



**REPUBLIQUE DU TCHAD
MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE LA PECHE ET DU
DEVELOPPEMENT DURABLE**

Evaluation des Besoins en Technologies pour l'Adaptation et l'Atténuation des GES

**Rapport sur la priorisation des technologies dans le cadre
du processus EBT pour l'atténuation dans les secteurs de
l'Energie et de l'Affectation des Terres et de la Foresterie**

**Par : Dr OUYA Bondoro
Consultant National
Janvier 2021**



PRÉFACE

Le présent document correspond au premier rapport réalisé dans le cadre du projet EBT au Tchad sur la composante atténuation. Son objectif principal est de documenter le processus selon lequel ont été conduits l'identification, la priorisation et le choix des technologies prioritaires à développer pour la suite du projet.

Ce processus a été conduit de manière consensuelle avec une forte implication du groupe d'atténuation et du coordinateur national que le consultant tient à remercier vivement pour leur disponibilité et leur apport dans ce travail. En plus des interviews organisées avec les institutions concernées pour l'identification et la description des technologies, ce processus s'est basé sur deux ateliers de consultation des parties prenantes, l'un organisé le 06 au 07 août et l'autre le 05 septembre 2019. La concertation a abouti au choix de deux technologies prioritaires dans le secteur de l'Energie et deux autres dans le secteur de l'Affectation des Terres et de la Foresterie.

ACRONYMES

AEDE : Agence des Energies Domestiques et de l'Environnement

AFAT : Agriculture, forêt et autres Affectations des Terres

AMC : Analyse Multicritère

AMMA: Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine

ANGMV : Agence National de la Grande Muraille Verte

BCR : Bureau Central de Recensement

BNMPE : Brigade Nationale Mobile de Protection de l'Environnement

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

DCNCC : Deuxième Communication Nationale sur le Changement Climatique du Tchad

CH4 : Méthane

CO2 : Dioxyde de Carbone

CPDN : Contribution Prévue Déterminée au niveau National

CSP : Concentration Solar Power (Solaire thermique à concentration)

DREM : Direction des Ressources en Eau et de la Météorologie

EBT : Evaluation des Besoins Technologiques

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

FSE : Fonds Spécial pour l'Environnement

FRA : Evaluation des Ressources Forestières Moniales

FAO : Fonds des Nations-Unis pour l'Alimentation

GES : Gaz à Effet de Serre

GIZ : Gesellschaft für International

GN : Gaz Naturel

GNL : Gaz Naturel Liquéfié

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié

GT : Groupe de Travail

GWH: Giga Watt Heure

Ktep : kilo tonnes équivalent pétrole

MIA : Ministère de l'Irrigation et de l'Agriculture

MDP : Mécanisme de Développement Propre

MEEP: Ministère de l'Environnement de l'Eau et des Pêches

Mtep : Million de tonnes équivalent pétrole

MW : Mégawatt

NAMA : Nationally Appropriate Mitigation Action

N2O : Oxyde Nitreux

NOx : Oxydes d'Azot**ONG** : Organisation Non Gouvernementale

OGM : Organismes génétiquement modifiés

O.N.U : l'Organisation des Nations Unies

PAT : Plan d'Action Technologique

PIB : Produit Intérieur Brut

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PND: Plan National de Développement

PNUD : Programme des Nations-Unies pour le Développement

PSIDRAT : Programme de Système d'Information pour le Développement Rural et l'Aménagement du Territoire

TEP: Tonne Equivalent Pétrole

TéqCO2 : Tonne équivalent CO2

TNA: Technology Needs Assessment

U.A : Union Africaine

SNAT : Schéma National d'Aménagement du Territoire

SNRP : Stratégie Nationale de Croissance de Réduction de la Pauvreté

SDSET : Schéma Directeur du Secteur de l'Energie au Tchad

LISTE DES TABLEAUX

N°	TITRES	PAGE
TABLEAU 1	Liste des membres du comité de pilotage de l'EBT du Tchad	30
TABLEAU 2	Liste des membres du groupe de travail d'atténuation	31
TABLEAU 3	Liste de technologies identifiées de secteur d'Énergie avant la priorisation	32
TABLEAU 4	Critère et éléments d'appréciation	33
TABLEAU 5	Pondération des critères de notion pour la sélection des critères	34
TABLEAU 6	Système de notation du secteur selon les critères	34
TABLEAU 7	Coefficients de pondération des critères	34
TABLEAU 8	Critères	35
TABLEAU 9	Pondération des technologies	36
TABLEAU 10	Résultats et Analyse de sensibilité	37
TABLEAU 11	Hiérarchisation des technologies du secteur d'Énergie	38
TABLEAU 12	Stock de carbone dans la biomasse forestière vivante	41
TABLEAU 13	Identification des technologies pour le secteur d'affectation des terres	49
TABLEAU 14	Liste des critères retenus	50
TABLEAU 15	Notation des critères	50
TABLEAU 16	Pondération accordée à différents critères en incluant la dimension genre	51
TABLEAU 17	Notation des technologies	52
TABLEAU 18	Pondération des technologies	53
TABLEAU 19	Classement des résultats du secteur ATF	53
TABLEAU 20	Synthèse des résultats	54

LISTE DES FIGURES

N°	TITRES	PAGE
FIGURE N°1	Evaluation des indices des averses de 1932 à 2006	15
FIGURE N°2	Pyramide des âges	16
FIGURE N°3	Evolution de la population du Tchad	16
FIGURE N°4	PIB du Tchad en 2008	17
FIGURE N°5	Evolution du PIB du Tchad de 2012 à 2022	17
FIGURE N°6	Croissance économique du Tchad de 1956 à 2020	18
FIGURE N°7	Changement de superficies forestières du Tchad entre 1998 et 2015	40

CARTES

Carte n°1 : zones bioclimatiques du Tchad

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGES</u>
Sigles et Acronymes.....	3
Liste des tableaux et figures.....	5
PREFACE.....	9
RESUME EXECUTIF.....	10
 CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	
1.1- Projet EBT.....	13
1.2- Circonstances Nationales	14
1.3- Politiques nationales existantes sur le changement climatique et l'atténuation des priorités de développement	20
1.4- Sélection de secteur.....	21
 CHAPITRE 2 : ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL POUR LE TNA	
2.1- Equipe de l'EBT Nationale.....	22
2.2- Structures d'appui au projet.....	24
2.3 Processus de dialogue avec les parties prenantes.....	25
 CHAPITRE 3 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR D'ENERGIE	
3.1 Emission de GES et Technologies existantes de secteur d'Energie.....	26
3.2- Contexte de la décision.....	28
3.3- Aperçu de priorisation de la technologie d'atténuation du secteur d'Energie, potentiel d'atténuation et autres co-bénéfice.....	29
3.4 Critères et processus de priorisation de la technologie.....	30
3.5- Résultats des technologies prioritaires pour le secteur d'Energie.....	35
3.6 Pondération des critères.....	36
 CHAPITRE 4 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR D' AFFECTATION DES TERRES ET DE LA FORETERIE	
4.1- Emission de GES et Technologies existantes de secteur de la Foresterie.....	39
4.2- Contexte de la décision.....	41
4.3- Aperçu de priorisation de la technologie d'atténuation du secteur d'affectation des terres et foresterie, potentiel d'atténuation et autres co-bénéfice	47
4.4 Critères et processus de priorisation de la technologie pour le secteur d'affectation des terres et foresterie.....	45
4.5- Résultats des technologies prioritaires pour le secteur ATF.....	53

CHAPITRE 5 : RESUME ET CONCLUSION

5.1 Résumé.....	54
5.2 Conclusion.....	55

LISTE DES REFERENCES

ANNEXES

1. Fiches des technologies présélectionnées pour le secteur de l’Energie
2. Fiches des technologies présélectionnées pour le secteur d’Affectation des Terres et de la Foresterie ;
3. Liste des participants à l’atelier de démarrage de l’EBT du Tchad (adaptation et atténuation) du 06 au 07 août 2019 à N’Djaména
4. Liste des participants à la réunion du 05 septembre 2019
5. Liste des participants à l’atelier de validation du rapport d’atténuation du 05 novembre 2019 à N’Djamena

CLAUSE DE NON-RESPONSABILITE

Cette publication est un produit du projet "Evaluation des Besoins en Technologies", financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial (en anglais Global Environment Facility, GEF) et mis en œuvre par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (UNEP) et le centre UNEP DTU Partnership (UDP) en collaboration avec le centre régional ENDA Energie (Environnement et Développement du Tiers Monde -Energie). Les points de vue et opinions exprimés dans cette publication sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement les vues de l'UNEP DTU Partnership, UNEP ou ENDA.

Nous regrettons toute erreur ou omission que nous pouvons avoir commise de façon involontaire. Cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie, à des fins éducatives ou non lucratives sans autorisation préalable du détenteur de droits d'auteur, à condition que la source soit mentionnée. Cette publication ne peut être vendue ou utilisée pour aucun autre but commercial sans la permission écrite préalable du UNEP DTU Partnership.

PREFACE

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CNUCC) a désigné par le terme « changement climatique » les changements dus uniquement aux activités anthropiques, par opposition aux changements climatiques d'origine mésologique, c'est bien parce qu'elle situe les défis et le débat de l'action à entreprendre au niveau du comportement humain.

Fort de ces rapprochements désormais établis, le Tchad place la lutte durable contre la pauvreté et la lutte contre l'impact du changement climatique au même niveau de défis et comme luttés interdépendantes qui se renforcent mutuellement et dont le succès doit être réalisé conjointement, avec l'homme au centre de l'action.

La technologie climatique à laquelle aspire le Tchad, aujourd'hui en quête de rampes de lancement pour le Plan National de Développement (PND), apparait comme la voie idoine pour atteindre le double objectif recherché de développement propre, ancré sur la sphère des pauvres et porté par des outils innovants.

Le document "Evaluation des besoins en technologies climatiques III», dont il est ici question, et que j'ai le privilège aujourd'hui de préfacier la version finale est partagée en deux documents axés respectivement sur l'atténuation et l'adaptation.

Chacun de ces documents est organisé en une première partie consacrée à l'identification et priorisation des technologies d'atténuation et d'adaptation ; une deuxième partie ayant pour objectif principal, l'identification et l'analyse des barrières qui entravent le transfert et la diffusion des technologies climatiques , et une troisième proposant un plan d'actions technologiques articulé en un ensemble d'idées de projets.

J'espère qu'à travers cet ouvrage, le secteur privé et les investisseurs dans le sens large trouveront, comme moi, que la démarche méthodologique proposée est explicite, bien documentée et facile à suivre par les promoteurs des secteurs étudiés. Les autres secteurs, non pris en compte ici, trouveront de bonnes raisons pour s'en inspirer et concrétiser ainsi un plan d'action technologique et des idées de projets pour le grand bonheur de notre secteur privé. J'invite donc toutes les parties prenantes à en faire un bon usage.

Je ne saurais terminer cette préface sans saluer l'initiative et féliciter les auteurs du document sachant qu'il est le fruit d'un large consensus d'échanges et de concertation entre le Comité National sur les Changements Climatiques, son coordinateur, ses consultants nationaux et tous ceux qui ont participé en périphérie à sa réalisation : les représentants des Ministères clés, le Partenariat du PNUE et l'Université technique du Danemark (DTU) et ENDA Tiers Monde du Sénégal.

Le Ministre de l'Environnement, de la Pêche et du Développement Durable



MAHAMAT AHAMAT LAZINA

RESUME EXECUTIF

Conformément aux orientations de la politique du Gouvernement du Tchad en matière de développement, le Tchad aspire à devenir un pays émergent à l'horizon 2030. A cet égard, le Gouvernement entend, entre autres, renforcer la protection de l'environnement, l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation aux effets des changements climatiques.

La problématique de la protection de l'environnement est consacrée dans la constitution du Tchad et la Loi N°014/PR/1998 et définissent les principes généraux de protection de l'environnement. En 1992, le Tchad a signé la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et l'a ratifiée le 30 avril 1993. Le pays a produit deux Communications Nationales sur les Changements Climatiques (CNCC) conformément aux dispositions pertinentes de la CCNUCC ce qui démontre, la volonté du Tchad de contribuer efficacement à l'effort mondial de lutte contre le réchauffement global de la planète auquel le pays est très vulnérable eu égard à la fragilité de ses écosystèmes.

Le Tchad a soumis en 2015 à la CCNUCC sa Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN) qui atteste qu'il s'est engagé pour réduire ses émissions. Il se propose de réduire ses émissions de GES de manière à baisser son intensité carbone de 71% en 2030 par rapport à l'année de base 2010 et de lancer d'importants projets d'adaptation et d'atténuation dans tous les domaines et secteurs vulnérables aux changements climatiques (énergies, eau, agriculture, élevage, déchets, affectation des terres et foresterie). La mise en œuvre de la CPDN du Tchad nécessitera un grand appui de la communauté internationale au niveau du financement, mais aussi au niveau du renforcement des capacités et de transferts technologiques.

Dans cette optique, l'initiative d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT), lancée par le PNUE en partenariat avec la DTU et financé par le FEM dans plusieurs pays dont le Tchad, vient au bon moment pour soutenir ces efforts. Le projet d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) du Tchad a pour objet l'élaboration, à travers un large processus participatif de consultation des parties prenantes clés, d'un Plan d'Action Technologique permettant d'adopter et de diffuser des technologies prioritaires susceptibles de contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation du Tchad face aux changements climatiques.

Au Tchad, la coordination de l'ensemble du processus EBT est assurée par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche (MEEP) à travers la Direction de l'Education Environnementale et de la Lutte contre les Changements Climatiques (DEELCC) et dirigé par un Comité de Pilotage composé de représentants des institutions clés concernées, à savoir : (i) Ministère de l'Environnement, l'Eau et de la Pêche (MEEP), (ii) Ministère de l'Agriculture Irrigation et Equipements Agricoles (MAIEA), (iii) Ministère

de l'Enseignement Supérieur, Recherche et Innovation (MESRI), (iv) Ministère des Postes, Nouvelles Techniques de l'Information et de la Communication (MPNTIC), (v) Ministère de l'Economie et Planification du Développement (MEPD), (vi) Ministère du Pétrole et Energie (MPE), (vii) Ministère des Mines, Développement Industriel Commercial et Promotion du Secteur Privé (MMDICPSP), (viii) Ministère des Infrastructures et des Transports (MIT) et (ix) Ministère de l'Aviation Civile et de la Météorologie Nationale (MACMN).

