable. Seulement environ 24% des ménages sont raccordés au réseau d'assainissement collectif. Le réseau d'égout est limité à 105 km et les eaux usées collectées dans la capitale sont traitées à la station d'épuration située à Douda d'une capacité de 3.700 m<sup>3</sup> / j.

Le problème du traitement des eaux usées se pose de manière aiguë dans la commune de Balbala, qui connaît une croissance démographique constante (300.000 habitants soit plus de 50% de la population de la ville de Djibouti) et où l'assainissement y est majoritairement autonome (95%). La commune n'est pas reliée au réseau collectif. Malgré l'existence de mini-stations d'épuration, notamment dans le quartier Hodane de Balbala, les eaux usées ruissèlent chaque jour dans le quartier et entraînent une situation sanitaire précaire pour les habitants.

Tableau 56 : Caractéristiques des services d'eau et d'assainissement à Djibouti-ville

Indicateur	Valeur
<b>Taux d'accès à l'eau par branchement domiciliaire (%)</b>	39,8%
<b>Production d'eau (m<sup>3</sup>/an)</b>	18.900.000
<b>Vente d'eau (m<sup>3</sup> /an)</b>	12.978.000
<b>Rendement de réseau (%)</b>	68,4%
<b>Nombre d'abonnés eau</b>	41.023
<b>Linéaire de réseaux d'eau (kms)</b>	654
<b>Linéaire réseaux assainissement (kms)</b>	105
<b>Taux d'accès au réseau d'assainissement (%)</b>	24,2%
<b>Nombre de branchements au réseau d'assainissement</b>	10.000
<b>Capacité de traitement de l'eau usée (m<sup>3</sup> /j)</b>	3.700
<b>Chiffre d'affaires ONEAD</b>	4.5 milliards FDJ

### 4.3.2. Analyse de l'atténuation du secteur des déchets

#### 4.3.2.1. Élaboration du scénario de base

Le scénario de base est une situation dans laquelle il n'y a pas de politique mise en place pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, en dehors des politiques actuelles en cours.

#### ✓ Données et hypothèses du scénario de base (Figure 82)

Les données nécessaires pour les projections des activités sont les suivantes

- L'horizon de l'étude : **l'année 2030** est retenue comme terme défini pour l'étude ;
- La production actuelle des déchets est estimée à environ 344T/j soit 125 560 tonnes/ans
- 60% sont collectées par l'OVD
- La fraction biodégradable des déchets mis en décharge : cette valeur issue de l'Etude de la collecte et du traitement des déchets solides de la ville de Djibouti (BCEOM/STUDI, 1997) est fixée à 60 % et supposée invariable jusqu'à l'horizon de l'étude;
- L'évolution du budget affecté à la gestion des déchets, pour le calcul des coûts.
- Les autres facteurs utilisés dans le calcul des émissions sont les valeurs par défaut de la méthodologie du GIEC.



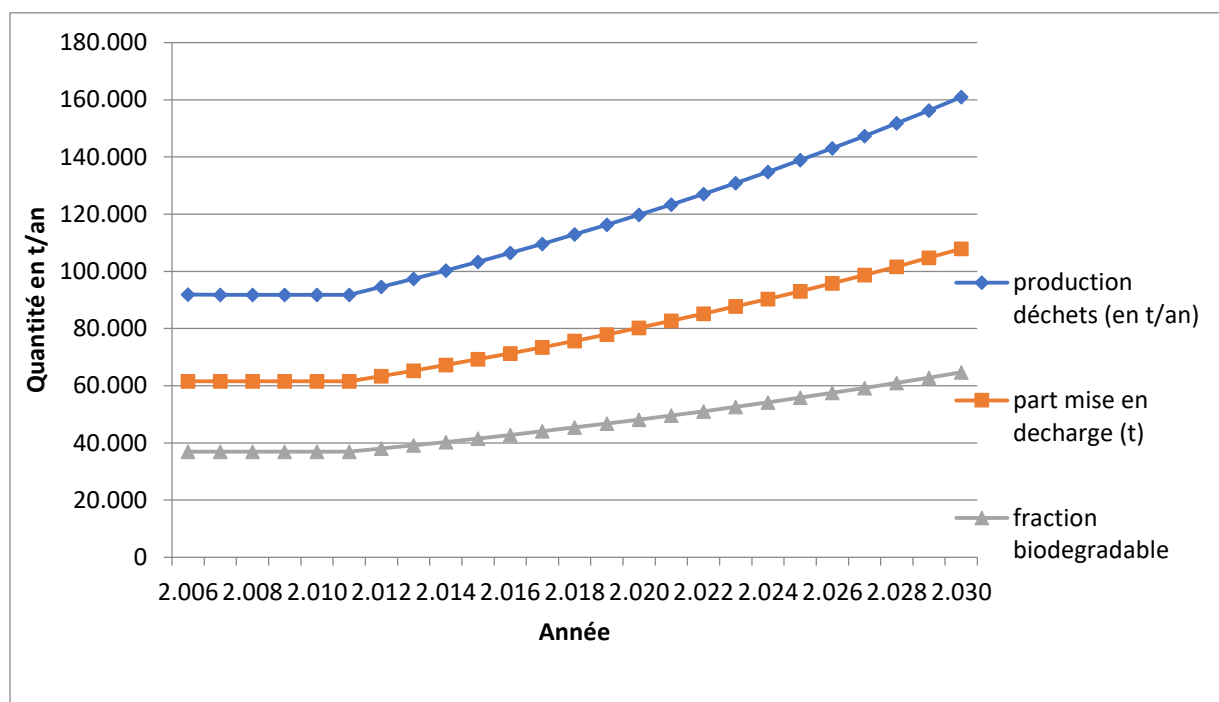


Figure 82 : Evolution des données d'activités sur les déchets (Production, mise en décharge et fraction biodégradable)

#### 4.3.2.2. Inventaire des émissions de GES du secteur des déchets

Les projections ne se rapportent qu'au sous-secteur déchets solides en ce qui concerne l'évolution des activités. Il apparaît, lors de l'exploitation des résultats de l'inventaire, que l'émission de méthane du sous-secteur déchets liquides restera nul compte tenu des objectifs définis, au moins jusqu'à l'horizon de l'étude, par les décideurs politiques et que l'émission d'hémioxyde d'azote sera insignifiante.

##### - Les émissions de méthane

Les émissions de méthane sont estimées à environ **3,48 Gg** de CH<sub>4</sub> correspondant à 73,08 Gg CO<sub>2eq</sub> représentant près de 0,88% des émissions totales de GES de Djibouti en 2010.

L'évolution des hypothèses majeures (population, technologie, etc.) définies ci-dessus induit une tendance haussière des émissions de méthane estimée à l'année 2030 à environ **7,43 Gg** de CH<sub>4</sub> correspondant à 156,03 Gg CO<sub>2eq</sub> (Figure 83).

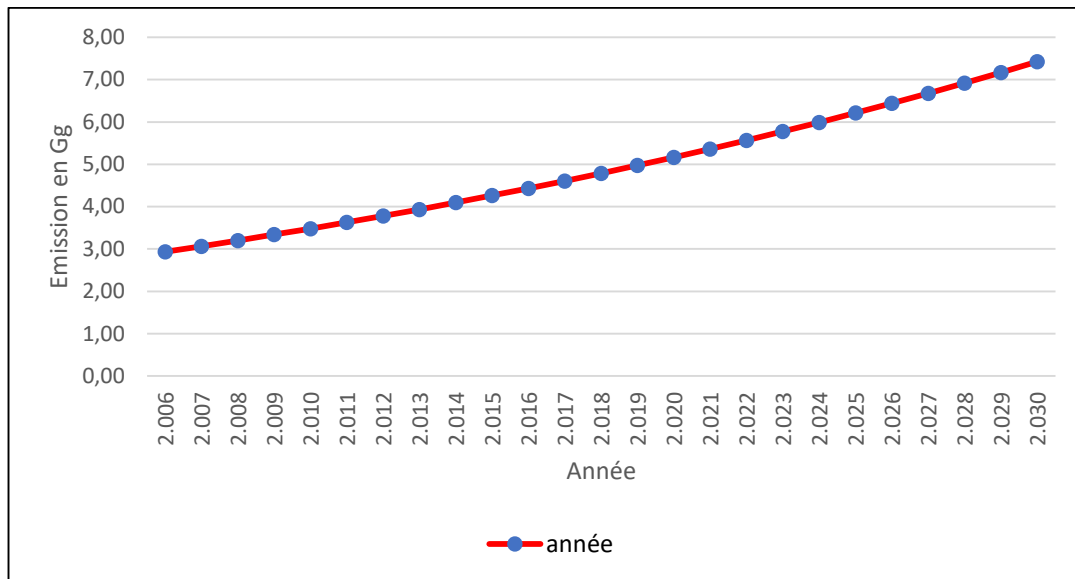


Figure 82: Evolution des émissions de méthane

#### - **Les émissions d'hémioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)**

Cette émission sera estimée en fonction de l'évolution de la population. Mis à part la valeur nationale de la consommation de protéine par habitant qui est de 1,2 kg/an (source : Direction Nationale de la Statistique) tous les autres paramètres utilisés dans la projection sont les valeurs par défaut de la méthodologie. Toutes ces valeurs seront supposées invariables durant la projection. L'évolution des émissions ne dépendra donc que de l'évolution de la population.

Les projections jusqu'à l'horizon de l'étude (2030) permettent de constater qu'il n'y aura aucune évolution des émissions de N<sub>2</sub>O par rapport à l'année de référence (2010). Ces émissions resteront donc insignifiantes, en giga grammes.

#### 4.3.2.3. Résultats du scénario d'atténuation

##### 4.3.2.3.1. Identification et description des options technologiques d'atténuation

Il a été choisi d'atténuer les émissions de méthane qui proviennent exclusivement du sous-secteur des déchets solides, en retenant des solutions techniques permettant une réduction à la source que sont l'incinération, le recyclage, le compostage et la valorisation énergétique intégrée.

#### ✓ **L'incinération**

L'incinération peut être opérée par combustion (dégradation sous l'effet de la température et en présence d'air) ou par pyrolyse (dégradation thermique en atmosphère exempte ou en déficit d'oxygène). Mais c'est essentiellement la technique de combustion, parfois partiellement associée à la pyrolyse, qui a été développée pour l'incinération des ordures ménagères.

La mise en place de cette technique requiert d'importants investissements. L'incinération nécessite, en conséquence, une valorisation de l'énergie produite par combustion ou fermentation afin d'arriver à des coûts de traitement raisonnable.

En vue de faire face à une probable pénurie d'eau potable suite à la surexploitation de la nappe alimentant la Capitale, les autorités concernées avaient envisagé, entre autres, de dessaler l'eau de mer. Le coût, actuellement prohibitif, de l'énergie nécessaire à la technique a amené les décideurs à ajourner ce projet. La viabilité de cette option dépend, à Djibouti, de la valorisation de l'énergie produite. La meilleure alternative est l'installation d'une usine de dessalement d'eau de mer. Cette décision relève de l'Office National des Eaux et de l'Assainissement de Djibouti.

Une concertation doit être menée avec cet organisme en vue de lancer une étude de faisabilité de ce projet (incinération + dessalement).

### ✓ **Le recyclage**

Les perspectives de création d'entreprises dans ce domaine demeurent importantes, bien qu'à Djibouti, ce sous-secteur reste marqué par :

- le recyclage et la récupération sont beaucoup moins développés que dans d'autres pays africains du fait de :
- L'absence d'industrie lourde utilisatrice de produits récupérés (verrerie, papeterie...), nécessitant des investissements coûteux, sans justification au regard du faible gisement local, limite le développement d'activités de récupération et de recyclage et "condamne" ce secteur à une relative marginalité ;
- Le recyclage/récupération, phénomène récent, est en nette progression et existe avant et après la collecte. Il fait l'objet d'une filière plus ou moins organisée (même si tous les circuits ne sont pas clairement identifiables) aussi bien dans le secteur formel des métaux non ferreux que dans celui plus informel du reste des déchets.

Une fraction de 10 % des déchets sont recyclés actuellement. Un objectif de 25 % à l'horizon 2030 (terme défini pour l'étude) pourra être atteint avec le soutien des pouvoirs publics par :

- La sensibilisation de la population à l'utilité de certains déchets ;
- L'incitation à l'amélioration du ramassage des ordures ménagères, par le tri à la source notamment ;
- Aide au montage d'ateliers de recyclage ;
- Organisation de réseaux de collecte ;

### ✓ **Le compostage**

Ce procédé est l'ensemble des opérations par lesquelles on obtient, à partir des ordures ménagères brutes, un produit appelé "compost" qui présente les caractéristiques de l'humus. Une étude d'expérimentation a été menée en 1995/1996. Deux bacs ont été installés au marché central : l'un pour les ordures ordinaires, l'autre pour les déchets de fruits et légumes à partir desquels un compost de très bonne qualité a été obtenu puis enrichi de boues de station d'épuration.