Un dynamisme de concertation est permanent tout au long du processus du projet et se fait au sein de deux groupes de travail thématiques : un groupe atténuation et un groupe adaptation. Le groupe atténuation est composé de 16 membres, représentant un large éventail de parties prenantes.

La première étape du projet correspond au choix des technologies prioritaires qui feront l'objet du développement des Plans d'Actions Techniques d'atténuation des Gaz à Effet de serre.

Le choix des secteurs prioritaires pour l'atténuation a été effectué au cours de l'atelier de lancement qui s'est déroulé dans la période du 22 au 23 juillet 2019 au Centre d'Etude et Formation pour le Développement (CEFOD) du Tchad, avec la participation active des parties prenantes clés (institutions étatiques, secteur privé, ONGs, La Chambre de Commerce de l'Industrie, de l'Artisanat, des Mines et de l'Agriculture (CCIAMA) et Experts). Après concertation, le choix s'est porté sur les deux secteurs à savoir les Energies et l'Affectation des terres et foresterie (incluant le Transport).

Après une introspection des documents de références, des guides technologiques et de la base Techwiki Climatique, une première liste de technologies d'atténuation aspirantes pour les deux secteurs a été préparée par le consultant national, puis discutée et amendée par le groupe de travail d'atténuation lors de deux ateliers de concertation, organisés les 07-08 août 2019 et 05 septembre 2019. Plus d'une vingtaine de fiches technologiques a été analysées pour en présélectionner quatre (04) technologies, 02 pour chaque secteur.

La priorisation des technologies retenues a été faite par le groupe de travail atténuation sur la base de la méthode d'évaluation multicritère (MCA), en utilisant l'outil d'analyse qui a été fourni aux consultants nationaux lors de l'atelier de formation organisé à Saly au Sénégal du 24 au 26 avril 2019.

Le processus comprend quatre grandes étapes :

- ✓ L'identification des critères d'évaluation des technologies ;
- ✓ La pondération des critères d'évaluation des technologies ;
- ✓ La définition d'un système de notation des technologies selon les critères d'évaluation ;
- ✓ La notation et la priorisation multicritère des technologies.

Onze critères d'évaluation ont été retenus par le groupe de travail multisectorielle il s'agit de : de la réduction des émissions des gaz à effet de serre ; de la vulnérabilité de la technologie au changement climatique ; de l'adaptabilité de la technologie et du développement durable.

Toutes les technologies retenues contribuent au développement socio-économique de la population Faisabilité - Atténuation de gaz à effet de serre - Caractère stratégique pour le secteur de l'énergie, le processus de priorisation a conduit au choix de quatre (04) technologies prioritaires à savoir : (1) Le centrale solaire ;(2) Le pompage solaire ;(3) La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux : Cas du Karité (4) L'Agroforesterie pour l'amélioration de la Fertilité des Sols pour soutenir une Agriculture résiliente face aux changements climatiques: cas des savanes parcs et des Régénération Naturelles Assistées.

La prochaine étape consistera à évaluer le marché relatif à chaque technologie retenue et identifier les barrières qui s'opposeraient à sa diffusion, en vue de proposer un cadre propice pour surmonter tous les obstacles. Et le Plan d'Action Technologique (PAT) suggérera systématiquement les mesures pratiques nécessaires pour surmonter les obstacles liés aux politiques, aux finances et à la technologie.

La mission d'Évaluation des Besoins en Technologies du Tchad a pour objet d'identifier et de hiérarchiser les technologies contribuant aux objectifs d'adaptation et d'atténuation des GES pour le Tchad. D'analyser les barrières au développement, à l'acquisition et à la diffusion des technologies prioritaires. Et de Développer un Plan d'Action Technologique spécifiant le cadre de travail et les activités pour minimiser les barrières et faciliter le développement, le transfert, l'adoption et la diffusion des technologies prioritaires sélectionnées dans l'EBT du Tchad.

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1.1- Projet d'Evaluation des Besoins en Technologies

Le projet d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) est réalisé dans le cadre du Programme stratégique de Poznań sur le transfert des technologies. C'est une initiative de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) pilotée par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en partenariat avec le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) qui vise à appuyer les pays en développement faisant partie de la convention à mener des évaluations de leurs besoins technologiques. Dans ce cadre, des cycles d'Evaluation des Besoins en Technologies ont été réalisés.

Cette initiative a pour objectif d'assister les pays en développement à l'identification et l'analyse de leurs besoins technologiques prioritaires en vue de dégager un portefeuille des projets et d'établir un Plan d'Action Technologique facilitant le transfert et l'accès aux technologies propres, adaptées au contexte local du pays, tant pour l'adaptation que pour l'atténuation. Elle permet d'évaluer les besoins technologiques, les équipements, les techniques, les connaissances pratiques et les compétences indispensables pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et pour réduire la vulnérabilité des différents secteurs socio-économiques aux effets néfastes des changements climatiques.

La mission d'Evaluation des Besoins en Technologies (EBT) du Tchad a pour objet l'identification des technologies prioritaires d'atténuation des émissions des gaz à effet de serre (GES) et d'adaptation aux effets du réchauffement climatique. Elle vise l'élaboration, à travers un large processus participatif de consultation des parties prenantes clés, d'un Plan d'Action Technologique (PAT) permettant d'adopter et de diffuser des technologies susceptibles de contribuer à la réalisation des objectifs d'atténuation et d'adaptation du Tchad face aux changements climatiques. Plus précisément, les objectifs du projet « EBT III » peuvent être définis comme suit :

- ✓ Identifier et hiérarchiser les technologies contribuant aux objectifs d'adaptation et d'atténuation des gaz à effet de serre pour le pays ;
- ✓ Identifier et analyser les barrières au développement, à l'acquisition et à la diffusion des technologies prioritaires ;
- ✓ Développer un Plan d'Action Technologique spécifiant le cadre de travail et les activités pour supprimer les barrières et faciliter le développement, le transfert, l'adoption et la diffusion des technologies prioritaires sélectionnées.

Ce document présente le déroulement et les résultats de la première étape du projet à savoir l'identification et la priorisation des technologies d'atténuation du Tchad.

1.2- Circonstances Nationales

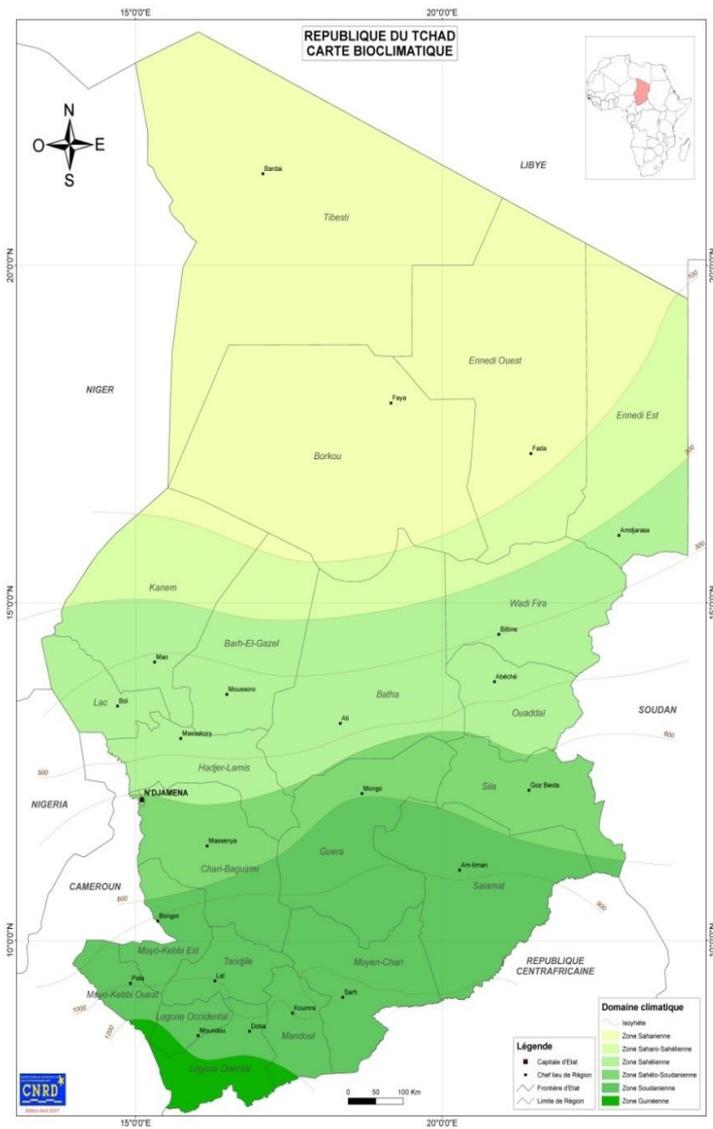
1.2.1-Géographie

Pays enclavé d'Afrique Central, le Tchad est situé au cœur de l'Afrique, à cheval entre le Maghreb et l'Afrique subsaharienne. Avec une superficie de 1 284 000 km², il s'étend entre 7°50' et 24° de latitude Nord et entre 14° et 24° de longitude Est. Il s'étale sur une longueur de 1700 km du nord au sud et sur 1000 km d'est en ouest. Et il est limité par six pays : au Nord la Libye, à l'Est le Soudan, au Sud la République Centrafricaine et à l'Ouest le Cameroun, le Nigeria et le Niger.

Le relief du Tchad est caractérisé par des massifs montagneux au Nord et au Nord-est culminant jusqu'à 1163 m. Des plateaux avec es inselbergs et une chaîne de montagnes au Centre-Est et de vastes plaines d'inondation occupent le Sud du pays entre le fleuve Logone et le fleuve Chari (300 à 400 m d'altitude).

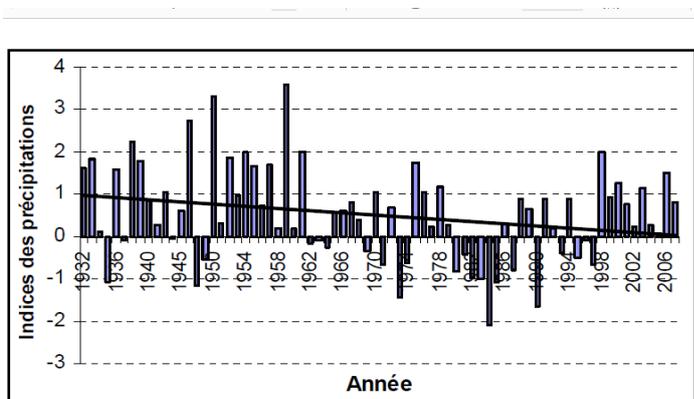
Trois grandes zones bioclimatiques, à savoir a zone saharienne, la zone sahélienne couvertes de bandes de steppes et de savanes arbustives et la zone soudanienne, couverte d'une végétation composée essentiellement des savanes arborées et de forêts claires et où les moyennes annuelles de pluviométrie fluctuent entre 100 à 1200 mm.(Cf. carte N°1).

A l'instar des pays du Sahel, le Tchad a été touché par le phénomène de variabilité climatique des années 1970 et 1980. D'une manière générale il existe, autour des années 1968-1972, une cassure dans la série des cumuls annuels (cf. Fig.1). La moyenne des cumuls annuels observée après la rupture est de l'ordre de 30 % inférieure à celle d'avant la cassure. Il y a donc eu manifestement un changement de régime pluviométrique au Tchad après 1970. Il s'agit d'une manifestation d'un changement du climat dû aux actions anthropiques couplée à une variabilité naturelle du climat.



Carte N°1 : zones bioclimatiques du Tchad

Figure N°1 : Evaluation des indices des averse de 1932 à 2006

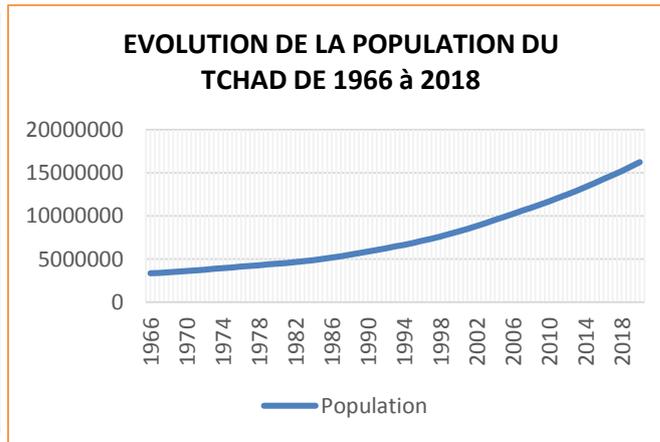
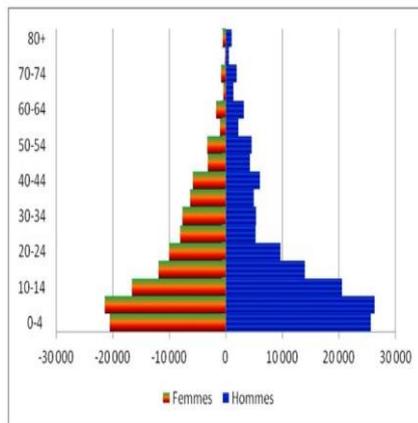


Source : DREM 2018

1.2.2- Démographie

L'évolution des indicateurs démographiques montre que la population du Tchad recensée en 2009 qui était de 11 100 000 d'habitants avec une densité de 8,6 habitants au Km² aurait atteint 15 100 000 habitants en 2018 et 16 248 322 Habitants en 2020. D'après les résultats définitifs du RGPH2, les femmes et les jeunes (Cf. Figure n°2) restent majoritaires avec une proportion de 50,6%, le taux d'accroissement annuel moyen est évalué à 3,6% (y compris les réfugiés). Cette évolution depuis 1960 caractérisée par une forte croissance démographique. Cette population relativement jeune continue à augmenter. (Cf. Figure n°3).

Figure N° 2 : **Pyramide des âges** Figure N° 3 : **Evolution de la population du Tchad**



Source : INSEED 2013

Source : SNAT – PSIDRAT 25014

1.2.3-Situation politique

Depuis l'avènement du multipartisme au milieu des années 90, le pays s'est réorganisé politiquement de 1990 jusqu'à nos jours. Le dialogue entre le pouvoir et l'opposition qui prévalu durant ces deux décennies s'est soldé par l'accord du 13 août 2007 visant à renforcer le processus démocratique au Tchad. Ce processus a contribué à l'amélioration de la stabilité politique de 2007 à 2019. La réforme institutionnelle de 2018 instaure la 4^{ème} République et modifie l'organisation administrative du pays en optant pour un Etat unitaire fortement décentralisé, en portant le nombre des provinces à 23, des départements à 107 et des communes à 377.

Par ailleurs, en dépit de la déconcentration de l'administration et de la gestion des affaires publiques, l'organisation administrative du Tchad reste fortement marquée par la concentration de certains services de l'État dans la capitale, notamment les services sociaux de base. Depuis 2009, le Tchad a retrouvé une stabilité politique et sécuritaire qui toutefois a été troublée par l'insécurité dans les pays voisins et la récente montée du terrorisme, principalement dans le bassin du Lac Tchad à partir de 2013.

Cette menace s'ajoute aux risques récurrents de conflits intercommunautaires sporadiques ayant fondé la nécessité d'instituer des cadres de dialogue et de

concertation entre les confessions religieuses et entre les communautés. Pour lutter contre ces bouleversements sociaux et écologiques, le Gouvernement du Tchad s’est employé à développer, depuis environ deux décennies, des politiques, des stratégies, des plans et autres projets pour la création des conditions idoines pour l’amélioration des cadres de vie, surtout en milieu rural, et pour une gestion rationnelle des ressources naturelles afin d’assurer un développement humain durable.

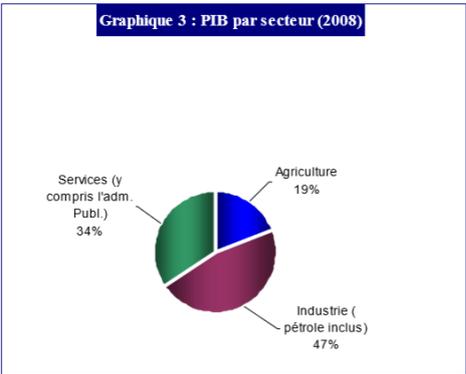
Le Gouvernement de la République du Tchad a adhéré et ratifié un certain nombre de Conventions et Accords Internationaux relatifs à la préservation de l’environnement et à la gestion rationnelle des ressources naturelles et qui relèvent, soit de l’Organisation des Nations Unies (O.N.U.) ou de l’Union Africaine (UA).

1.2.4- Situation Economique

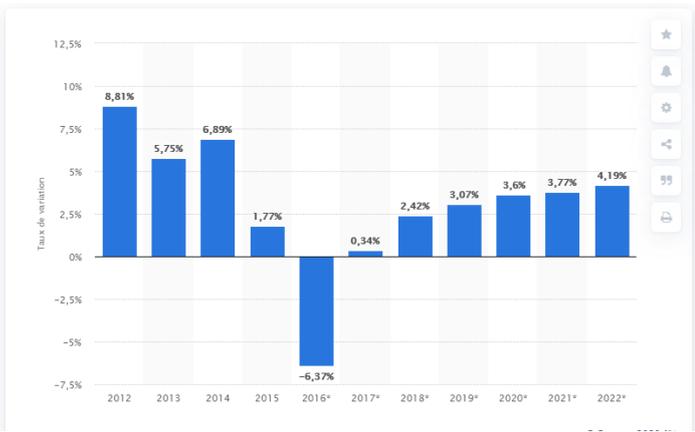
L’agriculture et l’élevage, qui constituaient les activités dominantes jusqu’au début des années 2000, ont été reléguées au second plan par l’exploitation des gisements Pétroliers de Doba dans le sud du pays à partir de 2003. Avant l’ère pétrolière, le secteur agricole représentait environ 36% du PIB et la quasi-totalité des exportations du pays (essentiellement le coton, le bétail sur pied et la gomme arabique).

Aujourd’hui, avec le développement de la production pétrolière (46% du PIB en 2008), le secteur agricole ne représente plus que 19% du PIB (Cf. Figure n° 4), bien qu’il continue d’être le principal pourvoyeur d’emplois avec près de 80% de la population active.

Figure n°4: PIB du Tchad en 2008 **Figure n°5** Evolution du PIB du Tchad de 2012 à 2022



Sources : SNAT – PSIDRAT 2014



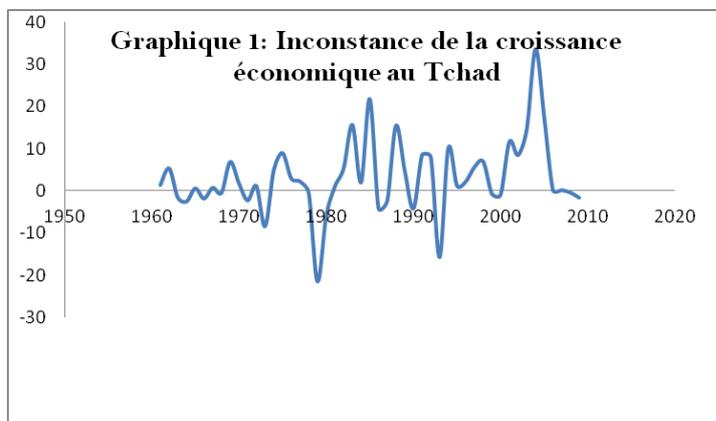
Sources : SNAT – PSIDRAT 2014

En 2018 en un an, le PIB par Tchadien a progressé de 1,6% pour s’élever à 888 dollars en 2019. Un chiffre qui vaut au pays la 22^{ème} place au triste classement des nations

les moins riches de la planète. Le Tchad affiche un produit intérieur brut, de plus de 11,37 milliards de dollars pour plus de 15 millions de Tchadiens en 2019. Selon la Banque mondiale, 46,7% d'entre eux vivaient encore sous le seuil de pauvreté 8 ans auparavant.

Le rythme de croissance économique connaît depuis les années soixante une fluctuations sensibles. Le Pic du pétrole des années 2000 c'est fléchi rapidement, juste quelques années après le boum pétrolier, ce qui explique la fragilité de l'économie Tchadienne qui est restée tributaire des fluctuations des cours internationaux de pétrole.

Figure N°6 : croissance économique du Tchad de 1950 à 2020



Source : INSEED 2009

Après deux années de récession (2016, 2017), suite à la baisse des cours du pétrole qui a conduit à une crise d'endettement, le taux de croissance est redevenu positif, atteignant 2,4 % en 2018 et 2019, poussé par la bonne tenue des céréales (+1,2 % de croissance en 2019), du coton (+142 %), et du pétrole (+14 %, soit 146 000 barils/jour). Le taux d'inflation s'est établi à 3,0 % pour 2019, restant dans la limite de la norme CEMAC de 3 %.

1.2.5-Situation Sociale

Le Tchad, de par son engagement, poursuivra les efforts de réduction des inégalités sociales et d'amélioration du bien-être des populations, de protection de l'environnement et de diversification économique.

Selon le PNUD, le Tchad demeure classé parmi les 10 pays les plus pauvres en termes de développement humain avec un Indice de Développement Humain (IDH) faible. Le Tchad est classé au 186^{ème} rang sur 188 par l'Index de Développement humain avec un taux de pauvreté de 46,7 %. Le taux de chômage est de 5,8 %, celui des jeunes diplômés étant très élevé, passant de 42 à 79.

Ce classement s'explique par une scolarisation limitée des enfants en âge scolaire et une espérance de vie inférieure aux moyennes mondiales et africaines. Selon

L'INSEED: La proportion de la population vivant en dessous du seuil de pauvreté est passée de 55% en 2003 à 46,7% en 2016. L'espérance de vie à la naissance a progressé de 49,6 ans à 51,9 ans entre 2010 et 2016; Le taux net de scolarisation a également progressé de 63,6% en 2014 contre 39% en 2000. L'accès aux services sociaux de base reste limité. En ce qui concerne l'accès à l'électricité, la proportion des ménages qui utilisent cette source d'éclairage est de 30% quelle que soit l'année. Paradoxalement, la tendance est à la baisse.

En effet, en dépit de la construction des nouvelles centrales, la proportion des ménages utilisant cette source d'éclairage est en constante baisse à cause de la croissance démographique et des problèmes de distribution. Par ailleurs, en ce qui concerne l'accès à l'eau potable, les ménages consomment principalement l'eau de puits (65,4% en 2004 et 50% en 2011. En revanche, il ya une hausse significative de l'accès à l'eau potable de 21% en 2000 à 52% en 2014.

1.2.6- Situation Energetique

Le Tchad recèle d'importantes potentialités énergétiques telles que les hydrocarbures, la biomasse et les énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire et l'énergie éolienne, dont l'exploitation aurait pu contribuer au développement du secteur. Mise à part le pétrole, le pays recèle d'énormes potentialités énergétiques, des recherches ont révélé un potentiel de gisement d'uranium. Le parc de production électrique se compose de centrales alimentées uniquement en gasoil (diesel).

Le Tchad dispose de ressources pétrolières dans le Sud du pays, estimées à environ 200 Mt avec deux principaux bassins : Doba (170 Mt) et Sidigui (30Mt). [Enerdata, 2013]. Les zones du Centre et du Sud-Ouest du pays révèlent également de potentiels d'uranium selon le Ministère des Mines. En ce qui concerne l'accès aux services énergétiques, la Société Nationale d'Electricité (SNE) est le principal opérateur public du secteur d'électricité. L'Etat détient 81 % du capital et la Caisse Française de Développement Economique 19%.

Bien que le Tchad soit un pays pétrolier, la consommation de produits pétroliers représente 3% de la consommation totale et celle d'électricité seulement 0,5%. La consommation nationale d'énergie est dominée à concurrence de 96,5% par la consommation de combustibles ligneux dont la productivité reste fortement dépendante du climat et ses variations. Cette surexploitation des ressources en bois pour les usages ménagers combinés au changement climatique ont conduit une déforestation supérieure à 90% du patrimoine national et une extinction de certaines espèces végétales de 1970 à nos jours.

1.3- Politiques nationales existantes sur le changement climatique et l'atténuation dans les priorités de développement

Les priorités nationales de développement du Tchad sont consignées dans le document du Plan National de Développement (PND). Le PND 2017-2021, document cadre de référence de la politique nationale des interventions de l'État et de ses partenaires, a pour objectif général de jeter les bases d'un Tchad émergent dans un climat de stabilité. De manière spécifique, il s'agit de : i) œuvrer pour un Tchad en paix, respecté et impliqué dans son environnement régional et international ; ii) donner la possibilité à chaque citoyen d'accéder à l'eau et à la santé, au logement, à l'énergie et à la mobilité ; et iii) bâtir un Tchad dynamique, fort économiquement et respectueux de l'environnement. Des politiques efficaces de population et de santé de la reproduction permettront de tirer bénéfice du dividende démographique, et ainsi d'améliorer l'accès de tous les Tchadiens aux services sociaux de base. Et ce document du PND 2017-2021 constitue le premier levier pour la concrétisation de la « Vision 2030, le Tchad que nous voulons ». Il posera les fondements structurels et institutionnels de l'émergence du Tchad en 2030.

Le Tchad a identifié aussi dans le document de la Stratégie de Croissance de Réduction de la Pauvreté (SNRP) certains secteurs prioritaires comme l'énergie, les ressources en eau, l'agriculture et la foresterie qui constituent des domaines d'atténuation possibles de gaz à effet de serre.

Le Gouvernement togolais en signant et ratifiant la CCNUCC , le Protocole de Kyoto (PK) et l'Accord de Paris sur le Climat, s'est engagé à mener des actions à moyen et à long terme par la mise en œuvre des technologies existantes en vue de contribuer à la réduction des émissions de gaz à effet des serre.

En tant que Partie à la CCNUCC Grace au soutien de plusieurs partenaires tant sur le plan bilatéral que multilatéral, y compris le FEM, le PNUD, le PNUE, la Banque Mondiale et le JAPON, le Tchad a élaboré et développé des documents et programmes stratégiques tels que : la contribution prévue déterminée au niveau national, (CPDN), les communications nationales (CNI, SCN,)), le Programme National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA), l'Auto-évaluation nationale des besoins en renforcement des capacités (ANCR), la stratégie nationale de la Lutte contre les Changements Climatiques, les mesures d'atténuation appropriées au niveau national MAAN/NAMA, la REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation).

1.4 Sélection de Secteur

Lors de la mission d'ENDA au Tchad en février 2019, une réunion s'est tenue dans la salle de réunion de la direction de l'Education Environnementale et de la Lutte contre les Changements Climatiques (DEELCC) du Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche (MEEP). Cette réunion avec la partie prenante extérieure (ENDA) a permis de discuter avec la Coordination du Projet EBT et le comité technique sur les technologies existantes et convenir du choix des secteurs considérés comme prioritaires pour une évaluation des besoins technologiques au Tchad.