Ce produit a eu un écho favorable chez les agriculteurs (assez réticents au départ face à son origine). Par ailleurs, les essais agronomiques réalisés dans le cadre de l'étude susmentionnée ont montré que le compost constitue un fertilisant peu onéreux et néanmoins efficace pour l'amélioration de la qualité des sols et donc de la production agricole. Une petite unité traitant de 10% à 20% des déchets produits peut, dès l'année prochaine, être mise en place avant la

réalisation d'une unité de plus grande capacité (traitant 20 à 30% de la production) à l'horizon de l'étude. Les principaux avantages du compostage sont :

- La réduction de la mise en décharge ;
- La création d'emplois ;
- Le développement de l'agriculture et d'une "couverture verte" autour de la ville.

### ✓ Projet de Parc d'énergie Renouvelable

De création récente à Djibouti, CREC-DJB S.A.S est une nouvelle société qui prévoit l'installation d'un Parc des énergies renouvelables à partir des déchets ménagers d'une capacité de 40 MWh de Djibouti. Ce parc permettra la production d'énergie électrique et de plusieurs produits dérivés issu de la technologie de la pyrolyse.

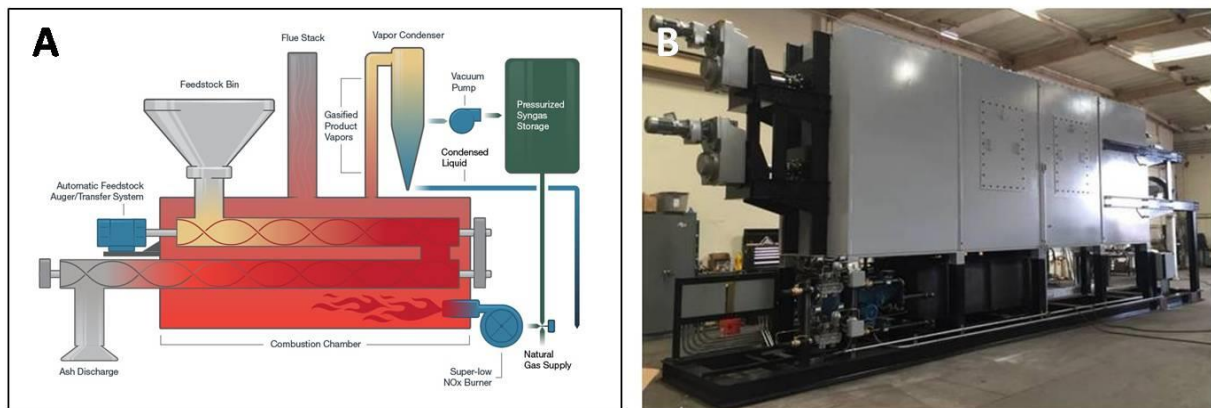


Figure 83 : technique de pyrolyse

Situé dans la localité de Damerjog, ce parc est constitué de quatre structures aux installations séparées :

- Une usine de traitement et de valorisation énergétique des déchets
- Une Clinique médicale du travail
- Un centre de formation professionnel
- Une petite raffinerie des produits issus du traitement thermique des déchets (ou pyrolyse)
- Le bloc des bâtiments annexes

#### 4.3.2.3.2. Hypothèses

La mise en place d'option d'atténuation, de par la réduction des quantités de déchets mises en décharge, a un impact direct sur les émissions de méthane. Les estimations ont été effectuées selon les hypothèses suivantes.

Les déchets nécessaires à la valorisation énergétique sont ceux biodégradables qui représentent environ 60 % des déchets mis en décharge, la durée de fonctionnement du Parc est fixée à dix (10) ans.

Il a été considéré de tenir compte :

- de l'approvisionnement local en matières premières (déchets urbain)
- de la demande importante en énergie électrique dans la localité concernée et au niveau de la capitale

#### 4.3.2.3.3.Évaluationdes émissions de méthane évitéespar les déchets urbains traités

Supposons que ce projet soit opérationnel pour l'année **2021**, il permettrait de traiter 123 372 tonnes de déchets par an, ce qui équivaut à 1 413 956 tonnes en 10 ans, durée de fonctionnement du projet. Il a été calculé qu'une tonne de déchets émettait **0,00136 Gg** équivalent CO<sub>2</sub>, ce traitement permettra de soustraire, chaque année jusqu'en 2030, 170 Gg équivalent CO<sub>2</sub> soit 1700 Gg équivalent CO<sub>2</sub>/an en 10 ans (Tableau 57).

Tableau 57 : Quantités de déchets traités par le projet et émissions de méthane évitées

Années	Quantité de déchets traités (Tonnes)	Méthane évité en éq.CO <sub>2</sub> (Gg)
2021	123372	173
2022	127073	178
2023	130885	183
2024	134811	189
2025	138856	195
2026	143021	200
2027	147312	206
2028	151371	213
2029	156283	219
2030	160972	1755
Total	1413956	173

#### 4.3.2.3.4. Impact de l'électricité produite à partir du parc d'énergie renouvelable

En supposant que l'usine va produire une puissance nominale de **42 MW** (soit **35 MW** pour la vente et **7 MW** pour son autonomie) ce qui supposera pour 24h de production une énergie équivalente de **60 000 MWh/an pour son autonomie et 300 000 MWh/an pour la vente**. Cette dernière production sera vendue à « Electricité de Djibouti (EDD) », société étatique qui détient le monopole de la production et de la vente de l'électricité en République de Djibouti.

Cette électricité mise en vente, qui a été produite à partir du traitement des déchets, permettra d'éviter de brûler du carburant (diesel) pour la produire. Aussi, il faudra comptabiliser l'équivalent CO<sub>2</sub> qui aurait été émis par sa production avec le système classique de l'EDD.

L'étude d'atténuation menée dans le secteur de l'énergie montre les chiffres suivants :

- pour produire 1 KWh il faut 220 g de fuel ou 4 g de gasoil ;
- 1 Gg de carburant (fuel ou gasoil) émet 0,003079 Gg équivalent CO<sub>2</sub>;

Bien qu'actuellement 60% de la production de l'Electricité est réalisée à partir de l'interconnexion avec l'Ethiopie, l'EDD continue aussi l'approvisionnement en Fuel pour compenser le 40% restant de la production de l'Electricité à Djibouti.

A supposer que l'EDD utilise le fuel pour produire la quantité d'électricité qu'elle a achetée, les résultats seront tels que le montre le tableau 58.

Tableau 58 : Les émissions de CO2 évitées (parc d'énergie renouvelable)

	Electricité produite en kWh	Consommation Diesel (en tonne)	Emission en éq.CO2 (en Gg) par tonne de diesel	Emissions évitées en Gg <sub>éq.</sub> CO2
<b>2021</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2022</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2023</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2024</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2025</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2026</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2027</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2028</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2029</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>2030</b>	300 000 000	66 000	0,003079	203
<b>Total</b>	<b>3 000 000 000</b>	<b>660 000</b>	<b>0,003079</b>	<b>2030</b>

Le projet, en vendant 300 000 MWh d'électricité par an à l'EDD, évitera à cette dernière d'émettre annuellement 203 Gg CO<sub>2eq</sub> soit 2030 Gg CO<sub>2eq</sub> en 10 ans.

#### 4.3.2.3.5. Evaluation quantitative des GES globalement évités dans le secteur des déchets

Après avoir évalué les émissions évitées avec le traitement des déchets et celles qui sont évitées avec la production d'électricité, les émissions totales de CO<sub>2</sub> que le projet a permis pourraient être calculées. Les résultats sont présentés dans le tableau 59.

Tableau 59: Les émissions de gaz à effet de serre évitées par le projet

année	Quantités de CO2 éq. évité avec le traitement des déchets (Gg)	Quantités de CO2 éq. évité par la production d'électricité (Gg)	Total évité en éq. Gg CO2
<b>2021</b>			
<b>2022</b>	173	203	376
<b>2023</b>	178	203	381
<b>2024</b>	183	203	386
<b>2025</b>	189	203	392
<b>2026</b>	195	203	398
<b>2027</b>	200	203	403
<b>2028</b>	206	203	409
<b>2029</b>	213	203	416
<b>2030</b>	219	203	422
<b>TOTAL</b>	1755	1827	3582

Avec le traitement des déchets par l'unité de production d'électricité, Djibouti aurait évité des émissions à hauteur de **1 755Gg CO<sub>2eq</sub>**. A cela, il faut ajouter **1827Gg CO<sub>2eq</sub>** qui correspondent à la quantité de GES qui aurait été émise si cette électricité avait été produite par le système classique.

A ce niveau, il faut rappeler qu'on fait l'hypothèse que la satisfaction des besoins actuels en électricité par le traitement des déchets se ferait par l'EDD dans les conditions actuelles d'exploitation des turbines Diesel. Au total, la mise en œuvre du projet permettra d'éviter l'émission de plus de **3 582Gg CO<sub>2</sub>eq**.

#### 4.3.2.4. Evaluation des impacts des mesures d'atténuation

##### 4.3.2.4.1. Impact en termes de réduction des émissions

Avec la mise en place des mesures de traitements et de la valorisation énergétique des déchets, Djibouti pourrait enregistrer des émissions nettes négatives estimées à 2248Gg CO<sub>2</sub>eq à l'horizon 2030. Ainsi ce secteur serait considéré comme un puits carbone en 2030 (Tableau 60 et Figure 85).

Tableau 60 : Les impacts du projet (Émissions nettes de CO<sub>2</sub>eq dans le secteur déchets (Gg)

Année	Émission CO <sub>2</sub> eq	Émissions évitées	Émissions nettes de CO <sub>2</sub> eq dans le secteur déchets (Gg)
	(Gg) Hors Projet	CO <sub>2</sub> eq (Gg) Avec Projet	
<b>2021</b>	113		113
<b>2022</b>	117	376	-259
<b>2023</b>	121	381	-260
<b>2024</b>	126	386	-261
<b>2025</b>	130	392	-261
<b>2026</b>	135	398	-262
<b>2027</b>	140	403	-263
<b>2028</b>	145	409	-264
<b>2029</b>	151	416	-265
<b>2030</b>	156	422	-266
<b>Total Emissions</b>	1335	3582	-2248

Les quantités totales de CO<sub>2</sub> émises dans le pays ne prennent pas en compte les émissions d'azote provenant de l'humus produit par le traitement des déchets. Mais, compte tenu du fait que cet azote est un fertilisant et qu'il permet la production de végétation qui va capter du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère, on peut soustraire son équivalent en CO<sub>2</sub> des émissions de la situation sans projet et de ce fait augmenter les capacités du projet à renforcer les puits de CO<sub>2</sub> du projet. Mais il faut souligner que cela n'enlève en rien le fait que le projet reste bénéfique pour l'environnement par la seule production d'électricité. D'autre part, il y a un effet de substitution car des fertilisants chimiques auraient été utilisés si ceux du projet n'avaient pas été disponibles pour l'agriculture.



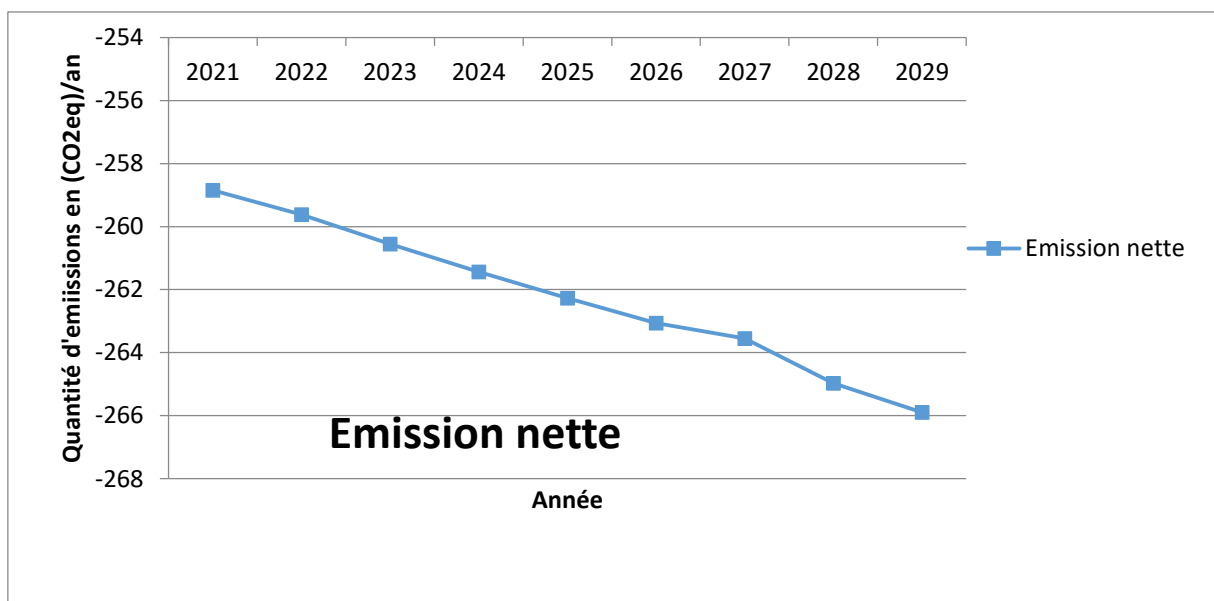
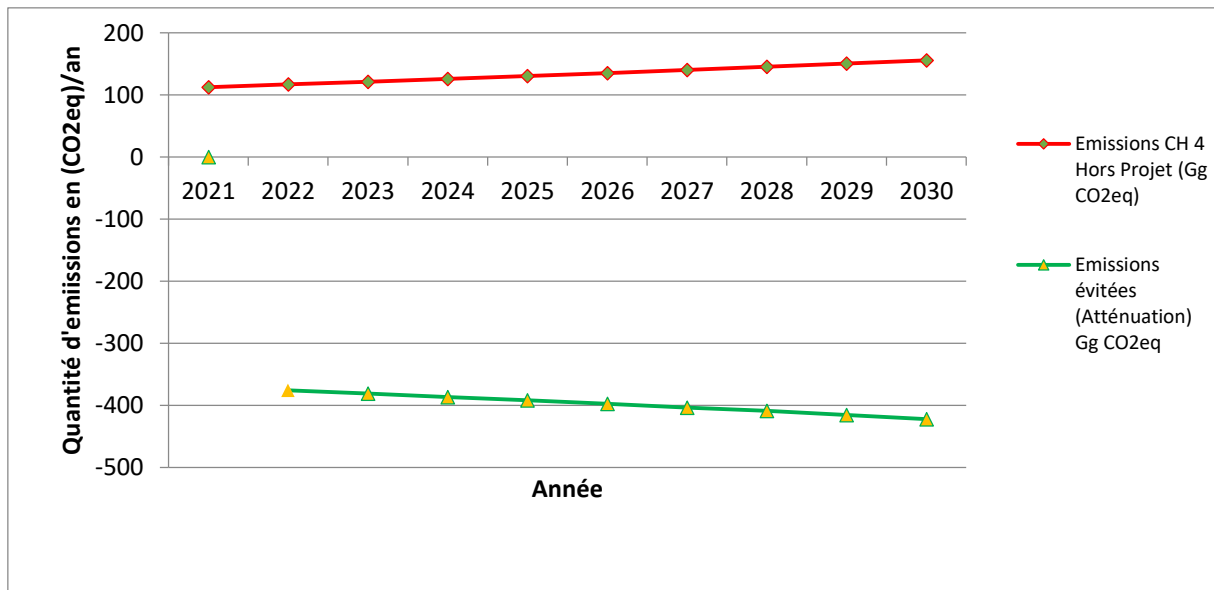