De concert avec les parties prenantes, les secteurs prioritaires ont été choisis en tenant compte des orientations stratégiques de la CPDN, de la première et deuxième communication nationale et des priorités de développement (Plan National de Développement). Ils s'agissent :

ADAPTATION	ATTENUATION
Ressource en Eau	Energie
Agriculture	Forêt

CHAPITRE 2 : ARRANGEMENT INSTITUTIONNEL POUR L'EBT ET IMPLICATION DES PARTIES PRENANTES

Ce chapitre présente les différentes composantes du cadre institutionnel qui ont mené à bien le processus de sélection et de hiérarchisation des technologies prioritaires. Il présente aussi la composition et le rôle du comité national EBT, la coordination du projet, le rôle des consultants nationaux et enfin le processus d'engagement des parties prenantes. L'arrangement institutionnel retenu pour l'EBT au Tchad se base sur la structure institutionnelle proposée au consultant lors de l'atelier de renforcement des capacités régionales qui s'est tenu à Saly au Sénégal en octobre 2019

Le Gouvernement en conformité avec l'article 40 de la constitution de la 3^{ème} République, a pris des dispositions pour promouvoir un développement durable et a mis en place un cadre institutionnel et légal de gestion de l'environnement qui intègre les changements climatiques. Il s'agit notamment de :

- ✓ La ratification de la CCNUCC en 1993, le Protocole de Kyoto en 2009 et l'Accord de Paris sur le climat en 2017;
- ✓ La Loi N°014/PR/1998, Définissant les Principes Généraux de la Protection de l'Environnement ;
- ✓ La stratégie Nationale de la Lutte contre les Changements Climatiques en 2018 ;

- ✓ La stratégie de Réduction de la Pauvreté (DSRP) assorti du Plan National de Développement (PND) 2017-2021) ;
- ✓ Le mécanisme pour un développement propre (MDP) ;
- ✓ Les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et sa vision de faire du Tchad un pays émergent d'ici 2050 ;
- ✓ Le processus de planification nationale de l'adaptation (PNA) en décembre 2014
- ✓ L'engagement à mettre en œuvre de mesures d'atténuation appropriées au niveau national (MAAN) depuis 2015 ;
- ✓ La contribution prévue déterminée au niveau national en 2015.

Par ailleurs, des dispositions réglementaires intégrant les changements climatiques sont prises en compte dans les politiques, programmes, projets et plans de développement dans les secteurs concernés par les changements climatiques notamment l'énergie, l'agriculture, les transports, les forêts, etc.

2.1- Equipe du projet EBT

L'équipe du projet est constituée par :(i) Le Coordonnateur National du projet, (ii) Le Comité de Pilotage, (iii) Les deux Consultants Nationaux d'atténuation et d'adaptation et (vi) Les deux groupes de travail atténuation et adaptation Cette équipe a la responsabilité de la gestion, du suivi et de la réalisation des activités du projet depuis son démarrage, jusqu'à l'élaboration du Plan d'Action Technologique (PAT) et du rapport de synthèse.

2.1.1 Coordinateur national du projet

La coordination du projet est assurée par le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche (MEEP) à travers la Direction de l'Education Environnementale et de la Lutte contre les Changements Climatiques (DEELCC) dont le rôle est d'assurer la gestion du processus EBT, veillez au respect du planning et la qualité des livrables, la coordination entre les différents acteurs et de faciliter, notamment, la communication entre les membres du comité de pilotage, les consultants nationaux et les groupes de travail.

2.1.2 Comité de pilotage de l'EBT

L'organisation institutionnelle du projet EBT prévoit un comité de pilotage. Au Tchad, pour faciliter la structure du projet. Ce comité est constitué, entre autres, par des décideurs de haut niveau représentant les départements ministériels et les institutions concernés (parties prenantes) par les technologies en rapport avec l'atténuation des gaz à effet de serre et l'adaptation aux effets des changements climatiques.

Ce Comité est chargé d'accompagner le coordinateur national pour le suivi permanent des activités du projet et pour orienter le travail de l'équipe qui les met en œuvre. Par ailleurs et du fait qu'il contient, Le statut de hauts décideurs de certains membres du

Comité de Pilotage permettra ultérieurement d'assurer l'intégration des résultats du projet dans les stratégies sectorielles qui seront mis en œuvre dans leurs secteurs respectifs.

Ce Comité comprend (dix)10 membres représentant les principaux acteurs en relation avec le projet, comme indiqué dans le tableau n°1 (en annexe):

Ce comité se réunit à chaque fois que le besoin se fait sentir et intervient pour résoudre les problèmes et les difficultés pouvant surgir lors des différentes phases de réalisation du projet.

2.1.3- Consultants nationaux

A l'issu du processus de sélection, deux consultants nationaux ont été retenus pour réaliser les études avec l'assistance des experts de ENDA lors de leurs missions au Tchad : un Consultant pour la composante atténuation et un autre pour la composante adaptation. Et le projet s'appuie entre autres sur deux consultants nationaux : en atténuation : Dr OUYA BONDORO et en Adaptation : Dr ADYL BECHIR

Les consultants nationaux travaillent en étroite collaboration avec le comité de pilotage et les différents groupes de travail. Les consultants nationaux supportent entièrement le processus EBT en établissant et en lançant des activités telles que la recherche, l'analyse et la synthèse de supports au projet EBT.

Les consultants nationaux agissent comme conseillers techniques pour la conduite du projet et sont responsables de l'élaboration des PAT au niveau du pays. En collaboration avec le coordinateur national, les consultants établiront une approche participative pour le processus EBT en facilitant les tâches de communication avec toute l'équipe EBT ainsi que les parties prenantes.

Ainsi, pour la composante atténuation, un consultant national a été retenu avec pour tâches :

- ✓ d'apporter un soutien à l'identification et la catégorisation des secteurs prioritaires du pays en matière d'atténuation des émissions de GES ;
- ✓ d'identifier et prioriser des technologies pour l'atténuation des émissions de GES à travers un processus participatif avec une implication des parties prenantes pertinentes ;
- ✓ de faciliter avec les groupes de travail le processus d'analyse de la manière dont les technologies prioritaires peuvent être mises en œuvre dans le pays et la manière dont les conditions de mises en œuvre pourraient être améliorées en faisant face aux barrières et en élaborant un cadre propice ;
- ✓ de préparer le plan d'actions technologiques (PAT);
- ✓ de préparer les rapports EBT et faire l'analyse des barrières et l'évaluation des marchés ;
- ✓ d'élaborer le rapport final pour le pays.

2.1.4 Groupes de travail technologiques sectoriels

L'identification des technologies recommandées pour les secteurs prioritaires ainsi que les mesures d'accompagnement nécessaires à la réussite du projet EBT, ont nécessité la mise en place des Groupes de Travail (GT) suivants :

- ✓ Groupe de travail atténuation ;
- ✓ Groupe de travail adaptation.

Ces deux groupes de travail sont constitués par des cadres représentant les parties prenantes en charge des secteurs prioritaires et appartenant aux secteurs public et privé et autres organisations non gouvernementales et qui auront par la suite à décider pour les technologies appropriées, analyser les barrières et recommander un cadre de travail pour chaque secteur.

En ce qui concerne l'atténuation, le groupe de travail est constitué de douze (12) membres représentant les parties prenantes dans le tableau N°2ci-dessus :

2.2- Structures d'appui au Projet EBT

2.2.1 UNEP DTU Partnership (UDP)

UDP est l'agence d'exécution du projet au niveau mondial avec un rôle principal dans le soutien des pays du projet EBT à travers l'organisation d'une structure institutionnelle adéquate pour conduire l'EBT dans les pays

En coopération avec UDP, ces centres jouent un rôle important dans la fourniture de soutien technique aux équipes nationales de l'EBT. Leurs principales responsabilités sont les suivantes :

- ✓ Faciliter les ateliers régionaux de formation aux pays ;
- ✓ Fournir un soutien technique pour les pays pendant toute la mise en œuvre du projet, avec des missions ponctuelles d'appui dans les pays ;
- ✓ Fournir aux pays des avis / conseils à travers le "help desk"
- ✓ Fournir des descriptions pour les technologies qui ne trouvent pas dans les guides EBT, la base de données de fiches d'information des pays, ou sur la Techwiki3 climatique ;
- ✓ Organiser et faciliter le partage de l'expérience entre les pays ;
- ✓ Réviser et commenter les rapports élaborés par les pays.

2.2.2 Les Centres Régionaux

Le projet engage, dans chacune des régions (Amérique latine, Afrique et Asie), des centres régionaux pour soutenir le processus EBT dans les pays. Pour le Tchad, c'est ENDA Energie basée au Sénégal qui assure l'appui technique dans ledit Projet. En coopération avec UDP, ces centres jouent un rôle important dans la fourniture de

soutien technique aux équipes nationales de l'EBT. Leurs principales responsabilités sont les suivantes :

- ✓ Faciliter les ateliers régionaux de formation aux pays ;
- ✓ Fournir un soutien technique pour les pays pendant toute la mise en œuvre du projet, avec des missions ponctuelles d'appui dans les pays ;
- ✓ Fournir aux pays des avis / conseils à travers le "help desk"
- ✓ Fournir des descriptions pour les technologies qui ne trouvent pas dans les guides EBT, la base de données de fiches d'information des pays, ou sur la Techwiki3 climatique ;
- ✓ Organiser et faciliter le partage de l'expérience entre les pays ;
- ✓ Réviser et commenter les rapports élaborés par les pays.

2.3 Processus de dialogue avec les parties prenantes dans le suivi de l'Évaluation des Besoins Techniques

Les parties prenantes ont un rôle principal à jouer dans le processus de conduite du projet EBT car elles sont étroitement impliquées dans sa préparation jusqu'à la mise en œuvre.

L'atelier de lancement du projet EBT du Tchad s'est tenu le 22-23 juillet 2019 dans la salle de réunion du MEEP. Cet atelier a connu la participation d'une quarantaine d'acteurs venus des services publics, du secteur privé, de la société civile, de l'Université de Ndjaména, du comité de pilotage du projet, de l'équipe de coordination et des consultants nationaux.

L'objectif principal de cet atelier était d'une part, de lancer officiellement le processus EBT dans le cadre de l'adaptation et de l'atténuation des changements climatiques au Tchad et d'autre part d'informer les acteurs clés sur ce processus afin de faciliter leur implication et de permettre la bonne réalisation du projet EBT au Tchad.

Cette rencontre a permis également de convenir avec toutes les parties prenantes, d'un plan de travail 2019-2021 du processus EBT au Tchad, de détailler les principales étapes du processus (Identification et hiérarchisation des Technologies, Analyse des barrières et cadre propice, Plan d'Action Technologique).

CHAPITRE III : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR DE L'ÉNERGIE

Ce chapitre explique comment les technologies pour atténuer les émissions de GES dans le secteur de l'énergie sont choisies dans le pays.

3.1-Emissions de GES et Technologies existantes du secteur énergie

Au Tchad, le secteur énergétique regroupe les centrales électriques, l'exploitation pétrolière, les unités industrielles, le secteur de transport et le secteur résidentiel. Ce dernier est caractérisé par une forte consommation des combustibles ligneux (bois et charbon de bois) qui représentent plus de 90% de la consommation totale d'énergie du pays.

L'utilisation des énergies conventionnelles (produits pétroliers et électricité) occupe une part marginale dans le bilan énergétique national. Ces énergies, bien que déterminantes dans le développement d'une économie moderne, ne représentent qu'à peu près 10% de la consommation totale d'énergie dans le pays. Le Tchad regorge également d'énormes potentialités en énergies renouvelables notamment les solaires, l'éolien et la biomasse mais qui ne sont qu'à leur début d'exploitation.

L'industrie au Tchad est moins développée et qui se caractérise par une faible diversité des unités de production et, de surcroît, est handicapé par de forts coûts de production (énergie, taxes sur les transports) et par l'existence d'une intense activité non maîtrisée de produits importés. La faiblesse du secteur de transformation est liée à celle d'un secteur privé plus tourné vers le commerce que vers les activités productrices. Le secteur manufacturier est assez restreint et constitué entre autres de :

- La Société Cotonnière du Tchad (Coton Tchad), avec ses usines que sont l'huilerie et la savonnerie ;
- La Compagnie Sucrière du Tchad (CST) qui fabrique du sucre à partir de la canne à sucre et le commercialise ;
- Les Brasseries Du Tchad (BDT), une entreprise de production de boisson alcoolisée et non alcoolisée ;
- La Manufacture de la Cigarette du Tchad (MCT) qui se charge de la production et de la vente des cigarettes ;
- La Nouvelle Société Textile du Tchad de Sarh (NSTT) ;
- La Société Nationale de Cimenterie (SONACIM).

Dans la dynamique des autres pays du monde qui s'engagent vers des économies à faible émission de carbone, le Tchad s'est résolument orienté vers la création d'un environnement favorable pour les investissements dans les technologies propres, efficaces et renouvelables.

En effet, malgré les énormes ressources énergétiques renouvelables dont dispose le Tchad (l'énergie solaire, éolienne ou biomasse, seulement), 6,4% de la population a accès à l'électricité ou les services fournis. 96,5% des besoins en énergie domestique de la population sont couverts par les combustibles ligneux alors que la quasi-totalité de la capacité de production d'électricité du pays est basée sur les combustibles fossiles (SDSET).

La politique sur les énergies vise donc à assurer une utilisation accrue des sources d'énergies renouvelables ceci pour l'approvisionnement en électricité du réseau et la fourniture de l'accès aux services énergétiques en particulier dans les zones rurales. Dans la vision 2030 « Le Tchad que nous voulons », le Tchad s'est fixé un objectif d'augmenter le pourcentage des ménages ayant accès aux énergies renouvelables de 2 à 25%. Cependant le Tchad regorge de potentiel solaire avec le nombre d'heures d'ensoleillement annuel qui varie de 2850h au Sud à 3750h au Nord et une intensité du rayonnement global qui varie en moyenne entre 4,5 à 6,5 kWh/m²/j, l'éolien se situe surtout dans le Nord du pays avec des vitesses dépassant 7m/s (source ANAM) et de la biomasse au Sud du Pays.

Le secteur de l'énergie électrique au Tchad est régi par la loi N°014/PR/99 du 15 juin 1999 relative à la Production, au Transport et à la Distribution de l'Énergie Électrique. Les institutions qui assurent la gouvernance sont : (i) Le Ministère du Pétrole et de l'Énergie (MPE) à travers la Direction Générale de l'Énergie et des Énergies Renouvelables, (ii) la Société Nationale d'Électricité (SNE), (iii) l'Agence de Développement des Énergies renouvelables et (iv) l'Agence de Régulation du Secteur de l'Énergie Électrique (ARSEE) qui n'est pas encore opérationnelle. Il n'existe pas un organe spécifique pour l'électrification rurale.

Bien que le Tchad soit un pays pétrolier, la consommation de produits pétroliers représente 3% de la consommation totale et celle de l'électricité est de 0,5%. La consommation nationale d'énergie est dominée à concurrence de 96,5% par les combustibles ligneux dont la productivité reste fortement dépendante du climat et ses variations. Cette surexploitation des ressources en bois pour les usages ménagers combinés au changement climatique ont conduit à une déforestation supérieure à 90% du patrimoine national et une extinction de certaines espèces végétales de 1970 à nos jours.

Cependant le pays dispose d'un bon potentiel en énergies renouvelables (solaire de 4,5 à 6,5 kWh/m²/j sur tout le territoire, éolien de 4 à 7 m/s au Nord, et la biomasse au Sud) ainsi que des possibilités d'interconnexion du réseau électrique avec les pays voisins qui permettraient d'utiliser l'énergie d'origine hydraulique. Le niveau de pénétration des énergies renouvelables n'est que de 1% sur le plan national, car la production de l'électricité est essentiellement thermique.

3.2-Contexte de la Décision

Cette partie présente le contexte de la décision à travers la politique, le cadre institutionnel et juridique, l'évolution de la demande, les objectifs du secteur et les défis à relever.

➤ **La politique**

La politique générale du Gouvernement en matière d'énergie vise les objectifs suivants :

- ✓ assurer l'approvisionnement énergétique à moindre coût et améliorer la qualité du service afin de créer des conditions favorables au développement économique et social ;
- ✓ renforcer la coopération régionale en vue d'assurer au pays les meilleures conditions d'approvisionnement énergétique et diversifier les sources ;
- ✓ évaluer et exploiter les ressources énergétiques nationales afin de garantir la sécurité énergétique du pays ;
- ✓ Encourager une utilisation plus efficace de l'énergie sous toutes ses formes dans l'optique de la gestion rationnelle des ressources ;
- ✓ Permettre l'accès de la population à l'énergie électrique sur l'ensemble du territoire national ;
- ✓ Promouvoir un développement énergétique propre tenant compte de la préservation de l'environnement ;
- ✓ Mettre en place un cadre institutionnel et juridique favorable à la participation du privé au développement du secteur.

➤ **Le Cadre juridique et institutionnel**

Quatre principaux ministères jouent un rôle essentiel dans le secteur de l'Énergie au Tchad. Il s'agit du : (i) Ministère de l'économie et des Finances qui s'occupe de la recherche des financements des projets du secteur et par lequel l'État finance des projets d'investissement publics ; (ii) Ministère des Mines et de l'énergie qui met en œuvre la politique du gouvernement dans le secteur, oriente et coordonne les initiatives prises dans le domaine ;(iii) Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche qui met en œuvre la politique du gouvernement pour la réglementation, le suivi et le contrôle de l'exploitation des forêts, pour la production et la distribution des combustibles ligneux et (iv) Ministère du Commerce qui fixe les prix des produits pétroliers et participe au comité de fixation du tarif de l'électricité.

Pour accroître sensiblement l'accès à l'électricité en zone rurale, beaucoup de pays (mais pas tous) ont décidé de :

- (i) créer une nouvelle institution (Agence d'électrification rurale, par exemple) qui se consacre uniquement à cette activité, assure les services en faisant appel à toute une gamme de prestataires (petites entreprises privées, ONG, population,

- etc.), propose différents niveaux de service et de tarification, soutient les activités productives et fait la mise de fonds initiale ;
- (ii) et (ii) laisser la principale compagnie d'électricité se concentrer sur les zones urbaines/périurbaines en utilisant différents outils.

Le Tchad doit tirer parti de l'acquis des pays émergents, préparer une stratégie d'électrification rurale et un plan d'application qui répondent à ses objectifs dans le respect de ses traditions et assurer la viabilité à long terme.

3.3 Aperçu des options possibles de la technologie d'atténuation du secteur Energie, potentiel d'atténuation et autres co-bénéfices

3.3.1 Options possibles de la technologie d'atténuation du secteur Energie et Transport et leurs potentialités

Les potentialités en hydrocarbures sont déjà confirmées par l'exploitation du bassin de Doba depuis 2003 et le gisement pétrolier de Sédigui dans la région de Lac Tchad comprenant du gaz dont le potentiel est estimé à 20 000 tonnes par an. La population doit aussi penser à l'économie de l'électricité tout en pensant, si y a moyen, à l'utilisation des panneaux photovoltaïque pour diminuer à long termes leur budget sur leur consommation en électricité car la Loi N°014/PR/99, du 15 juin 1999, relative à la production, au transport et à la distribution de l'énergie électrique a levé le monopole de la production que détenait la STEE.

Concernant, l'énergie solaire, le Tchad se situe parmi les pays les plus ensoleillé de la planète totalisant un ensoleillement annuel de 2850 heures au sud à 3750 heures au nord. L'intensité du rayonnement global varie en moyenne de 4,5 à 6,5 kWh/m²/j. Quant à l'énergie éolienne, la vitesse moyenne des vents calmes varie de 2,5 m/s à 5m/s du sud au nord.

Pour l'instant les potentiels du Tchad en énergie renouvelable (solaire, biomasse, éolienne etc.) ne peuvent être développés faute de moyen et de la maitrise de la technologie, mais toutefois la création d'un Centre de Développement des Energie Renouvelables (CDER) pour le développement futur du secteur.

-Les défis : En somme, les défis en matière d'énergie sont énormes : l'objectif global est de développer un système de production, de transport et de distribution d'énergie électrique plus économique et plus fiable d'une part et, de promouvoir les énergies alternatives propres en vue de protéger l'environnement d'autre part.(Cf. PND), pour ce faire, il faut :

- ✓ Rendre l'accès facile à l'électricité à une majeure partie de la population ;
- ✓ Faciliter l'accès au gaz butane et à ses équipements dans tous les ménages afin de suppléer le bois et ses dérivés ;
- ✓ Promouvoir les énergies renouvelables (solaires et éoliennes) en proposant des facilités de toutes sortes et en facilitant l'accès de ces énergies à tous les ménages ;
- ✓ Libéraliser le secteur de l'énergie.

Les stratégies retenues sont de trouver des solutions qui permettent à la majorité de la population tchadienne d'avoir accès à l'électricité au moindre coût et à utiliser au mieux les énergies renouvelables dans toutes les régions (solaire, éolien).

3.3.2 Les Co-bénéfices du secteur Energie

Le Ministère du Pétrole et de l'Energie a la responsabilité du secteur de l'énergie et coordonne la politique énergétique du pays. Le Ministère des Finances définit la fiscalité sur les produits énergétiques. Le Ministère du Commerce et de l'Industrie intervient dans le contrôle et la fixation des prix des produits pétroliers et des tarifs de l'électricité. La Direction des Forêts et de la Protection de l'Environnement du Ministère de l'Environnement et de la Pêche est chargée du contrôle de l'exploitation des ressources forestières.

En 2009, d'autres sources d'éclairage ont fait leur apparition : lampe à pile (38,8%), panneau solaire (0,1%), groupe électrogène (1,0%) et lampe à gaz (0,5%). Pour pallier cette situation, le Gouvernement a élaboré une politique énergétique du Tchad à travers le « Plan Stratégie d'Amélioration de la Gestion et de la Gouvernance de l'Energie ». La Société Nationale de l'Electricité (SNE), principale institution de fourniture de l'électricité présente une situation caractérisée entre autres par la vétusté du réseau de distribution électrique, le déséquilibre financier et la contre-performance commerciale.

Conscient de l'importance de l'énergie pour le développement du pays, le gouvernement a installé à N'Djamena une centrale d'Electricité de 60 MW qui est présentement opérationnelle. En outre, la raffinerie de Djarmaya fournira 20 MW à la Ville de N'Djamena. L'urgence est de résoudre la question du réseau de N'Djamena afin de permettre aux usagers de bénéficier de cette capacité de production. Par ailleurs, l'Etat a décidé, dans le cadre de son soutien au social et aux opérateurs, de réduire le coût de KWH à 125 F CFA soit une baisse de 49% **SDSET**. La mise en service de la raffinerie de Djarmaya produisant du gaz et l'accès à des réchauds sur le marché à des prix raisonnables sont des éléments majeurs qui contribueront à terme à la substitution du bois par le gaz butane.

3.4 Critères et processus des priorités pour le secteur Energie

En conformité avec les dispositions et cadre de développement durable du pays, une liste de quinze (15) technologies d'atténuation dans le secteur d'Energie a été proposée par le consultant national pour être analysée par les parties prenantes. Ces technologies sont retenues compte tenu des guides EBT, des conditions propres aux pays et des résultats contenus dans les sources nationales comme les communications nationales. Chaque technologie est présentée sous forme d'une fiche technologique documentée à partir de sources nationales (parties prenantes, documents de politiques, stratégies, programmes, projets dans le sous-secteur) et de sources en ligne d'information sur les technologies comme

Ces fiches ont été présentées au groupe de travail sur le secteur d'énergie et au comité de pilotage EBT pour analyse et validation. Chaque technologie identifiée est présentée sous forme de fiche avec les caractéristiques suivantes :

- ✓ Introduction ;
- ✓ Description ;
- ✓ Potentiel de réduction des GES ;
- ✓ Conditions propres au pays ;
- ✓ Situation de la technologie au Tchad ;
- ✓ Impact sur le développement social ;
- ✓ Impact Economique ;
- ✓ Impact Environnemental ;
- ✓ Hypothèses de déploiement de la Technologie
- ✓ Echéance d'application ;
- ✓ Acceptabilité sociale ;
- ✓ Marchés potentiels ;
- ✓ Coûts des investissements et ;
- ✓ Autres.

Tableau N° 3 : Liste de technologies identifiées pour le secteur d'énergie avant la priorisation

N°	Nom de la Technologie	Etat actuel de la technologie au Tchad
1	Centrale solaire PV	Non réalisé
2	Centrale éolienne	Non réalisé
3	Gazéification de la biomasse	Non réalisé
4	Centrale hydroélectrique	Non réalisé
5	Centrale thermo-solaire	Non réalisé
6	Pompage solaire PV	Quelques réalisations en zone rurale
7	Cuiseur solaire	Non réalisé
8	Chauffe-eau solaire	Quelques réalisations en zone rurale
9	Foyers améliorés	Très peu de réalisation en zone rurale
10	Kit solaire PV	Quelques réalisations en zone rurale
11	Lampadaire solaire	Très peu de réalisation en zone rurale
12	Biogaz pour la production d'électricité	Non réalisé
13	Biodiesel pour le transport	Non réalisé
14	Bioéthanol pour le transport	Non réalisé
15	Véhicule électrique	Non réalisé

L'analyse multicritères (AMC) facilite la participation des parties prenantes et permet donc des jugements normatifs, tout en intégrant le savoir-faire technique dans l'évaluation des technologies d'atténuation. Sur la base de l'évaluation, les technologies d'atténuation sont classées par ordre de priorité pour indiquer quelles technologies devront être mises en œuvre en premier. L'AMC a servi à comparer plusieurs options à travers un ensemble de critères multiples. L'AMC a été également utilisée pour prioriser les quinze (15) technologies identifiées.

L'AMC a fourni un cadre structuré pour comparer un certain nombre de technologies d'atténuation à travers de multiples critères. Elle a servi à hiérarchiser les technologies d'atténuation en prenant en compte les préférences des acteurs impliqués dans le processus. Les actions méthodologiques suivantes ont servi à réaliser l'AMC:

- ✓ Établir le contexte entourant la décision ;
- ✓ Identifier les options ;
- ✓ Identifier les critères ;
- ✓ Décrire la performance attendue de chaque option par rapport aux critères ;
- ✓ Pondérer. (Attribuer des poids pour chacun des critères afin de refléter leur importance pour la prise de décision) ;

- ✓ Combiner les poids et les scores pour chacune des options pour en tirer une valeur globale;
- ✓ Examiner les résultats ;
- ✓ Procéder à une analyse de sensibilité des résultats de tout changement intervenant dans les scores ou pondérations.

- **Processus de sélection des technologies**

Au cours d'un atelier regroupant les acteurs du groupe sectoriel sur l'atténuation et l'équipe de coordination du projet EBT, le consultant a présenté les 15 fiches technologiques. Les critères sur lesquelles se sont portées les discussions et échanges entre parties prenantes pour les technologies proposées sont: le coût, la maturité, le potentiel, la situation de la technologie, la maîtrise de la technologie, l'hypothèse de diffusion, l'échelle d'application de la technologie, la réduction de GES, les impacts de la technologie sur le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement. Ces critères sont définis dans le tableau 4

Tableau N°4 : Critère et Eléments d'appréciation

N°	Critères	Eléments d'appréciation
1	Coût	Coûts de transfert de la technologie (Coût de mise en place, d'exploitation et de maintenance)
2	Maturité	Technologie testée et éprouvée dans d'autres pays
3	Potentiel de réduction des GES	Capacité à réduire les Gaz à effet de serre
4	Situation de la technologie	Nouvelle, déjà utilisée dans le pays, Expertise locale développée
5	Développement social	Contribution au développement social et durable (réduire la pauvreté, l'inégalité, améliorer la santé),

Le consultant national et le coordonnateur d'EBT ont joué les rôles de modérateurs entre les parties prenantes pour arriver à un consensus compte tenu des notations et des justifications des critères de chaque partie prenante.

3.5 Résultats des technologies prioritaires pour le secteur de l'Énergie

Le processus de choix a basé sur une évaluation à 3 critères : économique, social et environnemental avec des poids définis par les participants de manière consensuelle.

1. Impact social, l'indicateur est : Emploi et création des activités génératrices des revenus pour les femmes ;
2. Impact Economique, l'indicateur est : le Produit Intérieur Brut (PIB)
3. Environnemental, l'Indicateur est : l'Emission des GES.