Figure 844 : Évolution des émissions projetées et émissions évitées à l'horizon 2030

#### 4.3.2.4.2. Impacts environnementaux

Par sa nature même, le projet a un impact positif sur l'environnement. Sa mise en œuvre permettra d'alléger le tonnage de déchets mis en décharge et donc diminuera les émissions des GES. Les études de la collecte et du traitement des déchets solides de la Ville de Djibouti permettent, par ailleurs, de constater que la grande décharge de la Capitale est à la limite de la saturation, et qu'il y aurait une nécessité absolue de rechercher un nouveau site.

Le projet fonctionne comme une décharge supplémentaire de la Ville qui permettra d'allonger la durée de vie de celle existante. Si en outre, le projet bénéficiait de l'extension requise la grande décharge pourra, à terme, être fermée. Précisons que cette fermeture est prévue par le Schéma Directeur d'Urbanisme et d'Aménagement pour l'extension urbaine. Sur un autre plan, la production électrique du projet aura comme conséquence de réduire le déficit actuel du réseau de distribution de l'électricité de Djibouti. Cette part d'électricité produite à partir du traitement des déchets permettra d'éviter les émissions de gaz qui auraient été générées si cette quantité d'électricité devait être produite avec le système actuel de la société Electricité de Djibouti.

Le projet, par son implantation, permettra une destruction à grande échelle des déchets urbains, améliorant ainsi la qualité de l'air dans la ville. Cette destruction aura comme conséquence aussi l'amélioration du cadre de vie des populations grâce à la disparition partielle ou totale des dépôts d'ordures sauvages.

#### 4.3.2.4.3. Avantages économiques

Le Parc d'Énergie renouvelable (PER) aura des avantages sociaux et économiques substantiels pour la République de Djibouti. Le premier avantage économique est le prix de vente de l'électricité à l'EDD. Le prix de vente de la société CREC-DJB WtE S.A.S est nettement concurrentiel par rapport à d'autres fournisseurs notamment l'énergie hydroélectrique de l'Éthiopie. La fourniture d'une production supplémentaire d'électricité permettra au Gouvernement de répondre à la forte demande d'énergie en constante croissance et d'attirer plus d'entreprises, ce qui contribuera à la croissance de l'économie du pays.

Le PER emploiera des centaines de Djiboutiens, offrant de solides possibilités d'emplois qualifiants avec de nombreux avantages sociaux. Le PER fournira également des emplois auxiliaires ou indirects à la communauté, car le projet PER prévoit, en collaboration avec l'OVD, de recruter une main-d'œuvre spécialisée pour améliorer la collecte des déchets dans tout le pays.

Cette production d'électricité permettra, comme on l'a évoqué plus haut, d'éviter des émissions qui allaient provenir de la production de cette même quantité d'électricité par le procédé thermique actuel en vigueur.

#### 4.3.2.4.4. Contribution à la satisfaction des besoins en eau et électricité

L'eau, élément vital, représente un bien d'autant plus précieux qu'il est rare, ce qui est le cas en République de Djibouti où l'aspect extrême du profil géoclimatique entraîne un faible débit pluviométrique, à l'origine de l'absence de ressources superficielles pérennes et du lent renouvellement des nappes. Or, la population continue de croître à un taux naturel de 3% et se concentre à hauteur de 65% dans la capitale, engendrant ainsi une augmentation de la

demande en eau qui se traduit par de fortes pressions sur des ressources faiblement disponibles.

La production de l'usine de dessalement d'eau de mer permettra de satisfaire, en partie, les besoins croissants de la population de la Ville de Djibouti. Par ailleurs, l'électricité produite à partir du traitement des déchets urbains contribuera à la satisfaction des besoins en énergie puisqu'en République de Djibouti la demande nationale en électricité n'est satisfaite qu'à hauteur de 72%.

#### ✓ **Développement de l'agriculture péri-urbaine**

Les divers effets d'une application de compost sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol et sur l'absorption par les plantes des éléments nutritifs se traduisent le plus souvent de façon globale sur la plante par une meilleure croissance et une augmentation de rendement par rapport à celle n'ayant reçue aucun apport. Par conséquent, le compost, issu du traitement des déchets urbains, pourra être porteur d'espoir pour le développement de l'agriculture en République de Djibouti.

#### *4.3.2.4.5. Amélioration de la santé des populations*

L'élimination des déchets permettra d'améliorer la santé des populations. En effet, les déchets et ordures ménagères non traités et éliminés de façon inadéquate sont sources de nuisances olfactives, esthétiques et d'insalubrité. Les déchets attirent nombre d'insectes, de rongeurs et animaux errants pouvant être vecteurs de maladies (ces déchets ainsi contaminés peuvent contenir des germes pathogènes et des parasites nocifs pour l'être humain).

Par ailleurs, le parc sera doté d'une clinique de médecine du travail moderne composé de trois salles (Figure 84). Hautement équipé et dirigé par des cadres médicaux, cette unité permettra aux employés de bénéficier des soins d'urgence notamment des traitements médicaux en cas de maladie ou blessures mineure survenue pendant le travail. Il convient de souligner que la population locale aura la possibilité de bénéficier des soins préventifs de la clinique.



Figure 855 : Clinique médicale et centre de formation

## **Section C: Autres informations jugées utiles pour atteindre l'objet de la convention**

---

## **Chapitre 5 : Besoins en transferts de technologies, en recherche et observation systémique, en renforcement des capacités**

---

### 5.1. Besoins en transferts de technologies

Dans ce domaine, l'élaboration de la TCN est conduite en parallèle et s'aligne parfaitement avec la mise en œuvre du projet d'évaluation des besoins en technologies (EBT3) lancé depuis 2018 avec une coordination assurée par la Direction de l'Environnement et du Développement Durable. Ledit projet étant une composante du programme Poznań du mécanisme technologique de la CNUCCC a permis d'identifier et de prioriser les besoins en technologies au niveau des secteurs priorités que l'agriculture, les ressources en eau , les zones côtières, l'énergie et les transports.

En plus des besoins déjà indiqués dans le cadre du projet EBT3, les séries de consultations entretenues et revue analytique effectuée ont permis d'identifier des besoins importants à considérer pour l'atteinte des mesures d'adaptation et d'atténuation proposées. Le tableau 61 présente une synthèse des besoins en transfert de technologie.

Tableau 61 : Synthèse des besoins en transfert de technologie

Secteur	Besoin en transfert de technologie	Aperçu	Besoin en transfert de technologie	Aperçu
<b>Energie</b>	Interconnexion et importation d'énergie électrique à partir de l'Éthiopie	Capacité existante : ligne de 74MW fonctionnelle depuis 2011 avec importation annuelle de 350 GWh qui permet d'éviter les émissions de 183 Gg de CO2 annuellement Deuxième ligne en cours d'étude	Développement de l'énergie solaire : - Centrales solaires connectées au réseau - Toiture solaire PV	Avec un ensoleillement de l'ordre de 5.4 kWh/m2/jour, le déploiement d'une puissance de 30 MW permettrait de répondre aux besoins du réseau électrique à l'horizon 2035 et réduirait les émissions de 28 000 Tonne CO2/année
	Géothermie haute enthalpie et géothermie binaire	Les réservoirs géothermiques (profondeur de 2000 à 3000m) identifiés par les explorations géothermiques à Djibouti se prêtent plutôt à l'utilisation des centrales géothermiques binaires. En raison de leur grande disponibilité annuelle (taux de 98%), une centrale géothermique permettrait de réduire d'environ 4347 Tonne de CO2 pour chaque MW de puissance.	Développement de l'énergie éolienne	Projet de construction d'une centrale éolienne au Ghoubb et d'une capacité de 60 MW. Le projet va entrer en fonction à la fin de l'année 2021. Ce projet va injecter l'énergie produite dans le réseau électrique nationale. Avec un facteur de charge de 40 %, ce projet permettra d'éviter les émissions de 110 Gg annuellement.
	Secteur résidentiel et tertiaire (Lampes LED)	Potentiel de substitution de lampes Néon de 40W au niveau de l'administration publique	Secteur résidentiel et tertiaire : Amélioration du confort thermique des locaux	Pour réduire la demande énergétique de climatisation (environ 70%), les options potentielles tournent autour de la conception architecturale des locaux, le choix des matériaux de construction
<b>Transport</b>	Développement de nouveaux types de transport en commun	BRT : transport en commun rapide par bus (BRT) est un système de transport en commun de haute qualité basé sur un bus et est une solution très intéressante aux problèmes d'engorgement des routes urbaines de la ville de Djibouti. Toujours au stade d'étude, la mise en place du BRT nécessitera un réaménagement des voies urbaines.	transport maritime côtier par ferry rapide	C'est une technologie de transport surtout pour desservir les villes côtières (Tadjourah et Obock)

		Tramway : Non encore existant dans le pays mais pourrait contribuer à la mobilité et à la réduction des émissions dans le secteur des transports		
<b>Déchets</b>	Incinération des déchets	La mise en place de cette technique requiert d'importants investissements. L'incinération nécessite, en conséquence, une valorisation de l'énergie produite par combustion ou fermentation afin d'arriver à des coûts de traitement raisonnable.	Recyclage	Le taux de recyclage situé à 10% est prévu d'évoluer jusqu'à 25% à l'horizon 2030 et devrait contribuer à la création d'emplois verts et une diminution du tonnage mis en recyclage.
	Compostage	Le compost produit contribue à la fertilité des sols agricoles et à la gestion des déchets (diminution de la mise en décharge)		
<b>Agriculture</b>	Pompage solaire	Le système d'exhaure solaire (forage) peut s'utiliser avec batterie (stockage de l'énergie) ou sans batterie (au fil du soleil).	Cultures fourragères irriguées	(i) les graminées ( <i>Chloris gayana</i> , <i>Sporobolus helvolus</i> , <i>Andropogon gayanus</i> , <i>Sorghum sudanense</i> , etc.); (ii) les légumineuses ( <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Cajanus cajan</i> , <i>Macroptilium atropurpureum</i> sans oublier les arbustes locaux tels que <i>Acacia erhenbergiana</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia tortilis</i> )
	Mobilisation des eaux de ruissellement	Pouvant aller du traitement des petites ravines au barrage de rétention d'eau en passant par les seuils au niveau des oueds. Ces eaux mobilisées pourront d'une part contribuer à l'amélioration du couvert végétal, à la recharge des nappes souterraines, à la conduite d'une agriculture.		
<b>Zones côtières</b>	Ouvrages de protection (digue d'Ambouli, Barrage de Ouéa,	Rehausser la digue d'Ambouli et aménagement spatial adéquat et adapté de la ville et un mur de protection	barrages en amont de deux bassins versants : Badoli et Tikiblou	Pour la ville de Tadjourah, les crues torrentielles qui traversent la ville constituent la principale menace pour les populations installées sur les berges des oueds.

## 5.2. Recherche et observation systématique

En matière d'observation climatique, Djibouti à travers le Ministère en charge de l'environnement a lancé, dans le cadre d'un projet d'adaptation, une étude sur les modélisations climatiques et l'analyse de l'impact pour les projections du changement climatique pour les températures, les précipitations et l'élévation du niveau de la mer, pour 2030 et 2050. Les projections devraient être faites pour Djibouti, puis reportées pour les deux régions d'intervention du projet. A partir du modèle mondial voire régional, déterminer l'augmentation de la température, du niveau de la mer et la tendance des précipitations à l'horizon 2030, 2050 et 2100. Cette étude entreprise par un cabinet international avec l'appui des institutions nationales est en cours et sera finalisée si possible à la fin de l'année 2021.



## Chapitre 6 : Difficultés et lacunes relevées et ressources financières, moyens techniques et capacités nécessaires pour y remédier

Pour atteindre le potentiel d'adaptation et d'atténuation des options et solutions technologies identifiées, il est nécessaire d'identifier les contraintes majeures (Tableau 62) pouvant être d'ordre institutionnel, politique, financière et sociale ou culturelle.

### 6.1. Information sur les obstacles à la mise en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation identifiées

Tableau 62 : Obstacles majeurs

	Agriculture	Ressources en eau	Zones côtières	Energie	Transport	Déchets
<b>Contraintes politico-institutionnelles et organisationnelles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- insuffisance d'encadrement rapproché</li> <li>- indisponibilité des semences adaptées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inexistence d'un système de gestion des ouvrages hydrauliques et d'assainissement centralisé pour le milieu rural et urbain permettant une réponse rapide commune et concertée pour la ressource en eau.</li> <li>- Manque des personnels qualifiés des services hydrauliques</li> </ul>			l'offre des bus et des minibus est inférieure à la demande aux heures de pointe pendant la période scolaire	Déficiences organisationnelles du service Existence de dépôts incontrôlés due à l'indigence du cadre réglementaire
<b>Contraintes financières et économiques</b>	Baisse tendancielle du budget national alloué au secteur ( de 6,4% en 2019 à 3,9% en 2021)		Dépendance forte aux financements des bailleurs extérieurs			Absence d'autonomie budgétaire Insuffisance du produit de la taxe d'enlèvement des ordures ménagères

<p><b>Contraintes techniques</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressources humaines qualifiées limitées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les réseaux hydrographiques sont bien développés, mais ses caractéristiques ne sont pas assez documentées.</li> <li>- Les manques des données continues et complètes auxquelles s'ajoutent les variabilités des extrêmes des évènements pluvieux constituent une entrave aux études de prévision des inondations</li> <li>- Le manque des études de préfaisabilité démontrant clairement l'adéquation de choix d'une telle technologie est une difficulté qui empêche les décideurs politiques d'une prise des décisions judicieuses dans la mise en place des projets d'adaptation permettant des résultats satisfaisants sur le long et court terme.</li> </ul>	<p>Données et connaissances limitées sur les aléas climatiques et évènements extrêmes</p>		
<p><b>Sociales et culturelles</b></p>					<p>Méconnaissance du compost</p>

## 6.2. Information sur les besoins sectoriels en termes de ressources financiers, techniques et en termes de capacités humaines

A partir de l'évaluation des contraintes, les besoins sectoriels en termes de ressources financières, techniques, de mesures économiques, de renforcement des capacités, etc. sont indentifiées (Tableaux 63 et 64).

En plus, le tableau 65 présente les besoins spécifiques aux différentes sections de la TCN (Circonstances nationales, IGES, mesures d'atténuation et d'adaptation). L'identification de ces besoins permet de mieux préparer et ainsi conduire le processus d'élaboration de la Quatrième Communication Nationale (QCN) et du premier rapport biennal actualisé du Djibouti (BUR1/RBA1).

Tableau 63 : Besoins financiers, techniques et en terme de capacités humaines

Agriculture	Ressources en eau	Zones côtières	Energie	Transport	Déchets
<p>i) services de vulgarisation agricole L'appui technique en faveur des producteurs étant indispensable. filières de formations professionnelles dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage et de l'irrigation soit au niveau des centres de formation professionnelle ou de façon ponctuelle par le ministère en charge de l'agriculture et de l'élevage</p> <p>ii) Disposer de semences de qualité avec la création d'une unité de recherche agricole en production des semences adaptées aux conditions agro-climatiques du pays</p> <p>iii) Création d'un centre de formation agricole dans chaque région, avec tous les moyens nécessaires</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation du personnel de l'ONEAD, de l'hydraulique rurale pour améliorer la gestion de la ressource en eau.</li> <li>- Mise en place d'un réseau national de la météorologie des piézomètres, des pluviomètres et station automatique pour une évaluation de l'impact du changement sur la ressource en eau.</li> <li>- Mise en place d'une base des données sur la ressource en eau régulièrement mise à jour</li> <li>- Mis en place d'une cellule de coordination (santé climat)</li> <li>- Formation du personnel dans les zones urbaines et rurale pour améliorer la gestion des ressources en eaux</li> <li>- Étude systématique de la recherche de l'eau avec le CERD. Étude hydrogéologique préliminaire pour la recherche des zones propices à la création des points d'eau.</li> <li>- Création d'un service de communication pour la sensibilisation des populations sur l'utilisation de l'eau et la protection de l'environnement</li> <li>- Mise en place de cellules de coordination des données statistiques pour l'évaluation des impacts indirects des événements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- création d'un observatoire sur le climat pour Améliorer les connaissances sur le climat et les événements extrêmes</li> <li>- Promotion du reboisement pour protéger les cultures contre les vents forts et l'ensablement, stopper l'avancée de la désertification</li> <li>- vice spécialisé pour l'intervention post-inondation, avec des personnes formées et qualifiées ainsi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en place de mesures incitatives (notamment fiscales) pour favoriser le développement de lampes LED, et l'importation de produits d'isolation</li> <li>- Développement des énergies renouvelables, solaire, éolienne, géothermie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration du réseau routier,</li> <li>- Le développement des nouveaux types (BRT, Tramway) nécessite un besoin d'investissements très importants</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financement des études nécessaires à la réalisation du projet de valorisation énergétique des déchets ;</li> <li>- Financement des moyens de renforcement du service de collecte : achat du matériel roulant et des pièces de rechange, achat de bacs et conteneurs à déchets ;</li> <li>- Construction d'une nouvelle décharge moderne</li> </ul>

	extrêmes (Paludisme, Choléra, invasion des insectes)	que des équipements adéquats			
--	--	------------------------------	--	--	--

### 6.3. Besoins sur les aspects institutionnels et réglementaires

Tableau 64 : Besoins sur les aspects institutionnels et réglementaires

Agriculture	Ressources en eau	Zones côtières	Energie	Transport	Déchets
	Disposer d'un secrétariat exécutif de gestion de risque et de catastrophes fonctionnel : Le fonds d'intervention d'urgence <sup>40</sup> mis en place par voie réglementaire doit pouvoir financer le redémarrage des activités post-crués doit être fonctionnel.		Mise en place d'outil réglementaire pour l'efficacité énergétique et en particulier un code thermique de construction		Adoption d'une loi sur l'élimination des déchets et la récupération des matériaux pour fixer le cadre législatif ; Revue de certains textes dont le décret du 7 mars 1940 portant réglementation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, et l'arrêté 192 du 1er mars 1943 portant classement des établissements dangereux et insalubres qui établissent leur classement en différentes catégories au regard de l'importance de leur impact sur l'environnement. Cela afin de renforcer les prescriptions techniques applicables en matière d'exploitation et de contrôle relatives notamment aux décharges contrôlées de résidus urbains et à l'évacuation et au traitement de ces résidus ; Mise en place d'arrêtés municipaux afin de régler les conditions de la collecte des ordures ménagères notamment en ce qui concerne la fréquence et les modalités pour les voies non desservies actuellement par le service de collecte, en fixant : Le mode de collecte : porte à porte et/ou mise à disposition du public d'un ou plusieurs lieux de réception aménagés ; Le nombre de tournées par semaine Les horaires de ramassage

<sup>40</sup> : loi n°140/AN/06/5ème L du 11 mars 2006 portant politique nationale de gestion des risques et des catastrophes

Tableau 65 : Évaluation des besoins spécifiques aux sections de la TCN

composantes de la CN	Besoins financiers (US \$)	Besoins techniques	Besoins en terme de capacités humaines	Besoins institutionnels
<b>Informations sur la situation nationale (circonstances nationales) et les dispositifs institutionnels relatifs à l'établissement en continu des CN</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduire étude vulnérabilité au changement climatique sur la santé.</li> <li>-</li> <li>- Conduire étude impact changement climatique sur la migration interne (exode rural)</li> </ul>	Renforcer les capacités des professionnels du secteur de la communication sur le changement climatique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Renforcer le rôle de la société civile dans tout le processus</li> <li>-</li> </ul>
<b>Inventaire national des émissions anthropiques de GES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place un financement pérenne pour la gestion des données environnementales et climatiques (et autres secteurs)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place/renforcer un système d'informations environnementales et climatiques</li> <li>- Doter en équipements et logiciels les départements sectoriels pour la conduite de meilleurs inventaires ainsi que la qualité de l'air et de l'eau</li> <li>- Conduire une étude détaillée sur la consommation énergétique par sous-catégorie (notamment secteur transport) afin de réaliser des inventaires plus détaillés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Former les cadres des départements sectoriels sur les inventaires</li> <li>- Intégrer le changement climatique dans les cursus et manuels scolaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place une réglementation sur le partage des données entre institutions</li> </ul>
<b>Informations sur les mesures d'atténuation et leurs effets, y compris les méthodes et hypothèses correspondantes</b>	Mobiliser des financements pour la réalisation des études d'atténuation et d'évaluation des coûts d'atténuation		Intégrer le changement climatique dans les cursus et manuels scolaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place une réglementation sur les émissions des véhicules au niveau national (contrôle technique)</li> <li>- Améliorer la gestion des déchets</li> <li>- Intégrer le changement climatique dans les plans de développement sectoriels</li> </ul>
<b>Informations sur la vulnérabilité et l'adaptation</b>	Mobiliser des financements pour la réalisation des études d'adaptation et d'évaluation des coûts d'adaptation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conduire étude vulnérabilité au changement climatique sur la santé.</li> <li>- Conduire étude impact changement climatique sur la migration interne (exode rural)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intégrer le changement climatique dans les plans de développement sectoriels</li> </ul>

Tableau 66 : Identification de l'appui reçu pour la mise en œuvre des activités liées aux changements climatiques

Titre du projet	Ciblage du projet (atténuation, adaptation, intersectorielle, autre)	Secteur couvert	Type de moyen de mise en œuvre (Financier/technique, etc.)	Période d'exécution	Source montant l'appui	et de	Coordination nationale (MEDD, etc.)
Projet ADIL	Adaptation	Env/CC	Financier	2020-en crs	UE (12 millions euro)		CR/SED
LDCF1,2,3,4	Adaptation	Env/CC	Financier	2011-2021	GEF (23 millions \$)		MEDD
Projet bara	Adaptation	Env/CC	Financier	2011-2014	AF		MEDD
Projet Cheikhetti	Adaptation/LD	Env/CC	Financier	2020-2025	GEF(3 millions)		MEDD
CCM	Atténuation	Env/CC	Financier	2019-2021	GEF (8 cent milles \$)		MEDD
Observatoire national – Satellite	autre	Climat	Financier	En cours	--		CERD
Efficacité énergétique	Atténuation	CC	Financier	En cours	--		ADME
Projet pilote construction d'un bâtiment bioclimatique à Douba	Adaptation/Atténuation	Energie/agric	Financier	En phase finale	UE (250 milles euro)		MEDD/ADME
SATRPES	Adaptation	Agriculture	Financier/Technique /recherche	En cours	JICA (3 millions \$)		UD
DRSLPII	Adaptation	Agriculture	Financier	En cours	BAD/6,6 ME)		MAEPE RH

## 6.4.Éducation, sensibilisation et formation aux changements climatiques

Dans l'optique de l'opérationnalisation des orientations et objectifs stratégiques de lutte contre les changements climatiques (CDN, PANA, etc.) et de développement économique (Vision Djibouti 2035), l'éducation, la sensibilisation et la formation de la population sur les questions et les enjeux des changements climatiques, restent déterminant à l'émergence d'un citoyen responsable participant pleinement au développement durable de son pays.

Conformément à l'Article 6 de la CNUCCC relatif globalement aux efforts d'éducation, de sensibilisation et communication, force est de constater que le gouvernement djiboutien et les acteurs internationaux n'ont cessé d'initier des réformes et de mettre en œuvre des actions précises malgré les contraintes multiformes toujours pendantes.

### **6.4.1. Les programmes d'éducation aux changements climatiques**

Au niveau scolaire et universitaire, la consultation a permis de relever quelques efforts encourageants, déployés ces dernières années notamment au niveau des Ministères de l'Éducation et de la Formation Professionnelle, et celui de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche en matière d'éducation, de sensibilisation et de formation à l'environnement. Les enjeux et les défis des changements climatiques sont à renforcer même si ces dimensions ne s'affichent pas de manière assez forte dans le schéma directeur et le dernier plan d'actions de l'éducation 2017/2020.