Le tableau ci-dessous présente les poids accordés à chaque critère par les parties prenantes. On constate qu'un fort poids (40%) a été retenu pour le critère "Emission de GES" car les potentiels d'atténuation des technologies ont été jugés prioritaires. Par contre, pour les deux autres critères, on a attribué 45%, par rapport au développement socio-économique.

Tableau N°6 : Système de notation des secteurs selon les critères

Très faible	Faible	Moyen	Elevé	Très Elevé
1	2	3	4	5

Tableau N°7 : Coefficients de pondération des critères

Coefficients de pondération accordés à différents critères en incluant la dimension genre			
CATEGORIE		CRITERE	POURCENTAGE
Coûts		1-Coût de la technologie	25
Avantages	Economiques		
	Sociaux	2-Contribution de la technologie à l'épanouissement de la femme et des jeunes	20
		3-Sécurités énergétique/alimentaire/Matériels	25
		4-Réduction des émissions de gaz à effet de serre	15
	Environnementaux	5-Conservation et protection durable des écosystèmes et de la biodiversité	15
		TOTAL	100

Tableau N°5 : Pondération des critères de notation pour la sélection des critères

	Impact Economie	Impact Social	Environnement
Indicateur	PIB	Revenu potentiel	Emissions de GES
Pondération	25 %	45%	30%

Tableau N°8 : Notation des technologies du secteur de l'Énergie

Technologies	CRITERES PROPOSES					
	Critère 1	Critère 2	Critère 3	Critère 4	Critère 5	
Echelle	1 à 5	1 à 5	1 à 5	1 à 5	1 à 5	Total
Centrale solaire PV	4	4	3	3	2	16
Centrale éolienne	3	2	3	2	2	13
Gazéification de la biomasse	4	3	2	3	2	14
Centrale hydroélectrique	4	2	2	1	2	11
Centrale thermo-solaire	4	1	1	1	1	8
Pompage solaire PV	4	3	3	3	2	15
Cuiseur solaire	3	2	3	2	3	13
Chauffe-eau solaire	3	1	3	2	3	12
Foyers améliorés	3	3	2	3	3	14
Kit solaire PV	4	3	2	3	2	14
Lampadaire solaire	4	2	2	2	2	12
Biogaz pour la production d'électricité	3	1	2	1	2	9
Biodiesel pour le transport	3	1	1	1	2	8
Bioéthanol pour le transport	3	1	1	1	2	8
Véhicule électrique	4	1	1	1	2	9

Une matrice de performance ci-dessus a été obtenue en notant les technologies en fonction des critères qui varient de 1 à 5. La technologie préférée obtient un score sur 5, lorsque l'option est la moins conseillée son degré de préférence est 1.

3.6 Pondération des critères

Les critères retenus n'ont pas probablement le même poids d'importance sur le choix de la technologie. Dans le but d'attribuer des valeurs quantitatives à l'importance relative des critères, on doit attribuer des coefficients de pondération en adoptant la méthode participative. Les parties prenantes auront à se prononcer pour donner leur point de vue sur les valeurs à attribuer dans l'hypothèse que le nombre total de critères est égal à 100. Tous les critères doivent être divisés en plusieurs parts de différentes tailles.

A l'issue de ce séminaire, un tableau final d'hierarchisation des technologies dans le secteur de l'énergie doit être dressé.

Tableau N° 11 : **Hierarchisation des technologies du secteur de l'énergie**

Technologies	Note Pondérée	Rang
Centrale solaire PV	330	1 ^{er}
Centrale éolienne	250	4 ^{ème}
Gazéification de la biomasse	285	3 ^{ème}
Centrale hydroélectrique	235	6 ^{ème}
Centrale thermo-solaire	175	9 ^{ème}
Pompage solaire PV	310	2 ^{ème}
Cuiseur solaire	265	4 ^{ème}
Chauffe-eau solaire	245	7 ^{ème}
Foyers améliorés	275	5 ^{ème}
Kit solaire PV	285	3 ^{ème}
Lampadaire solaire	250	4 ^{ème}
Biogaz pour la production d'électricité	190	8 ^{ème}
Biodiesel pour le transport	165	10 ^{ème}
Bioéthanol pour le transport	165	10 ^{ème}
Véhicule électrique	190	8 ^{ème}

Tableau N° 12 : Classement des technologies du secteur de l'énergie

Rang	Technologies	Note Pondérée
1 ^{er}	Centrale solaire PV	330
2 ^{ème}	PV Pompage solaire PV	310
3 ^{ème}	Kits solaires PV	285
4 ^{ème}	Gazéification de la biomasse	285
5 ^{ème}	Centrale éolienne	250

CHAPITRE 4 : PRIORISATION DES TECHNOLOGIES POUR LE SECTEUR D'AFFECTATION DES TERRES ET DE LA FORESTERIE

Ce chapitre explique comment les technologies atténuent les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur d'Affectation des Terres et Foresterie sont choisies dans le pays. La méthodologie préconisée par le projet EBT a été appliquée en vue d'une première identification des technologies pour l'atténuation. Et cette partie présente le processus de priorisation des technologies pour le secteur d'Affectation des terres et de la foresterie. Le choix des technologies pour l'atténuation a été précédé d'une revue de la documentation, notamment par des analyses des documents de planification du secteur en vue de :

- ✓ mieux comprendre les priorités définies ainsi que les expérimentations et expériences acquises dans le secteur à travers les programmes et les projets mis en œuvre, en cours et planifiés ;
- ✓ faire l'état des lieux des principaux acteurs et intervenants clés ; saisir les objectifs et les opportunités de développement du secteur, et de cerner les défis et contraintes auxquels le secteur fait face sous contraintes climatiques.

4.1. Emissions de GES et Technologies existantes pour le secteur Affectation des terres et foresterie

Le secteur d'Affectation des terres et foresterie contribue beaucoup à la séquestration des Gaz à Effet de Serre (GES).

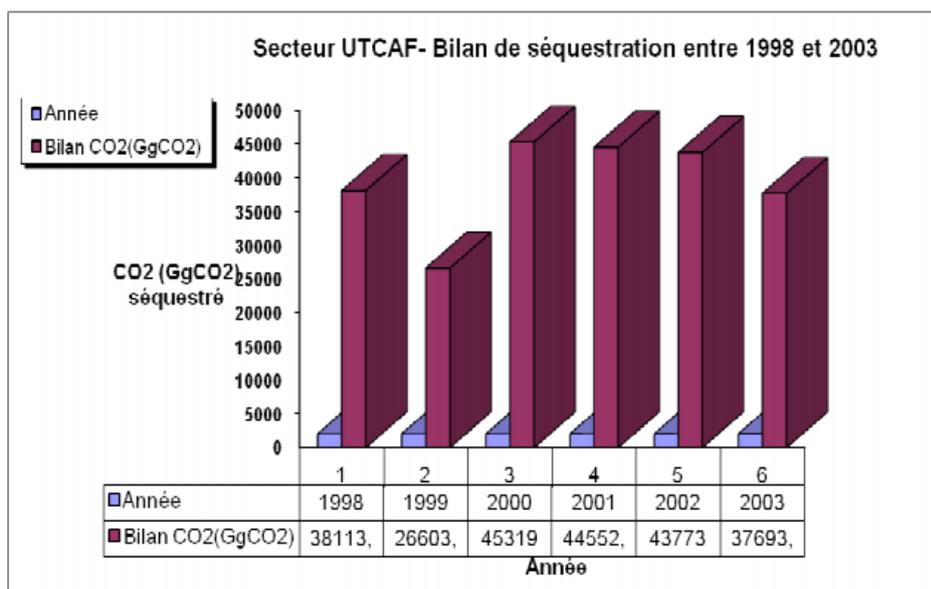


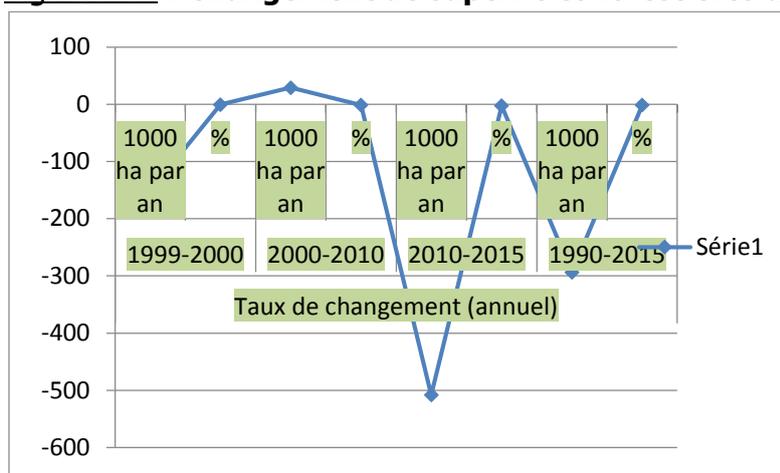
Figure 7 : Bilan de séquestration entre 1998 et 2003. Source: DCNCC

Le secteur d'affectation des terres et de la foresterie a émis en 2010 : 0,2 Gg de CO₂, 0,05 Gg de N₂O, 3,73 Gg de CH₄, 65,62 Gg de CO, 1,28 Gg de NO_x et 7,2 Gg de COVNM.

La superficie des ressources forestières au Tchad n'est pas connue avec précision faute d'inventaire forestier national, seulement des estimations, ce qui constitue une carence importante. Les études réalisées en 1988 par la FAO avançaient un taux de dégradation de 0.6 % par an correspondant en moyenne à une perte des superficies forestières de presque 140 000 à 200 000 hectares en 1988. On assiste donc à une diminution progressive des ressources forestières, la situation à évoluer négativement.

En 2010 cette superficie forestière était de 22 103 000 ha, puis elle a diminué et est de 19 563 000 ha en 2015 soit une différence de 508 000 ha équivalent à un taux de changement de -2,4% qui est supérieur au taux de changement observé dans les vingt-cinq dernières années de 1990 à 2015. Car entre 1990 et 2015 elle a diminué seulement de 293 700 ha soit -1,3%.

Figure N°7 : Changement de superficies forestières du Tchad entre 1998 et 2015



Source : FRA 2015

S'agissant de la biomasse, notamment ligno-cellulosique, le pays en recèle d'importantes potentialités estimées dans les années 70 à 312 millions d'hectares, mais de nos jours la superficie a considérablement baissé de l'ordre de 23 086 000 hectares, dû à l'exploitation anarchique et abusive conjuguée avec les sécheresses répétées.

Tableau N°12: Stock de carbone dans la biomasse forestière vivante de 2010 à 2015

Biomasse forestière vivante (millions de Tonnes)				Taux de Changement Annuel					
2010	2015	Niveau pour la Tendence	Superficies en 2015	2000-2010		2010-2015		1990-2015	
			Tonnes/ha	1000 /année	%	1000 /année	%	1000 /année	%
303	309	1	55	-1500	-1,4	-6800	-2,4	-4000	-1,3

Source : FRA 2015

Analyse : Le stock de carbone dans la biomasse forestière vivante a évolué substantiellement et occupe une superficie de 55 millions de Tonnes/ha. Mais en se référant aux taux de changement annuel entre 2010 et 2015 et entre 1999 et 2015, il y a une nette diminution respectivement -2,4% et -1,3%.

4.2 Contexte et décision

Les ressources naturelles et plus particulièrement les forêts constituent l'élément majeur de production pour la population tchadienne dont 70% est d'origine rurale (BCR, 1993). Cette primauté de la forêt se justifie par son rôle d'approvisionnement des populations en bois-énergie à hauteur de 97% (FAO, 1994) et en bois de service. En sus les produits forestiers non-ligneux tels que les fruits de karité et surtout la gomme arabique qui place le Tchad parmi les premiers producteurs du monde.

Le Tchad a priorisé la conservation de la productivité du «capital terre» et de la biodiversité par ce que les forêts révèlent plusieurs vertus et joue un rôle prépondérant dans l'essor du développement économique. Le Tchad se doit donc de jeter les bases d'une gestion durable des ressources forestières.

4.2.1-Contexte

Le cadre législatif, politique et opérationnel pour le développement du secteur affectation et foresterie s'est renforcé ces dernières années avec la formulation et la mise en œuvre de la Stratégie Nationale de la Lutte contre les Changements Climatiques (SNLCCC).

Il existe au Tchad quelques expérimentations qui ont pris en compte systématiquement l'atténuation des effets du changement climatique dans leurs programmes et projets du secteur foresterie. Les premières expériences pilotes ont été réalisées dans les années 2000 par la Direction du Changement Climatique et de l'éducation Environnementale. Les projets de préservation et conservation des ressources naturelles appuyés par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement (PNUD), l'UNION EUROPEENNE, l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), le Comité inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS).

Dans leurs plans d'Action, ces projets internationaux visent à sensibiliser les acteurs d'une part, et prennent en compte l'information climatique dans leur prise de décision. En incluant aussi, la lutte pour la préservation des ressources naturelles comme outil de prise de décision. Certaines initiatives pilotes ont connu un grand succès.

En 2008, un décret interdit l'utilisation du bois et du charbon de bois sur toute l'étendue du territoire national. A la fin de la même année 2008, un autre décret portant mise en place d'un comité interministériel de lutte contre la dégradation de l'environnement et le braconnage entre en vigueur. Ce comité interministériel va prendre deux mesures fortes. Il décide d'interdire la coupe du bois vert ainsi que la production de charbon de bois sur l'ensemble du territoire national.

De plus, il annonce la création d'une unité spéciale destinée à faire appliquer la loi sur le terrain, la Brigade nationale mobile de protection de l'environnement (BNMPE). Cette Brigade est composée de militaires, gendarmes et agents des Eaux et Forêts. Après cinq ans d'exercice, des résultats probants ont été enregistrés. Des milliers d'hectares de régénération de savanes arbustives et de milliers d'hectares de forêts claires ont été épargnées des incendies et feux de brousse. La faune commence à se reconstituer et les exactions des braconniers sur la faune ont diminuées.