Selon les responsables du CRIPEN (Centre de Recherche, d'Information et de Production de l'Éducation Nationale), la révision des programmes en cours du préscolaire à la 9<sup>ème</sup> année de l'enseignement fondamental depuis septembre 2019 va permettre le renforcement de la problématique de l'environnement avec une attention particulière à l'éducation environnementale en général et plus particulièrement aux changements climatiques. Cette révision concerne notamment le renforcement des TIC dans les enseignements et le développement des compétences de vie.

Grâce à l'introduction des TIC et des compétences de vie dans les programmes scolaires (qui met un accent particulier sur le savoir être), la sensibilisation à la dimension environnementale et la question relative aux changements climatiques seront renforcées et diversifiées avec une portée plus large ciblant les jeunes tant en milieu scolaire qu'en dehors de l'école à travers notamment les canaux de communication du CRIPEN, la publication et la diffusion de nombreux supports sous forme papier et ou numériques multiformes sur les thématiques en lien avec le changement climatique.

Au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche, des programmes de licence et de masters permettent aux étudiants de se perfectionner en gestion des risques et des catastrophes avec un volet relatif aux changements climatiques. Par ailleurs, les maquettes de formation pour le master en chimie environnementale sont rédigées sur les aspects de l'environnement et la problématique de l'eau mais par manque et/ou insuffisance des équipements d'expérimentation, ce master n'est pas encore d'actualité. La faculté des sciences dispose d'une équipe pédagogique en nombre suffisant, soit une quinzaine des docteurs. Cependant, il faut un laboratoire suffisamment équipé en produits chimiques, matériels d'expérimentations et des outils d'analyse scientifiques donc un minimum de matériels, pour envisager l'ouverture du master. De même, le master sur les énergies renouvelables va être ouvert au sein de l'Institut Universitaire de Technologie Industrielle.

#### 6.4.2. Les programmes d’alphabétisation et les défis des changements climatiques

En collaboration avec le avec le Ministère de l’éducation Nationale et de la Formation Professionnelle (MENFOP) et d’ONG, le Ministère de la femme et de la Famille (MFF) pourrait entrevoir la révision des outils et programmes de campagnes d’alphabétisation des jeunes et femmes en intégrant des contenus en lien avec les changements climatiques. Un certain nombre des thèmes tels que l’énergie, la sécurité alimentaire, l’eau, la question de genre sont des sujets qui permettent d’associer les femmes aux actions de prévention et de lutte contre les effets néfastes des Changements climatiques. Elles pourront ainsi développer et acquérir des connaissances, des techniques agricoles en matière de culture maraichère et fruitière, réalisation de compost, système d’irrigation rationnelle de l’eau, de conception des foyers améliorés pour la cuisson des aliments et voir même développer un savoir-faire dans le domaine de suivi et d’entretien des infrastructures solaires (pompe et panneaux solaires etc.).

#### 6.4.3. Les programmes de sensibilisation, de formation et de renforcement des capacités aux changements climatiques

Parallèlement à l’éducation environnementale au niveau scolaire et universitaire, la formation et la sensibilisation sur les conséquences et les impacts des changements climatiques notamment la diminution continue des ressources naturelles telles que l’eau, la dégradation des ressources végétales et des sols, la pression sur les écosystèmes forestiers et marins de même que l’accès aux ressources énergétiques à moindres coûts constituent des domaines importants sur lesquels peuvent être construits et mis en œuvre des programmes de sensibilisation, de formation et de renforcement des capacités de la population. En sus, des programmes de sensibilisation sur des secteurs clés comme les déchets peuvent être proposés (Encadré n°3).

##### ✓ Programmes de sensibilisation et de formation scolaire

Pour la réussite de toutes ces campagnes de sensibilisation, l’inspection de vie scolaire devrait solliciter la collaboration des points focaux, spécialistes des questions environnementales et des changements climatiques, des ministères sectoriels et des organes concernés.

Cette approche qui vise à dynamiser les clubs scolaires est intéressante car elle encourage l’éducation par les pairs et privilégie le dialogue entre les jeunes. Il s’agira de privilégier le dialogue et la communication par les pairs en vue d’encourager l’adoption des comportements positifs et de développer une culture des changements climatiques au sein de la société djiboutienne. Concernant les élèves en dehors de l’école, en plus des émissions radiophoniques de la radio scolaire éducative, un partenariat pourrait être conclu avec le Secrétariat d’Etat à la Jeunesse et aux Sports afin de mettre à profit les infrastructures de développement communautaires (CDC) et exploiter également le forum des jeunes impulser au plus haut niveau de l’Etat.

##### ✓ Programmes de sensibilisation et de formation en milieu universitaire

Le volet sensibilisation/information a été insuffisant, discontinu dans le temps, se limitant à quelques actions ponctuelles et parfois sans suite. Il a recommandé plutôt de porter les efforts sur la coordination et le suivi des actions engagées. Ce qui nécessite la désignation d’un point focal sur ce sujet au sein de l’Université de Djibouti. Ces étudiants dans le domaine des Changements climatiques seront aussi amenés à participer aux ateliers et ou conférences qui



seront organisés dans le pays par les ministères sectoriels impliqués à la problématique environnementale en général et en particulier aux questions des changements climatiques.

Selon le directeur du Centre de la Formation Continue (CFC) de l'UD, la maquette des formations en vigueur ne prend pas vraiment en compte la dimension des changements climatiques. Toutefois, il a été souligné qu'à l'avenir les offres du Centre de Formation Continue seront beaucoup plus ciblées pour prendre en compte les enjeux et les défis des changements climatiques au niveau national, régional et international.

Quant au volet sensibilisation, le CFEEF (Centre de Formation des Enseignants de l'Enseignement Fondamental) est disposé aussi à abriter des conférences sur les questions des changements climatiques pour informer et sensibiliser les acteurs du système éducatif djiboutien sur les enjeux et défis climatiques à Djibouti et au niveau international. Dans cette perspective, Il sera recherché le partenariat avec les centres nationaux et internationaux de recherche et d'innovation sur la résilience aux problématiques environnementales majeures telles que les changements climatiques, la désertification et le développement durable etc.

### *Encadré 3 : Programme de sensibilisation sur les déchets (Ofleh, 2021)*

Selon **Dr Bouh Houssein Ofleh** (consultant national sur les déchets pour la TCN), il serait impératif dans le domaine du secteur des déchets, de conduire une campagne de sensibilisation de la population cible impliquant diverses institutions publiques, semi-publiques et privées ainsi que les médias. Ledit programme de sensibilisation pourra être le suivant :

- Préparer et stimuler la population locale pour la participation au choix de l'emplacement des conteneurs, des routes, des circuits de collecte, etc.
- Former des comités de points de collecte en concertation avec les chefs traditionnels et l'administration de chacune des zones concernées ;
- Rechercher et/ou produire le matériel didactique nécessaire à la sensibilisation de la population ;
- Etablir et mettre en opération des programmes de formation/sensibilisation s'adressant à chacun des groupes suivants, pour chaque zone : les comités de collecte, les comités de gestion, les jeunes et les professeurs des écoles, les associations des parents d'élèves, les associations des femmes, les chefs traditionnels, etc....

Source : Ofleh, B. H. (2021). Etudes d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre : Secteur des déchets. Troisième Communication Nationale de la République de Djibouti. 57 p.

### ✓ **Renforcement des capacités au niveau communautaire**

Des programmes de renforcement des infrastructures hydrauliques, de sécurisation des périmètres agricoles, de reboisement et de la promotion des cultures des palmiers dattiers sont mis en œuvre avec un volet très important axé sur l'amélioration des connaissances et compétences des bénéficiaires surtout en milieu rural. C'est le cas par exemple des projets mis en œuvre par le Ministère de l'environnement dans les zones rurales pour la réduction de la vulnérabilité au changement climatique des communautés des deux régions montagneuses (Adailou et Assamo) ainsi que dans les localités de Khor Hangar, Petit et Grand Bara pour la sécurisation et la mobilisation des ressources en eau, le développement des périmètres agropastoraux et le programme de reboisement. En outre, un laboratoire de biotechnologie a

été créé au sein du CERD et produit aujourd'hui sur place les vitro plants nécessaires à la culture des palmiers dattiers sur l'ensemble du pays.

Par ailleurs, le MENFOP a déjà anticipé sur la problématique de prévention des risques et des catastrophes dans son Plan d'Action de l'Education (PAE) 2017/2020, puisqu'il y est inscrit la formation d'une équipe à la lutte contre les situations d'urgence en se rapprochant davantage du Secrétariat Exécutif à la Gestion des Risques et désastres, au sein du Ministère de l'Intérieur. Même si cette initiative est encourageante, la lutte contre les changements climatiques doit être renforcée dans les documents de pilotage du secteur de l'éducation notamment la loi d'Orientation, le Schéma Directeur et les plans d'actions futurs.

Au niveau de l'enseignement supérieur, il a été mis en place un master en gestion des risques et des catastrophes offerts aux étudiants titulaires d'une licence de géographie et aménagement du territoire. Le secrétariat exécutif de gestion de risque pourrait recruter les étudiants titulaires de ce master qui disposent des compétences requises dans la gestion des risques et de désastres.

#### ✓ **Contribution des organisations de la société civile et des ONG**

Il en existe des associations et des ONGs œuvrant dans le domaine de l'environnement globalement avec des thématiques spécifiques par exemple :

- l'Association d'utilité publique EVA (Ecologie du Village Association d'Adailou) disposant d'une expérience avérée en matière de mobilisation communautaire notamment sur les problèmes environnementaux : Exemple du programme PICODE (PICODE : Programme Intégré de Conservation pour le Développement) dans le bassin versant de Weïma) (EVA, 2015)
- le DECAN (Découvrir et Aider la Nature) axant ses interventions dans le domaine de la biodiversité et l'intégration de l'environnement dans l'économie par la création de 3 aires protégées avec une forte implication des communautés.
- l'Association Abeilles de Dougoum, un exemple de résilience climatique essentiellement fondée sur une initiative endogène autour de jardin maraicher communautaire et l'introduction de l'apiculture
- l'UDC (Union pour le Développement et la Culture) : une expérience originale en matière de gestion rationnelle de l'eau par la réalisation communautaire de quatre citernes sous-terraines de 100 m<sup>3</sup> chacun dans la région de Mounkour par les communautés exposées à une pénurie d'eau permanente.

#### **6.4.4. Participation et accès à l'information du public**

Au niveau institutionnel, pour solliciter la participation et encourager les partages d'information entre les ministères sectoriels et structures publiques, il convient de rappeler tout d'abord le dispositif mis en place par décret présidentiel du 19 novembre 2015. C'est le « Cadre de Dialogue » dans lequel se trouve un groupe sectoriel relatif au « Développement régional et résilience au changement climatique ». Malgré les difficultés de fonctionnement dudit cadre, , les réunions du groupe sectoriel et celles de ses sous-groupes avaient permis pour la première fois l'échange entre les sectoriels qui n'étaient pas au courant des développements dans le secteur et particulièrement dans le domaine des changements climatiques.

Pour faire participer et solliciter l'avis du public, il convient de mentionner les conférences régionales et les ateliers thématiques organisés sur place à Djibouti-ville et parfois dans les régions de l'intérieur portant sur les aspects environnementaux, les impacts et effets néfastes

des changements climatiques. Ces manifestations sont relayées en direction du grand public à travers les médias nationaux dans les langues officiels (français, arabe) et les langues locales. Cependant, pour une plus grande participation du public, la création d'un site web dédié aux actions des changements climatiques aurait pu donner un écho et une portée plus large et de maintenir une continuité des actions engagées sur cette problématique en impliquant davantage les points focaux des organes et ministères sectoriels.

Par ailleurs, la diffusion d'informations et d'implication du public a été conduite à travers l'organisation de séminaires et conférences organisés dans le pays sur des questions et des thématiques en lien avec les Changements Climatiques. A titre illustratif, Le colloque international sur la résilience en 2015 à Djibouti avait abouti à une des recommandations était la création d'un observatoire régional Est Africain pour les Changements Climatiques.

Pour le volet information et mise en réseau en milieu universitaire, chaque année, une journée scientifique interdisciplinaire était organisée jusqu'en 2015. En plus, la revue de l'Université de Djibouti en rupture depuis 2015 était un important organe de liaison et partage d'informations scientifiques tant en interne pour les professeurs chercheurs et vers l'extérieur qui pourrait contribuer à la diffusion des informations sur les changements climatiques.

#### **6.4.5. Coopération Internationale**

La coopération internationale et régionale dans le domaine des changements climatiques doit être une des priorités pour l'émergence d'un environnement durable dans les domaines du changement climatique.

Djibouti est déjà impliqué dans les programmes de coopération sous régionale notamment au sein des programmes de formation et de recherche sous-régionaux de l'IGAD (l'Autorité Inter-gouvernemental pour le Développement). C'est le cas par exemple d'un projet financé à Djibouti par la coopération Allemande au profit des communautés pastorales de la région de Dikhil. Une plateforme informatique, accessible en ligne à l'adresse «*djibouti.droughtresilience.info*» et ou <http://3w.igad.int/map> » a été développé autour de ce projet.

Du côté du Ministère de l'Environnement, on pourrait également rappeler, les programmes de coopération dans le cadre du projet de Préservation de la Mer Rouge et du Golfe d'Aden (PERSGA) notamment sur les composantes « éducation, sensibilisation et formation à l'environnement marin et des écosystèmes côtiers ». Mis en œuvre depuis plusieurs années par la Direction de l'Environnement, ce programme a largement contribué à la connaissance de l'environnement des écosystèmes marins et a permis l'édition de nombreux supports, guides, affiches, CD etc. destinés au renforcement des actions de sensibilisation en milieu scolaire.

#### **6.4.6. Identification des besoins et des priorités en termes d'éducation, communication et formations sur les changements climatiques (Article 6 de la CCNUCC)**

La stratégie nationale en matière des changements climatiques a soulevé de manière forte la nécessité de mettre en place d'une communication institutionnelle coordonnée sur les actions face aux changements climatiques. Dans cette perspective, la contribution du secteur de l'éducation serait d'appuyer les programmes de la Radiotélévision Scolaire Éducative et l'édition de supports variés de communication pertinents pour transmettre des messages clés

de sensibilisation et des contenus à caractère éducatifs axés sur l'éducation environnementale et plus particulièrement sur le changement climatique. Cette formation serait complétée par des techniques d'animations à développer en matière de gestion de débats, d'analyse et des discussions de haut niveau touchant aux défis et aux enjeux des changements climatiques à Djibouti mais aussi au niveau régional et international.

Aussi, les compétences nationales seraient renforcées à travers le voyage d'études et la participation aux conférences internationales et sous régionales sur les questions des changements climatiques. Il a été exprimé le besoin de mise en relation avec les réseaux internationaux qui ont développé des programmes réussis en matière d'éducation, de sensibilisation et de formation aux changements climatiques.

Pour l'enseignement supérieur et la recherche universitaire, les besoins se situent autour du renforcement des laboratoires notamment de chimie physique en vue de renforcer la capacité analytique. Dans le domaine de suivi des changements climatiques, l'acquisition des logiciels spécifiques s'avère nécessaire.

En ce qui concerne les écosystèmes marins, il en ressort de « *l'étude sur la santé et la résilience des récifs coralliens dans les aires marines protégées à Djibouti* », la nécessité d'améliorer la capacité à Djibouti pour mener à bien des activités de recherche des récifs et conservation des coraux en termes de connaissances et compétences nécessaires dans le domaine de la science et la gestion des récifs mais aussi de soutenir les initiatives d'évaluation de la vulnérabilité de ces écosystèmes (récifs coralliens et mangroves).

En résumé, il peut être noté les limites du système d'information et de communication au niveau institutionnel et précisément entre les divisions sectorielles et aussi à l'échelle des acteurs non étatiques. D'ailleurs, le pilier n°6 de la stratégie nationale sur les changements climatiques entend remédier à cette situation en œuvrant à la promotion et au développement d'une culture sur les changements climatiques au sein de la société Djiboutienne.

## Références bibliographies

---

- Abd-Elhamid, Hany F. 2017. “Investigation and Control of Seawater Intrusion in the Eastern Nile Delta Aquifer Considering Climate Change.” *Water Science and Technology: Water Supply*.
- Abd-Elhamid, Hany F. and Akbar A. Javadi. 2011. “A Cost-Effective Method to Control Seawater Intrusion in Coastal Aquifers.” *Water Resources Management*.
- Aboubakar, Mohamed. 2012. “Caractérisation d’un système aquifère volcanique par approche couplée hydrogéochimique et modélisation numérique. Exemple de l’aquifère des basaltes de Dalha, sud-ouest de la République de Djibouti.” Thèse 3ème cycle. Université de Poitiers, 220p.
- Aboubaker, Mohamed, Mohamed Jalludin, and Moumtaz Razack. 2013. “Hydrochemistry of a Complex Volcano-Sedimentary Aquifer Using Major Ions and Environmental Isotopes Data: Dalha Basalts Aquifer, Southwest of Republic of Djibouti.” *Environmental Earth Sciences* 70(7):3335–49.
- AFP. 2019. Les inondations en Australie : la sédimentation menace la grande barrière.
- African Development Bank (AfDB). 2011. Djibouti: Document de Stratégie-Pays 2011-2015.
- African Development Bank Group. 2017. African Economic Outlook (AEO).
- Agence Djiboutienne pour le développement Social (ADDS). 2014. Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES). Rapport final
- Agence Française de Développement (AFD) . 2009. L’AFD et Djibouti. Consulté en Novembre 2017
- Agence Française de Développement (AFD). 2009. Le système éducatif djiboutien. Diagnostic sectoriel et perspectives pour la politique éducative.
- Agence japonaise de coopération internationale JICA (centre des techniques de la construction navale du japon) - Décembre 2007 : Rapport de l’étude du concept de base
- Agence Japonaise de coopération internationale. 2013 : Rapport de l’étude préparatoire pour le projet de fourniture des équipements de collecte et de traitement des ordures en République De Djibouti.
- Agence Nationale de la Météorologie, Djibouti
- Ahmed, Abdoukader Houssein, Waiss Elmi Rayaleh, Adel Zghibi, and Baghdad Ouddane. 2017. “Assessment of Chemical Quality of Groundwater in Coastal Volcano-Sedimentary Aquifer of Djibouti, Horn of Africa.” *Journal of African Earth Sciences*.
- Ahmed, Ibrahim M., Mathieu Le Coz, Mohamed Jalludin, Paul Sardini, and Moumtaz Razack. 2018. “Assessment of Groundwater Resources in a Complex Volcanic Reservoir with Limited Data Sets in a Semi-Arid Context Using a Novel Stochastic Approach. The Goda Volcanic Massif, Republic of Djibouti.” *Journal of Water Resource and Protection* 10(01):106–20.
- Ahmed, Ibrahim M., Mohamed Jalludin, and Moumtaz Razack. 2020. “Hydrochemical and Isotopic Assessment of Groundwater in the Goda Mountains Range System. Republic of Djibouti (Horn of Africa).” *Water* 12(7):2004.
- Ahmed, Ibrahim Mohamed. 2017. “Caractérisation d’un Système Aquifère Volcanique Complexe à Partir d’un Jeu de Données Restreint - Massif de Goda, République de Djibouti.” Thèse de Doctorat , Université de Poitiers.
- Ahmed, M.M., Doumenq, P., Awaleh, M.O., Syakti, A.D., Asia, L., Chiron, S.. 2017. Levels and sources of heavymetals and PAHs in sediment of Djibouti-city (Republic of Djibouti). *Mar. Pollut. Bull.* 120 (1–2), 340–346.

- Al-Kalbani, Mohammed Saif, Martin F. Price, Asma Abahussain, Mushtaque Ahmed, and Timothy O'Higgins. 2014. "Vulnerability Assessment of Environmental and Climate Change Impacts on Water Resources in Al Jabal Al Akhdar, Sultanate of Oman." *Water (Switzerland)*.
- Amina Said Chiré, 2015. De la production sociale de la ville à la production de vulnérabilités, l'exemple de la ville de Djibouti. Territoire en mouvement, Revue de géographie et aménagement. 27-28/2015 Villes d'Afrique de l'Est en mutation
- Annuaire statistique, Ministre de la Santé, 2016
- Armah, Frederick Ato. 2014. "Relationship Between Coliform Bacteria and Water Chemistry in Groundwater Within Gold Mining Environments in Ghana." *Water Quality, Exposure and Health*.
- Arthaud, F. and M. Jalludin. 1994. "Cartographie des fractures d'un réservoir hydrogéologique en milieu volcanique à partir des données HRV de SPOT contrôlées sur le terrain (basaltes miocènes de Djibouti)." *Téledétection et Cartographie*, Aupelf-Uref (Ed), Press. Univ. Québec, pp. 83–94.
- Audin, L. 1999. "Pénétration de la dorsale d'Aden dans la dépression Afar entre 20 et 4 Ma." Thèse 3ème cycle. Université de Paris 7, 319p, Paris, France.
- Awaleh, Mohamed Osman, Tiziano Boschetti, Youssouf Djibril Soubaneh, Yongje Kim, Paul Baudron, Ali Dirir Kawalieh, Moussa Mahdi Ahmed, Mohamed Ahmed Daoud, Omar Assowe Dabar, Ibrahim Houssein Kadieh, Özlem Adiyaman, Sikie Abdillahi Elmi, and Mahamoud Ali Chirdon. 2018. "Geochemical, Multi-Isotopic Studies and Geothermal Potential Evaluation of the Complex Djibouti Volcanic Aquifer (Republic of Djibouti)." *Applied Geochemistry*.
- BAD (2011), République de Djibouti : Document de Stratégie-Pays 2011-2015. Tunis.
- Baena-Ruiz, Leticia, David Pulido-Velazquez, Antonio Juan Collados-Lara, Arianna Renau-Pruñonosa, and Ignacio Morell. 2018. "Global Assessment of Seawater Intrusion Problems (Status and Vulnerability)." *Water Resources Management*.
- Banque Centrale de Djibouti (2016), Rapport annuel 2015. Djibouti.
- Banque Centrale de Djibouti (2018), Rapport annuel 2017. Djibouti.
- Banque Mondiale, Databank (2016)
- Banque mondiale. 2014. Diagnostic de l'habitat face aux risques sismiques et aux risques d'inondation. 181 p.
- Barberi, F., H. Tazieff, and J. Varet. 1972. "Volcanism in the Afar Depression: Its Tectonic and Magmatic Significance." *Tectonophysics* 15(1):19–29.
- Beaman, A. L. and Kingsbury, R. W. S. M. (1981) "Assessment of Nuisance from Deposited Particles Using a Simple and Inexpensive Measuring System". *Clean Air*, 11, 1981 ;
- BGR. 1982. *Inventaire et Mise En Valeur Des Ressources En Eau de La République de Djibouti. Coopération Hydrogéologique Allemande. Ministère de l'agriculture, République de Djibouti*. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, Germany.
- Bizouard, H. and O. Richard. 1980. "Etude de La Transition Dorsale Oceanique Rift Emerge; Golfe de Tadjoura, Asal, Afar Central; Approche Petrographique et Mineralogique." *Bulletin de La Société Géologique de France* S7-XXII(6):935–43.
- Boucarut, M., R. Chessex, and M. Clin. 1980. "Données Géochronologiques K-Ar de Roches Volcaniques de l'Afar, Partie Nord de La République de Djibouti." Conference paper, bis 1977 Leemann / ab 1978 Stäubli, <https://doi.org/10.5169/seals-46671>.
- Bouh H.O. 2006 : Etude de l'aquifère basaltique de Djibouti et des aquifères adjacents ; approche hydrochimique et isotopique. Thèse de doctorat, université de Paris-sud.

- Brouyère, Serge, Guy Carabin, and Alain Dassargues. 2004. "Climate Change Impacts on Groundwater Resources: Modelled Deficits in a Chalky Aquifer, Geer Basin, Belgium." *Hydrogeology Journal*.
- Brouyère, Serge. 2006. "Modelling the Migration of Contaminants through Variably Saturated Dual-Porosity, Dual-Permeability Chalk." *Journal of Contaminant Hydrology*.
- Caminiti, A.M., 2010. Rapport sur la Pollution par des Hydrocarbures Dans le Port
- Central Intelligence Agency (CIA), (2016). The World Factbook: Djibouti. Consulté en Novembre 2017.
- CERD, GFDRR. 2013. Assistance technique pour la mise en place d'un système d'analyse et de suivi des risques associés aux désastres naturels (inondation et sismique). 75 p.
- Chessex, R., M. Delaloye, M. Muller, and J. Weidmann. 1974. *Evolution of the Volcanic Region of Ali Sabieh (T.F.A.I.), in the Light of K-Ar Age Determinations*. Stuttgart, Germany: Schweizerbart Science Publishers.
- Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA) Berne. 2007. Les poussières fines en Suisse-Rapport de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA).
- Courtillot, Vincent E. 1980. "Opening of the Gulf of Aden and Afar by Progressive Tearing." *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 21(4):343–50.
- d'analyses de vulnérabilité standardisées.
- Daoud, Mohamed Ahmed. 2008. "Dynamique du rifting continentale de 30 Ma à l'actuel dans la partie sud-est du triangle Afar. . Tectonique et magmatisme du rift de Tadjourah et des domaines Danakil et d'Ali-Sabieh, République de Djibouti." Thèse 3ème cycle. Université de Bretagne occidentale - Brest, 221p.
- De Chabalière, J. B. and J. P. Avouac. 1994. "Kinematics of the Asal Rift (Djibouti) Determined from the Deformation of Fieale Volcano." *Science (New York, N.Y.)* 265(5179):1677–81.
- [De la production sociale de la ville à la production de vulnérabilités, l'exemple de la ville de Djibouti, Amina Said Chiré, 2015 : https://journals.openedition.org/tem/3157#tocto1n2](https://journals.openedition.org/tem/3157#tocto1n2)
- Deutsch, Curtis A., Joshua J. Tewksbury, Michelle Tigchelaar, David S. Battisti, Scott C. Merrill, Raymond B. Huey, and Rosamond L. Naylor. 2018. "Increase in Crop Losses to Insect Pests in a Warming Climate." *Science*.
- D'GARNE. 2009. *Etat Des Nappes d'eau Souterraine de La Wallonie. Huitième Année, Décembre 2009, Service Public de Wallonie, Direction Générale Opérationnelle, Agriculture, Ressources Naturelles et Environnement, Direction de l'état Environnemental, Direction Des Eaux So.*
- Direction de la Statistique et des Etudes Démographiques. 2018. Annuaire statistique de Djibouti.
- Direction Régionale du Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage, de la Pêche et des Ressources Halieutiques
- DISED, Enquête Djiboutienne Auprès des Ménages-Indicateurs Sociaux (EDAM-IS). 2017. *EDAM 4-IS*.
- DISED, Enquête Djiboutienne Auprès des Ménages-Indicateurs Sociaux (EDAM2). 1996. *EDAM 2*.
- DISED, Enquête Djiboutienne Auprès des Ménages-Indicateurs Sociaux (EDAM3). 2012. *EDAM 3*.
- DISED. 2018. Présentation des résultats de la quatrième enquête djiboutienne auprès des ménages pour les indicateurs sociaux (EDAM4-IS)
- DISED. 2018. Résultats des enquêtes djiboutiennes aux près des ménages pour les indicateurs sociaux. 34 p.
- Djama, N. 2000. Human Impacts on mangrove ecosystems in Djibouti city and its vicinity. University of London. 60 pp.