4.2.2-Politique forestière et cadre légal

Le Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche est chargé de l'application de la politique arrêtée par le gouvernement en matière d'environnement. A ce titre, il a la responsabilité de mener les actions suivantes en relation avec les autres départements ministériels concernés. La politique générale du Gouvernement en matière de protection de la forêt et de restauration du capital terre vise les objectifs suivants :

- ✓ Dans le domaine de l'environnement, il est chargé de la sauvegarde de l'environnement de la lutte contre la désertification à travers la protection de l'environnement et le développement de toute action visant à générer les ressources naturelles renouvelables; la coordination des activités en matière de lutte contre la désertification, l'initiation, la coordination, la réglementation et le suivi des actions liées à l'assainissement de l'environnement et à l'amélioration du cadre de vie tant en milieu rural qu'urbain ;
- ✓ Le Ministère de l'Environnement de l'Eau et de la Pêche est aussi chargé de suivi de la politique des forêts et de la faune à travers la constitution, le classement, la conservation, l'aménagement et la gestion du patrimoine forestier national ;
- ✓ La constitution, le classement, la conservation des forêts et réserves de faune et de flore ; la valorisation du potentiel cynégétique et halieutique et de l'algue verte ; chargé du développement de la pisciculture, la gestion des parcs nationaux.

Les communautés internationales ont élaboré une stratégie régionale de lutte contre la désertification visant à la recherche d'un équilibre socio-économique entre la satisfaction des besoins fondamentaux de la population et la préservation de l'environnement. Ainsi pour sa part, le Tchad a élaboré dès 1988 un plan directeur de la lutte contre la désertification (PDLCD) qui fut adopté par le gouvernement en 1989. Ce plan a retenu quatre (4) axes stratégiques devant être traduits en programmes d'action. Il s'agit de :

1. La protection et la régénération des ressources écologiques incluant la restauration des potentiels forestiers et pastoraux, l'amélioration de la gestion des ressources végétales et de la protection des sols ;
2. L'élaboration d'un schéma national d'aménagement du territoire ;
3. Le renforcement du cadre institutionnel et juridique incluant la formation des cadres, l'adoption des structures, l'élaboration d'un code rural (forestier) intégrant notamment les aspects liés au régime foncier, la création des structures de coordination multisectorielle au niveau régional, la création des structures de recherche et le renforcement de la coopération scientifique et technique dans la lutte contre la désertification et
4. L'amélioration des systèmes de production de faune et de flores.

4.2.3-Administration forestière

Au niveau central, l'administration forestière est représentée par la Direction des Forêts et de la Lutte contre la Désertification (DFPE). Ces attributions sont entre autres : (i) La mise en œuvre et le suivi de la politique nationale en matière de l'environnement et des forêts ; (ii) La mise en application de la réglementation nationale des accords et conventions régionales et internationales relatives à l'environnement, de prévention et la lutte contre les nuisances de la nature et (iii) La conception et l'élaboration des stratégies de lutte contre la désertification et la coordination des programmes s'y rattachant.

4.2.4-Les défis et les menaces

Le processus d'élaboration de la politique de l'environnement, ont permis de retenir qu'au Tchad, les défis dans le secteur Affectation des terres et foresterie se résume à cinq points essentiellement : i) la Dégradation des Terres et des Forêts ; ii) la dégradation des ressources en eau; iii) la Perte de la Biodiversité; iv) les Changements Climatiques, les Pollutions et Divers Risques Environnementaux et enfin v) les Insuffisances dans la Gouvernance et la Mobilisation des Ressources.

4.2.4.1- Les menaces

- 1- Les difficultés politiques et socio-économiques (conflits armés) qu'a connues le pays ;
- 2- les projets d'appui aux AP sont restés largement des actions isolées et leurs résultats n'ont pas été durables.
- 3- les activités anthropiques destructives et la péjoration actuelle du climat ;
- 4- Les pressions exercées directement sur les ressources : braconnage et pêche illicite.
- 5- Les activités commerciales offertes par la filière «viande de brousse» et autres produits de la faune sauvage tel que l'ivoire ;

- 6- La perméabilité des frontières, exacerbée par le contexte d'instabilité et de faiblesses politiques et sociales, a également favorisé l'implication des pays voisins dans le braconnage au Tchad ;
- 7- l'altération du milieu par la désertification et la disparition des biotopes (fragmentation et amenuisement) ;
- 8- les conflits hommes- animaux sauvages (éléphants, hippopotames) ;
- 9- la faible valorisation des pratiques et savoirs traditionnels en matière de conservation ;
- 10- La faiblesse voire l'inexistence des centres de conservation *ex-situ* fonctionnels, Les risques de pollutions génétiques par les germoplasmes importées notamment les organismes génétiquement modifiés (OGMs).

4.2.4.2-Mesures d'atténuation

- ✓ Au niveau des Aires Protégées, renforcer les capacités de gestion des services de l'Etat, par une approche impliquant et responsabilisant les communautés riveraines ;
- ✓ En dehors des Aires Protégées, assurer la conservation des principales espèces de faunes et de flore sauvage menacée de disparition (espèces inscrites sur la liste rouge de l'UICN). Une telle approche ciblée sur l'urgence, prend implicitement en compte la protection d'une gamme variée de diversité biologique aussi bien au niveau des espèces que des écosystèmes. Elle devrait impliquer nécessairement les communautés à la base ;
- ✓ Au niveau de l'agro biodiversité, inverser la tendance à la disparition des espèces, cultivars/races marginalisées et/ou menacées de disparition en s'attaquant aux causes et effets ci-dessus énumérés.

Cette revue a ainsi permis d'avoir une idée plus claire des technologies potentielles à recommander sur la base de l'expérience nationale et d'un rapprochement de cette expérience avec celle d'autres pays de la sous-région Afrique Centrale. Ainsi, une première sélection d'une dizaine de technologies a été réalisée par le consultant. Il s'agissait d'identifier une première liste de technologies jugées adaptées au contexte du pays en fonction de leur potentiel de mise en œuvre au niveau national et des expériences dans des pays de la sous-région ayant des caractéristiques socio-économiques et environnementales semblables.

Par ailleurs une revue des ressources EBT présentée sur le site du projet global EBT a permis de tirer des leçons des expériences des pays qui ont entamé leur processus lors de la phase 1.

Une série de six (06) technologies a été retenue en collaboration avec Le consultant national d'atténuation et après application du jugement d'expert sur la base de l'analyse de l'information collectée via le site : <http://www.tech-action.org>.

Les six (06) technologies retenues lors de cette phase ont fait l'objet de fiches technologiques décrivant la technologie et comprenant les informations sur les coûts de la technologie, le potentiel d'application dans le pays, les aspects techniques (éventail d'applicabilité géographique, maturité), le potentiel de réduction de la vulnérabilité ainsi que ses avantages sociaux, économiques et environnementaux.

Les six (06) technologies ont servi de base aux travaux du groupe sectoriel et ont fait l'objet d'une analyse plus approfondie. La rencontre du groupe sectoriel « atténuation » s'est tenu du 06 et 07 Août 2018 dans le cadre des travaux de préparation du rapport sur les technologies priorisées dans le cadre du processus EBT. Elle a permis de faire un état des lieux sur les stratégies, politiques, programmes et projets pertinents pour l'EBT dans les deux secteurs prioritaires retenus pour l'atténuation et d'identifier les technologies d'atténuation qui s'y rapportent.

La contribution des membres des groupes sectoriels a permis d'amender et de valider les fiches technologiques préparées en améliorant l'exactitude de l'information ainsi que la pertinence de leur contenu et en faisant des propositions de technologies d'atténuation qui répondent mieux au contexte national. Ces fiches actualisées sur la base des propositions des consultants ont fait l'objet d'une analyse par le biais de l'analyse multi critères et conduit à la sélection de deux (2) technologies prioritaires pour le secteur Affectation des terres et foresterie.

4.3. Vue d'ensemble des technologies existantes dans le secteur Affectation des terres

Parmi les technologies existantes et surtout celles retenues dans les deux communications nationales, le PND et CPDN, Un certain nombre de technologies dotées d'un potentiel avérées pour la préservation des ressources forestières, la restauration des terres dégradées et accroître la résilience des populations vulnérables. La mise en défens et la conservation des ressources naturelles et plus particulièrement de la biodiversité végétale par des interdictions formelles de l'exploitation a permis de protéger des milliers d'hectares de flore au Tchad.

Les méthodes de l'agroforesterie et de régénération naturelle dans les zones d'exploitation agricoles et pastorales expérimentées par les partenaires au développement ont également permis de sauvegarder de milliers d'hectares d'écosystèmes. L'interdiction et la lutte contre les feux de brousse a été à l'origine de réduction des effets des Gaz à effet de serre.

L'exploitation des produits forestiers non-ligneux a triple impacts : conservation durables de la flore, réduction des Gaz à Effet de Serre (GES) et création d'emploi aux femmes des zones rurales avec comme avantage.

La revue initiale et la première sélection de ces technologies ont permis d'en retenir six (6) qui ont été amendées par le groupe sectoriel atténuation du secteur d'affectation des terres et de la foresterie. La liste des technologies telle que amendées par le groupe de travail d'atténuation inclut :

1. l'utilisation de la télédétection pour les inventaires nationaux de la Forêt, de la biomasse et du carbone ;
2. l'Agroforesterie et gestion de la Fertilité des Sols pour soutenir une Agriculture résiliente aux changements climatiques ;
3. Lutte contre les incendies de forêts et de feux de brousse ;
4. Régénération et développement des palmeraies et des cultures oasiennes : maraîchage, arboriculture fruitière, cultures fourragères ;
5. Promotion du développement des ressources halieutiques et des produits forestiers non ligneux ;
6. Protection des surfaces cultivables et des enclos par des haies vives et haies mortes et restauration des sols par la matière organique.

Elaboration des fiches techniques décrivant les technologies de l'Affectation des terres et foresterie sélectionnées pour la hiérarchisation

Chaque technologie identifiée est présentée sous forme de fiche avec les caractéristiques suivantes :

- ✓ Introduction ;
- ✓ Description ;
- ✓ Potentiel de réduction des GES ;
- ✓ Conditions propres au pays ;
- ✓ Situation de la technologie au Tchad ;
- ✓ Impact sur le développement social ;
- ✓ Impact Economique ;
- ✓ Impact Environnemental ;
- ✓ Hypothèses de déploiement de la Technologie ;
- ✓ Echéance d'application ;
- ✓ Acceptabilité sociale ;
- ✓ Marchés potentiels ;
- ✓ Coûts des investissements ;
- ✓ Autres
- ✓

4.4. Critères et Processus de priorisation de la technologie pour le secteur d'affectation des terres et de la foresterie

L'analyse multicritères (AMC) facilite la participation des parties prenantes et permet donc des jugements normatifs, tout en intégrant le savoir-faire technique dans l'évaluation des technologies d'atténuation. Sur la base de l'évaluation, les technologies d'atténuation sont classées par ordre de priorité pour indiquer quelles technologies devront être mises en œuvre en premier. L'AMC a servi à comparer plusieurs options à travers un ensemble de critères multiples. L'AMC a été également utilisée pour prioriser les dix technologies identifiées.

L'AMC a fourni un cadre structuré pour comparer un certain nombre de technologies d'atténuation à travers de multiples critères. Elle a servi à hiérarchiser les technologies d'atténuation en prenant en compte les préférences des acteurs impliqués dans le processus.

Les actions méthodologiques suivantes ont servi à réaliser l'AMC:

1. Établir le contexte entourant la décision ;
2. Identifier les options ;
3. Identifier les critères ;
4. Décrire la performance attendue de chaque option par rapport aux critères ;
5. Pondérer. (Attribuer des poids pour chacun des critères afin de refléter leur importance pour la prise de décision) ;
6. Combiner les poids et les scores pour chacune des options pour en tirer une valeur globale ;
7. Examiner les résultats.

4.4.1- Processus de Sélection des Technologies

Au cours d'un atelier regroupant les acteurs du groupe sectoriel sur l'atténuation et l'équipe de coordination du projet EBT, le consultant a présenté un panier de 10 technologies dans le sous-secteur affectation des terres. Après cette présélection par le consultant, une sélection par les parties prenantes a permis au consultant de trier et présenter 6meilleures fiches technologiques.

Ce sont ces six (06) technologies qui pour la hiérarchisation. Les critères sur lesquelles se sont portées les discussions et échanges entre parties prenantes pour les technologies proposées sont : le coût, la maturité, le potentiel, la situation de la technologie, la maîtrise de la technologie, l'hypothèse de diffusion, l'échelle d'application de la technologie, la réduction de GES, les impacts de la technologie sur le développement économique, le développement social et la protection de l'environnement. Ces critères sont définis dans le tableau ci -dessus

Tableau N°13 : Identification des Technologies pour le secteur de l'UTCAF

N°	TECHNOLOGIES	Etat actuel de la technologie au Tchad
1	Télédétection pour les Inventaires forestier, biomasse et du carbone (REDD+)	Au stade de projet non encore mis-en œuvre par une structure partie prenante
2	Amélioration de la Fertilité des Sols par l'Agroforesterie : cas des savanes parcs et des RNA.	Technologie déjà utilisée mais peu diffusée
3	Lutte contre les incendies de forêts et de feux de brousse	déjà utilisée pour quelques sites. A développer
4	Régénération et développement des palmeraies et des cultures oasiennes : maraîchage, arboriculture fruitière, cultures fourragères	Technologie déjà utilisée pour quelques sites à développer
5	La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux : Cas du Karité	Au stade de projet non encore mis-en œuvre par une structure partie prenante
6	Protection des surfaces cultivables et des enclos par des haies vives et haies mortes et restauration des sols par la matière organique	Technologie déjà utilisée pour quelques sites à développer

4.4.2-Indentification des critères

Tenant compte de ces stratégies et politiques nationales dans le secteur de l'énergie, une liste de dix (10) critères a été établie ainsi que leur justification. Lors du séminaire, les parties prenantes sont invitées à proposer d'autres critères. Une liste définitive de quelques critères sera retenue à la fin de l'exercice.