- Eagles, Graeme, Richard Gloaguen, and Cynthia Ebinger. 2002. "Kinematics of the Danakil Microplate." *Earth and Planetary Science Letters* 203(2):607–620.
- ERM & INSUCO. 2019. Etude d'impact environnemental et social du projet de Dock flottant au port de Djibouti. 90 pp
- Etude sur la santé et la résilience des récifs coralliens dans les aires marines protégées
- Etude sur la vulnérabilité de l'agriculture et des forêts aux changements climatiques, 2011
- EVA. 2015. Rapport d'étude de cas sur les impacts du changement climatique en République de Djibouti,;
- Evaluation des dommages, pertes et besoins suite à la sécheresse, Djibouti, 2011
- FAO/NDMC. 2008. *The Near East Drought Planning Manual*.
- Fournier, M., F. Gasse, O. Richard, and J. C. Ruegg. 1985. *Notice Explicative : Carte Géologique de La République de Djibouti à 1/100 000 : Tadjourah*. ISERST. Ministère de la coopération Française.
- Füssel, Hans Martin. 2007. "Vulnerability: A Generally Applicable Conceptual Framework for Climate Change Research." *Global Environmental Change*.
- Gadalia, Alain. 1980. "Les rhyolites du stade initial de l'ouverture d'un rift: exemple des rhyolites miocènes de l'Afar." Thèse 3ème cycle. Université de Paris-Sud, Orsay, 406p.
- Gasse F., Fournier M., Richard O. et Ruegg J.C. 1985. Carte géologique de la République de Djibouti : feuille de Tadjoura. Ministère Français des Relations Extérieures et ISERST, ORSTOM Ed.
- Gebrechorkos, Solomon H., Stephan Hülsmann, and Christian Bernhofer. 2019. "Statistically Downscaled Climate Dataset for East Africa." *Scientific Data*.
- GFDRR. 2011. Evaluation des dommages, Perte et Besoins suite à la sécheresse. 126 p.
- GFDRR. 2013. Projet d'assistance technique pour la mise en place d'un système d'analyse et de suivi des risques associés aux désastres naturels (inondation et sismique) projet PAIR-CARAD- Rapport d'analyse qualitative des menaces inondations (études hydrologiques et hydrauliques), SCE, Décembre 2013.
- Gianvenuti, A., Farah, I., Yasmin, N., Jonckheere, I. and Xia, Z. 2018. Using Prosopis as an energy source for refugees and host communities in Djibouti, and controlling its rapid spread. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Giordano, Mark. 2009. "Global Groundwater? Issues and Solutions." *Annual Review of Environment and Resources*.
- Giorgi, F., C. Jones, and GR Asrar. 2009. "Addressing Climate Information Needs at the Regional Level: The CORDEX Framework." ... *Organization (WMO) Bulletin*.
- GIZ, 2017. Guide de référence sur la vulnérabilité. Concept et lignes directrices pour la conduite
- GoD 2005. Profil côtier de la République de Djibouti. 211 p.
- GoD. 2011. Evaluation des Dommages, Pertes et Besoins Suite à la Sécheresse.
- GoD. 2000. Monographie nationale de la diversité biologique de la République de Djibouti.
- GoD. 2002. Première Communication Nationale sur le changement climatique. 88 p.
- [GoD. 2005. GESTION DES RISQUES ET DES CATASTROPHES, RAPPORT NATIONAL République de Djibouti. http://www.unisdr.org/2005/mdgs-drr/national-reports/Djibouti-report.pdf](http://www.unisdr.org/2005/mdgs-drr/national-reports/Djibouti-report.pdf)
- GoD. 2006. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques, Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme, de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, PNUE/GEF/UNFCCC, Octobre 2006



- GoD. 2006. Projet d'Aménagement Intégré de L'Oued Ambouli - Etude d'identification des ouvrages de rétention des ruissellements et de recharge des nappes sur l'ensemble du bassin versant, VOLUME 1, RAPPORT, Contrat Cadre Europeaid/119860/C/SV/multi - Lot N°2, Lettre de marché N° 2006/126940, Version Provisoire, Juin 2007, 120 11 RP 01
- GoD. 2011. Etude du territoire d'As Eylal face aux crues de l'oued Gobaad, université de Montpellier, 2011.
- GoD. 2013. Deuxième communication national sur le changement climatique
- Goderniaux, Pascal, Serge Brouyère, Hayley J. Fowler, Stephen Blenkinsop, René Therrien, Philippe Urban, and Alain Dassargues. 2009. "Large Scale Surface-Subsurface Hydrological Model to Assess Climate Change Impacts on Groundwater Reserves." *Journal of Hydrology*.
- Goldsmith, E. and N. Hildyard. 1984. "The Social and Environmental Effects of Large Dams. Volume One: Overview."
- [Golyandina, N., and A. Zhigljavsky \(2013\) Singular Spectrum Analysis for time series. Springer Briefs in Statistics, Springer.](#)
- Guillaume LEROY (2010). Feu torche- Accidentologie, description, modélisation. Techniques de l'Ingénieur. Vol TIB583DUO. Ref. SE512.
- Hancock, R. P., Esmen, N. A., and Furber, C. P. (1976) "Visual Response to Dustiness", *Journal of the Air Pollution Control Association*, 26 (1), 1976, pp54 -57 ;
- Hannah, Lee, Patrick R. Roehrdanz, Makihiko Ikegami, Anderson V. Shepard, M. Rebecca Shaw, Gary Tabor, Lu Zhi, Pablo A. Marquet, and Robert J. Hijmans. 2013. "Climate Change, Wine, and Conservation." *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*.
- Harbaugh, Arlen W. 2005. *MODFLOW-2005, the US Geological Survey Modular Ground-Water Model: The Ground-Water Flow Process*. US Department of the Interior, US Geological Survey Reston, VA, USA.
- Hauquin, JEAN PAUL. 1978. *La nappe cotière de la région de Djibouti, géologie et hydrogéologie*. Thèse 3ème cycle. Université de Bordeaux 3, 86p.
- Hofschreuder, P. and Vriens, E. L. M. (1992) "Nuisance from coarse dust", *Journal of Aerosol Science*, 23 (S1), 1992, pp691 - S694 ;
- Holton, James R. and D. O. Staley. 1973. "An Introduction to Dynamic Meteorology." *American Journal of Physics*.
- Hooper, Richard P., Alex Stone, Nils Christophersen, Ed de Grosbois, and Hans M. Seip. 1988. "Assessing the Birkenes Model of Stream Acidification Using a Multisignal Calibration Methodology." *Water Resources Research* 24(8):1308–16.
- Hornberger, G. M. and R. C. Spear. 1981. "Approach to the Preliminary Analysis of Environmental Systems." *Journal Name: J. Environ. Manage.; (United States); Journal Volume: 12:1 12:1:Medium: X; Size: Pages: 7-18*.
- Houmed-Gaba, Abdourahman. 2009a. "Hydrogéologie Des Milieux Volcaniques Sous-Climat Aride. Caractérisation et Modélisation Numérique de l'aquifère Basaltique de Djibouti (Corne de l'Afrique)." Thèse 3ème cycle. Université de Poitiers, 220p.
- Houmed-Gaba, Abdourahman. 2009b. "HYDROGEOLOGIE DES MILIEUX VOLCANIQUES SOUS CLIMAT ARIDE. CARACTERISATION SUR SITE EXPERIMENTAL ET MODELISATION NUMERIQUE DE L'AQUIFERE BASALTIQUE DE DJIBOUTI (CORNE DE L'AFRIQUE) ( Hydrogeology of Volcanic Aquifers under Arid Climatic. Characterization An." Université de Poitiers, 220p.
- Houssein-Ofleh, Bouh. 2006. *Etude de l'aquifère Basaltique de Djibouti et Des Aquifères Adjacents: Approche Hydrochimique et Isotopique*. Thèse 3ème cycle. Université de Paris-Sud, 205p.

- Houssein, I. and M. Jalludin. 1996. "The Salinity of Djibouti's Aquifer." *Journal of African Earth Sciences* 22(4):409–14.
- [http://www.africaneconomicoutlook.org/fileadmin/uploads/aeo/2015/CN\\_data/Cn\\_Long\\_FR/Djibouti\\_2015.pdf](http://www.africaneconomicoutlook.org/fileadmin/uploads/aeo/2015/CN_data/Cn_Long_FR/Djibouti_2015.pdf). Consulté en Novembre 2017
- <http://www.nord.gouv.fr/Politiques-publiques/Prevention-des-risques-naturels-technologiques-et-miniers/La-typologie-des-risques-dans-le-Nord>. Consulté en Novembre 2017
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/BLEVE>. Consulté en Novembre 2017
- <https://www.iom.int/fr>. Consulté en Novembre 2017
- ICCP. 2014. AR5 Climate Change 2014 : Mitigation of climate change.
- ICCP. 2014. AR5 Climate Change 2014. Mitigation of climate change.
- IGAD/UICN- Octobre 2017 : Plan Spatial Maritime du Golfe de Tadjourah et du Ghoubet-el-Kharab de la République de Djibouti.
- International de Djibouti. Autorité des Ports et Des Zones Franches de Djibouti pp. 30.
- IPCC, 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 22, Africa (p.8)
- IPCC. 2007. *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*
- 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.*
- Jacquot E., 1996. Carte géotechnique de la ville de Djibouti. Estimation de l'amplification des secousses sismique et des risques de liquéfaction sur le site de la ville. I.S.E.R.S.T., 53p
- Jakeman, A. J. and G. M. Hornberger. 1993. "How Much Complexity Is Warranted in a Rainfall-Runoff Model?" *Water Resources Research* 29(8):2637–49.
- Jalludin, M. and M. Razack. 1994a. "Analysis of Pumping Tests, with Regard to Tectonics, Hydrothermal Effects and Weathering, for Fractured Dalha and Stratiform Basalts, Republic of Djibouti." *Journal of Hydrology* 155:237–50.
- Jalludin, M. and M. Razack. 1994b. "Analysis of Pumping Tests, with Regard to Tectonics, Hydrothermal Effects and Weathering, for Fractured Dalha and Stratiform Basalts, Republic of Djibouti." *Journal of Hydrology* 155:237–50.
- Jalludin, Mohamed and Moumtaz Razack. 2004. "Assessment of Hydraulic Properties of Sedimentary and Volcanic Aquifer Systems under Arid Conditions in the Republic of Djibouti (Horn of Africa)." *Hydrogeology Journal* 12(2).
- Jalludin, Mohamed. 1993. "Propriétés Géométriques et Hydrodynamiques Des Aquifères En Milieux Volcaniques Fissurés Sous Climat Aride : République de Djibouti." Thèse 3ème cycle. Université de Poitiers, 195p.
- Kim, Kangjoo. 2003. "Long-Term Disturbance of Ground Water Chemistry Following Well Installation." *Ground Water* 41(6):780–89.
- Kundzewicz, Zbigniew W. and Petra Döll. 2009. "Will Groundwater Ease Freshwater Stress under Climate Change?" *Hydrological Sciences Journal*.
- Lars Rosendahl Appelquist et Thomas Balstrøm, 2013. Multi-hazard assessment for the coastline of Djibouti in a changing global climate - Risoe Center- UNEP.
- Laurent, A. 1987. Réserve naturelle de Djibouti / Waramous. Avant projet, MCTT/ONTA/SPSE, Djibouti, 25 pp.

- [Le “Khamsîn”, Agence Nationale De la Météorologie de Djibouti, 20 Juin 2016 :](http://anmprojet2015.over-blog.com/2016/06/le-khamsin.html)
- Lehner, Bernhard, Catherine Reidy Liermann, Carmen Revenga, Charles Vörösmarty, Balazs Fekete, Philippe Crouzet, Petra Döll, Marcel Endejan, Karen Frenken, Jun Magome, Christer Nilsson, James C. Robertson, Raimund Rödel, Nikolai Sindorf, and Dominik Wissler. 2011. “High-Resolution Mapping of the World’s Reservoirs and Dams for Sustainable River-Flow Management.” *Frontiers in Ecology and the Environment*.
- Livelihoods Strategic Plan, UNHCR Djibouti, 2018-2022
- Lucas-Picher, Philippe, Fredrik Boberg, Jens H. Christensen, and Peter Berg. 2013. “Dynamical Downscaling with Reinitializations: A Method to Generate Finescale Climate Datasets Suitable for Impact Studies.” *Journal of Hydrometeorology*.
- Mackay, Anson. 2008. “Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.” *Journal of Environmental Quality*.
- MAEP-RH. 2000. Rapport sur les ressources phylogénétiques pour l’alimentation et l’agriculture
- Mahlknecht, J., D. Merchán, M. Rosner, A. Meixner, and R. Ledesma-Ruiz. 2017. “Assessing Seawater Intrusion in an Arid Coastal Aquifer under High Anthropogenic Influence Using Major Constituents, Sr and B Isotopes in Groundwater.” *Science of the Total Environment* 587–588:282–95.
- Marchant, Rob, Cassian Mumbi, Swadhin Behera, and Toshio Yamagata. 2007. “The Indian Ocean Dipole - The Unsung Driver of Climatic Variability in East Africa.” *African Journal of Ecology*.
- Meehl, G. A., T. F. Stocker, W. D. Collins, P. Friedlingstein, A. T. Gaye, J. M. Gregory, A. Kitoh, R. Knutti, J. M. Murphy, A. Noda, S. C. B. Raper, I. G. Watterson, A. J. Weaver, and Z. C. Zhao. 2007. “Global Climate Projections.” in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- MHUAT. 2001. “Communication Nationale a La Convention Cadre Des Nations Unies.”
- MHUAT. 2015. *Contribution Prévue Déterminée Au Niveau National de La République de Djibouti (CPDN)*.
- MHUEAT, 2005. Plan de gestion intégrée de la zone côtière de Djibouti
- Ministère de l’Education Nationale et de la Formation Professionnelle (2017), Plan d’Action de l’Éducation, 2017-2020,
- Ministère de l’Environnement et du Développement Durable (MEDD). 2017. Stratégie Nationale sur les changements climatiques de Djibouti.
- Ministère de la Femme et de la Famille (2011), Politique Nationale Genre 2011-2021.
- Ministère de la Santé. 2013. Plan national de développement de Santé (PNDS) 2013-2017
- Ministère de la santé. 2018. Plan National de Développement Sanitaire (PNDS, 2018-2022).
- Ministry Of Health Djibouti. 2012. Second Djibouti Survey of Family Health EDSF/PAPFAM (2012). Institute of Statistics and Demographic Studies, and League of Arab States.
- Mohr, P. A. 1970. “The Afar Triple Junction and Sea-floor Spreading.” *Journal of Geophysical Research* 75(35):7340–52.
- Moussa Omar. 2016. Etude de l’habitat épipelagique du golfe de Tadjourah (Djibouti) : structures de variabilité et les processus qui les gouvernent. 200 p.
- Mudzengie, Boycen Kumira. 2012. “Journal of Sustainable Development in Africa (Volume 14, No.4, 2012).” *Journal of Sustainable Development in Africa*.
- Nation Unies, Département des affaires économiques et sociales des Nations Unies

(<https://population.un.org/wpp>).

- Nava Fuentes, Juan Carlos, Pedro Arenas Granados, and Filomena Cardoso Martins. 2018. "Integrated Coastal Management in Campeche, Mexico; a Review after the Mexican Marine and Coastal National Policy." *Ocean and Coastal Management*.
- Neil Adger, W. 1999. "Social Vulnerability to Climate Change and Extremes in Coastal Vietnam." *World Development*.
- Nlend, B., H. Celle-Jeanton, F. Huneau, B. Ketchemen-Tandia, W. Y. Fantong, S. Ngo Boum-Nkot, and J. Etame. 2018. "The Impact of Urban Development on Aquifers in Large Coastal Cities of West Africa: Present Status and Future Challenges." *Land Use Policy*.
- O'Brien, Karen L. and Robin M. Leichenko. 2000. "Double Exposure: Assessing the Impacts of Climate Change within the Context of Economic Globalization." *Global Environmental Change*.
- Observatoire, défense et climat. 2018. Rapport d'étude n° 5, Prospective Afrique de l'Est. Observatoire géopolitique des enjeux des changements climatiques en termes de sécurité et de défense
- OMS (2005). Synthèse de l'évaluation des risques. Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air : particules, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre.
- P.Ozer et al. 2013. Recent precipitation and temperature changes in Djibouti City, *Journal of Climatology*
- PACCRAS : Projet d'Adaptation aux Changements Climatiques des communautés rurales d'Ali-Sabieh
- Panday, Sorab, Christian D. Langevin, Richard G. Niswonger, Motomu Ibaraki, and Joseph D. Hughes. 2013. *MODFLOW-USG Version 1: An Unstructured Grid Version of MODFLOW for Simulating Groundwater Flow and Tightly Coupled Processes Using a Control Volume Finite-Difference Formulation*. US Geological Survey.
- PAPFAM. 2008. SNIS 2008-2012/BM/PAPSS/ Programmes de santé.
- PERGSA, 2001. Strategic Action Program for the Red Sea & Gulf of Aden. Country Reports.
- PERGSA -juillet 2003 : Description physique de la zone côtière de la République de Djibouti.
- PERGSA. 2004. Status of Mangroves in the Red Sea and Gulf of Aden. PERGSA Technical Series No. 11
- PNUD. 2018. Rapport sur le développement Humain. New York.
- Quality of Urban Air Research Group. 1996 "Airborne Particulate Matter in the United Kingdom: Third Report of the Quality of Urban Air Review Group", prepared at the request of the Department of the Environment. University of Birmingham, Birmingham.
- Rapport d'EIES du projet d'installation d'une centrale solaire à Damerjog, 2018.
- Rapport d'EIES du projet d'installation d'une centrale solaire à Damerjog, 2018.
- Rapport d'évaluation du Programme de Mobilisation des Eaux de Surface et de Gestion Durable des Terres (PROMES-GDT- SGIP 3529) à Djibouti, 2014
- Rapport national de développement durable RIO +20, Djibouti,
- rapport national sur la résilience à la sécheresse, Djibouti, 2017
- Razack, Moumtaz, Mohamed Jalludin, and Abdourahman Houmed-Gaba. 2019. "Simulation of Climate Change Impact on a Coastal Aquifer under Arid Climate. The Tadjourah Aquifer (Republic of Djibouti, Horn of Africa)." *Water (Switzerland)*.
- République de Djibouti (2005) Etude sur la vulnérabilité de l'agriculture et des forêts aux changements climatiques, programme d'action national pour l'adaptation aux changements climatiques (PANA).

- République de Djibouti, Banque Mondiale, Union Européenne et Nations Unies. Réf. 25 - Renforcement des capacités nationales en gestion des risques et des catastrophes - document de projet du PNUD Djibouti, 2012.
- République de Djibouti. 2001. Communication Nationale Initiale (CNI)
- République de Djibouti. 2013. Seconde communication nationale (SCN)
- République de Djibouti. 2015. Contribution Prévue Déterminée au niveau national de la République de Djibouti.
- République de Djibouti. 2016. Direction des Statistiques et Etudes Démographiques.
- Risk and Edinger. 1994. Impact of sediment on coral reef. 13 p.
- Sathish, S., L. Elango, R. Rajesh, and V. S. Sarma. 2011. "Assessment of Seawater Mixing in a Coastal Aquifer by High Resolution Electrical Resistivity Tomography." *International Journal of Environmental Science and Technology*.
- Scibek, J. and D. M. Allen. 2006. "Modeled Impacts of Predicted Climate Change on Recharge and Groundwater Levels." *Water Resources Research*.
- Serrat-Capdevila, Aleix, Juan B. Valdés, Javier González Pérez, Kate Baird, Luis J. Mata, and Thomas Maddock. 2007. "Modeling Climate Change Impacts - and Uncertainty - on the Hydrology of a Riparian System: The San Pedro Basin (Arizona/Sonora)." *Journal of Hydrology*.
- Shaltout, M. Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Red Sea.
- Sichler, Bertrand. 1980. "La bielle danakile : un modèle pour l'évolution géodynamique de l'Afar." *Bulletin de la Société Géologique de France* 925-932 pp.
- Singh, Abhishek, Srikanta Mishra, and Greg Ruskauff. 2010. "Model Averaging Techniques for Quantifying Conceptual Model Uncertainty." *Ground Water* 48(5):701–15.
- Sorooshian, Soroosh and Vijai Kumar Gupta. 1983. "Automatic Calibration of Conceptual Rainfall-Runoff Models: The Question of Parameter Observability and Uniqueness." *Water Resources Research* 19(1):260–68.
- Stakhiv, Eugene Z. 2011. "Pragmatic Approaches for Water Management under Climate Change Uncertainty." *Journal of the American Water Resources Association*.
- Stietljies, L. 1973. "L'axe tectono-volcanique d'Asal (Afar central-Territoire français des Afars et des Issas)." Thèse 3ème cycle. Université de Paris-Sud, Orsay, 196p.
- Taylor, Richard G., Martin C. Todd, Lister Kongola, Louise Maurice, Emmanuel Nahozya, Hosea Sanga, and Alan M. Macdonald. 2013. "Evidence of the Dependence of Groundwater Resources on Extreme Rainfall in East Africa." *Nature Climate Change*.
- Tazieff, H., J. Varet, F. Barberi, and G. Giglia. 1972. "Tectonic Significance of the Afar (or Danakil) Depression." *Nature* 235(5334):144–47.
- Thomson, Allison M., Katherine V. Calvin, Steven J. Smith, G. Page Kyle, April Volke, Pralit Patel, Sabrina Delgado-Arias, Ben Bond-Lamberty, Marshall A. Wise, Leon E. Clarke, and James A. Edmonds. 2011. "RCP4.5: A Pathway for Stabilization of Radiative Forcing by 2100." *Climatic Change*.
- Toan, To Quang. 2014. "Climate Change and Sea Level Rise in the Mekong Delta: Flood, Tidal Inundation, Salinity Intrusion, and Irrigation Adaptation Methods." in *Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam: Engineering and Planning Perspectives*.
- Trzaska, S. and E. Schnarr. 2014. "A Review of Downscaling Methods for Climate Change Projections." *United States Agency for International Development by Tetra Tech ARD*.
- UNESCO. 2018. *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*.

- UNICEF MICS dataset. 2006. Djibouti - Enquête Djiboutienne à Indicateurs Multiples. Direction de L'Epidémiologie et de L'information Sanitaire - Direction De La Sante Mère Et Enfant. Ministère de La Santé
- Unnikrishnan et Shankar .2007. Are sea level rise trend along the coast of the north indian ocean are consistent with the global estimate ?
- Vaalco Gabon. 2013. Etude d'Impact Environnemental : Activité de développement Construction de la plateforme SEENT.
- Watkins, Kevin. 2006. *Beyond Scarcity: Power, Poverty and the Global Water Crisis*.
- Werner, Adrian D., Mark Bakker, Vincent E. A. Post, Alexander Vandenbohede, Chunhui Lu, Behzad Ataie-Ashtiani, Craig T. Simmons, and D. A. Barry. 2013. "Seawater Intrusion Processes, Investigation and Management: Recent Advances and Future Challenges." *Advances in Water Resources*.
- WHO and UNICEF. 2014. *Progress on Sanitation and Drinking-Water*.
- WHO/UNICEF. 2006. "Core Questions on Drinking-Water." *World Health Organization*.
- Wilby, R. L. and I. Harris. 2006. "A Framework for Assessing Uncertainties in Climate Change Impacts: Low-Flow Scenarios for the River Thames, UK." *Water Resources Research*.
- World Bank Group 2013. Good Practice Handbook Cumulative Impact Assessment and Management: Guidance for the Private Sector in Emerging Markets-IFC.
- World Bank Group. 2006. Critères de Performance 3 Prévention et Réduction de la Pollution.
- World Bank Group. 2007. Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires Exploitation du Pétrole et du Gaz à Terre.
- World Bank Group. 2007. Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires (EHS) Directives EHS Générales, IFC.
- World Bank Group. 2012. Normes de performance en matière de durabilité environnementale et sociale. International Finance Corporation.
- World Bank Group. 2013. Transport et logistique à Djibouti : contribution à la création d'emplois et à la diversification économique. Sectorial note.
- World Bank Group.2007. Dialogue avec les Parties Prenantes: Le Manuel des bonnes pratiques pour les entreprises réalisant des affaires sur les marchés en développement. International Finance Corporation
- World Food Program (WFP), (2011). Urban In-depth EFSA Djibouti. July 2011 (Data collected in May 2011 EDAM3.IS. 2012).
- World Health Organization (WHO). 2013. Health indicators for Djibouti in 2013. Consulté en Novembre 2017.
- Youssouf et al. 2016. Statistical analysis of sea surface temperature and chlorophyll a concentration in the gulf of Tadjourah.
- Youssouf MO, Laurent M, Xavier C, 2016. Statistical Analysis of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a Concentration Patterns in the Gulf of Tadjourah (Djibouti). *J Marine Sci Res Dev* 6:186.