Tableau N°14 : Liste des critères retenus

N°	CRITERES	ELEMENTS D'APPRECIATION
01	Coût	Coûts de transfert de la technologie (Coût de mise en place, d'exploitation et de maintenance)
02	Maturité	Technologie testée et éprouvée dans d'autres pays.
03	Potentiel de réduction des émissions des gaz à effet de serre	Capacité à réduire les Gaz à effet de serre
04	Développement économique	Contribution au développement économique (réduire la pauvreté, création des emplois),
05	Développement social	Contribution au développement social (réduire la pauvreté, Création des emplois aux jeunes et des activités génératrices de revenus aux femmes. Améliorer la santé et la qualité de la vie
06	Protection de l'environnement	Protection de la biodiversité, Protection les ressources environnementales. Restauration des sols. Niveau de pollution et des nuisances.
07	Hypothèse de diffusion	Comment la technologie va être acquise et diffusée dans le sous-secteur, en tenant compte des spécificités du pays et situation de la technologie dans le pays, rythme de diffusion de la technologie
08	Echéance d'application Acceptabilité sociale	Acceptabilité sociale Degré d'acceptabilité par rapport aux barrières culturelles et sociales et potentiel de contribution à l'égalité de sexe.
09	Aspect sécuritaire de la technologie	Degré de sécurité de la technologie. Garantir la sécurité du matériel installé (non sabotage et la non-destruction)
10	Sécurité alimentaire	Stock suffisant de produits alimentaires

Tableau N°15 : Notation des critères

Très faible	Faible	Moyen	Elevé	Très Elevé
1	2	3	4	5

Les critères sont retenus par rapport à leur importance et plus particulièrement l'importance leurs rôles socio-économiques et sur la protection de l'environnement. Plus leurs notes sont élevées, plus ils sont très importants.

Tableau N°16: Pondération accordée à différents critères en incluant la dimension genre

CATEGORIE	CRITERE	POURCENTAGE		
Economiques	1-Coût de la technologie	5%		
	2-Développement économique	10%		
Avantages	Sociaux	3-Développement social	5%	
		4-Hypothèses de diffusion	5%	
		5-Acceptabilité de la technologie	5%	
		6-Acceptabilité sociale et Potentiel de contribution à l'épanouissement de la femme et des jeunes	15%	
		7-Sécurité alimentaire	10%	
	Environnementaux	8-Réduction des émissions de gaz à effet de serre	15%	
		9-Protection de l'environnement	25%	
		Maturité	10-Technologie testée et éprouvée dans d'autres pays.	5%
			TOTAL	100%

Le tableau ci-dessus présente les poids accordés à chaque critère par les parties prenantes. On constate qu'un fort poids (25%) a été retenu pour le critère " protection de l'Environnement " vu l'importance de la préservation de l'Environnement face à l'avancée fulgurante de la désertification et de la sécheresse. Par contre, un poids de (15%) a été attribué pour la réduction des gaz à effet de serre, car les potentiels d'atténuation des technologies ont été jugés prioritaires après la protection de l'environnement. Les autres critères qui concourent tous pour le développement durable se sont vu chacun attribué des poids entre (5 et 10%).

4.4.3 -Notation des technologies

Une matrice de performance doit être créée. L'échelle de notation de critères varie de 1 à 5. La technologie préférée obtient un score sur 5, lorsque l'option est la moins conseillée son degré de préférence est 1.

Tableau N°18 : **Notation des Technologies**

N°	Technologie	Critères										Note
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Echelle	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	1-5	Total
1	Téledétection pour IFN	2	2	3	3	3	3	4	1	1	2	24
2	Agroforesterie	3	2	2	2	2	2	5	5	3	5	30
3	Lutte contre les feux de brousse	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	24
4	Régénération des palmeraies	2	2	2	2	1	1	2	2	5	3	22
5	Produits forestiers non ligneux	2	3	3	2	3	4	3	5	5	4	34
6	Restauration des sols	3	2	2	1	1	2	2	4	5	3	26

Tableau N° 19 : Pondération des technologies

N°	Technologie	Critères										Note Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Poids	5	10	5	5	5	15	10	15	25	5	100
1	Téledétection pour IFN	10	20	15	15	15	45	40	15	25	10	210
2	Vulgarisation de l'Agroforesterie : RNA et Arboriculture	15	20	10	10	10	30	50	75	75	25	320
3	Lutte contre les feux de brousse	15	30	10	10	10	30	30	30	75	10	250
4	Régénération des palmeraies	10	20	10	10	5	15	20	30	125	15	260
5	La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux : Cas du Karité	10	30	15	10	15	60	30	75	125	20	390
6	Restauration des sols	15	20	10	5	5	30	20	60	125	15	305

Tableau N°20 : Classement des résultats du secteur d'Affectation des terres et de la foresterie

Rang	Technologies	Note Pondérée
1 ^{er}	<i>La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux : Cas du Karité</i>	390
2 ^{ème}	Vulgarisation de l'Agroforesterie : RNA et Arboriculture	320
3 ^{ème}	<i>Restauration des sols</i>	30 15
4 ^{ème}	Régénération des palmeraies	260
5 ^{ème}	<i>Lutte contre les feux de brousse</i>	25 40
6 ^{ème}	<i>Téledétection pour IFN</i>	210

4.5 Résultats des technologies prioritaires pour le secteur Atténuation

Les quatre premières technologies prioritaires qui ressortent de l'AMC pour les deux secteurs (Energie et Affectation des terres et de la foresterie) au Tchad sont : (1) : Centrale solaire Photovoltaïque ; (2) Pompage solaire Photovoltaïque ; (3) : La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux : Cas du Karité ; (4) Vulgarisation de l'Agroforesterie : RNA et Arboriculture.

Ces technologies, en plus de leur grand potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre, présentent les avantages suivants :

- ✓ protection de l'environnement et de la biodiversité végétale ;
- ✓ Sécurité alimentaire et amélioration des conditions de vie des populations ;

- ✓ Création d'emplois et des activités génératrices des revenus aux femmes et jeunes ;
- ✓ Favoriser le développement des populations des zones rurales du Tchad.
- ✓ Restauration des terres dégradées ;
- ✓ Booster l'économie du pays.

L'analyse de sensibilité n'a pas donné un résultat qui tend à modifier les résultats obtenus. En effet l'augmentation du poids du critère de potentiel de réduction des gaz à effet de serre par rapport au critère acceptabilité sociale, donne comme résultat une liste dans laquelle la technologie « Restauration des sols » est classée troisième à la place de la technologie « Télédétection pour IFN ». Ce dernier classement n'a pas retenu l'attention des parties prenantes qui trouvent que dans le premier classement les trois technologies retenues sont en cohérence avec les orientations de la politique nationale du secteur de la préservation de la faune et de la flore, en prenant en compte la restauration des sols dégradés, peuvent être considérées comme les meilleures options d'atténuation dans le secteur de l'Affectation des terres et de la foresterie.

Tableau N° 21 : Synthèse des Résultats du Secteur Atténuation

Rang	TECHNOLOGIES	NOTE
1 ^{er}	La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux	390
2 ^{ème}	Centrale solaire PV	330
3 ^{ème}	Vulgarisation de l'Agroforesterie : <i>RNA et Arboriculture.</i>	320
4 ^{ème}	Pompage solaire	310

CHAPITRE V : RESUME ET CONCLUSION

5.1 Résumé

Les différentes consultations sectorielles et les analyses et synthèses des documents scientifiques et techniques nous ont conduits à retenir vingt-une (21) technologies, parmi lesquelles quatre (4) ont eu les meilleurs scores et une bonne pondération. Après analyse et diagnostic des problèmes de développement socio-économiques du pays, la priorité revient aux quatre (4) technologies.

Ces quatre technologies priorisées jouent un rôle très important pour l'atténuation des effets du changement climatique et leurs contributions sont indispensables pour l'amélioration de la résilience des populations rurales qui représentent 90% de la population totale.

Ces quatre technologies sont retenues également pour la deuxième phase qui concerne les barrières. Elles sont classées comme suit :

- 1) *La Promotion et amélioration des produits forestiers non-ligneux* ;
- 2) *Centrale solaire Photovoltaïque*;
- 3) *Vulgarisation de l'Agroforesterie* : RNA et Arboriculture;
- 4) *Pompage solaire Photovoltaïque*

5.2- Conclusion

Après débats un consensus s'est dégagé. La délibération avec les parties prenantes et les responsables du Ministère de Pétrole, de Mines et de l'énergie et le Ministère de l'Environnement de l'Eau et de la Pêche sur les technologies d'atténuation retenues suite au processus d'Analyse Multicritères a eu lieu. C'est ainsi que par rapport à leur harmonie avec les circonstances nationales et les stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) du Tchad ainsi que les chances de leur concrétisation sous forme de projets après l'élaboration d'un Plan d'Action Technologique (PAT), il a été convenu de retenir les technologies suivantes :

RESULTATS

- Pour l'Energie :

1. Centrale solaire Photovoltaïque
2. Pompage solaire Photovoltaïque

- Pour l'AFAT :

1. La Promotion et amélioration des produits forestiers non ligneux
2. Vulgarisation de l'Agroforesterie : RNA et Arboriculture.

Le choix de ces technologies est justifié par leur adéquation avec les stratégies nationales d'efficacité énergétique de développement des énergies renouvelables, du respect de l'environnement et du développement durable.

Ces choix traduisent l'ambition stratégique du Tchad qui est celle de maîtriser les technologies innovantes dans les différents domaines et de les utiliser comme levier de développement économique, social et durable tout en contribuant à l'atténuation des émissions de GES et de lutte contre les changements climatiques.

LISTE DES REFERENCES

Ademe-IFPEN. 2018 : L'électrification des véhicules : une solution efficace pour réduire l'empreinte environnementale des transports, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), France.

ADEME. 2004, Pyrolyse, gazéification des déchets solides. Partie 1 : état de l'art des procédés existants, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME), France.

Hassane,A. I. Hauglustaine, J.M. and Tahir,A. M. 2016. "The promotion of renewable energies a sustainable answer to the energy problems of the rural households in Chad," International Journal of Renewable Energy Resources, vol. 6, pp. 45–52.

AMCC+. 2017. Rapport du Projet d'adaptation aux effets du changement et développement des énergies renouvelables au Tchad. 27 Pages.

BAD-FAD. 2009. Document de Stratégie Pays 201062014. 49 Pages.

Boukadoum, M.T., Hamidat, A. et Ourabia, N. 2002. "Le pompage photovoltaïque", Revue des Energies Renouvelables : zones arides, pp. 69-73

Communication Nationale. 2000. Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques : communication nationale initiale, Ministère de l'Environnement et de l'Eau.

Hasan Idriss. 2005. Rapport national d'évaluation des ressources forestières. Ministère de 57 Pages.

Hassane, D., Didane,H., Tahir, A. M. and Hauglustaine,J.-M., 2018, "Wind and Solar Assessment in the Sahelian Zone of Chad," International Journal of Integrated Engineering, <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.08.026>, vol.10, no.8, pp. 203–213,

Fraunhofer.2018. Levelized cost of electricity renewable energy technologies, Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE, Germany

FAO. 2001. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique, Document national de prospective – Tchad.

Köberle A.C, Gernaat, D., van Vuuren, D. 2015. Assessing current and future techno-economic potential of concentrated solar power and photovoltaic electricity generation, Energy. vol. 89, p.739-756.

PANA, 2010. Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques. Tchad. 120 Pages

Ministère du Plan-ROMD. 2010. Rapport décennal sur la mise en œuvre des Objectifs du Millénaire pour le développement.200 Pages

Ministère de l'eau- Pan Tchad. 2003. Rapport du Programme National de lutte contre la désertification. 112 Pages.

Ministère de l'Agriculture. 2013. Plan Quinquennal de développement de l'Agriculture. 118 Pages.

Ministère de l'élevage. 2008, Plan national de développement de l'Elevage du Tchad. 84 Pages.

Ministère de l'Agriculture. 2005, Schéma Directeur Agricole 2006-2015. 88 Pages.

Ministère du Plan. 2013. Plan National de Développement(PND) 2013-2015. 135 Pages.

Ministère de l'Environnement. 2000. La stratégie et pal d'actions pour le renforcement des capacités de l'environnement au Tchad. 57 Pages.

Ministère de l'Environnement .2000. Stratégie et plan d'actions de la Diversité biologique au Tchad.57 Pages.

Ministère de l'Economie et de la Planification du Développement . 2003. Document de stratégie Nationale de Réduction de la Pauvreté. 136 Pages.

Ministère de l'Economie et de la Planification du Développement : Examen National Volontaire 2019 de la République du Tchad. Forum Politique de Haut Niveau sur le Développement Durable. 2019. 116 pages

IFP, 2007, Note de synthèse : « Les biocarburants dans le monde », Institut français du Pétrole (IFP), panorama. 2007.

IFP, 2009, Note de synthèse : « Les émissions de gaz à effet de serre dans les transports », Institut français du Pétrole (IFP), panorama. 2009.

Ministère de l'Environnement. 2010. Stratégie et plan d'actions pour la mise en œuvre de la Grande Muraille Verte

Ministère du Développement Aéronautique et de la Météorologie. 2016. Plan d'actions pour la mise en œuvre du Cadre National pour les Services Climatiques (CNSC du Tchad (2016-202020. 73 Pages.)

PRESDas. 2006. Rapport sur l'expérience du Tchad en matière de mise en œuvre du mécanisme propre de Développement (MDP). 42 Pages.

Sites et Archives électroniques

[:http://climatetechwiki.org/](http://climatetechwiki.org/);www.tech-

http://unfccc.int/ttclear/templates/render cms_page?TNA_home.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.energy>.

<http://www.tech-action.org>.

ANNEXE I: FICHES DES TECHNOLOGIES PRESELECTIONNEES POUR LE SECTEUR DE L'ENERGIE

- 1- Centrale Solaire Photovoltaïque
- 2- Pompage Solaire Photovoltaïque

Fiche Technique N°1 : CENTRALE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Nom de la technologie : Centrale Solaire Photovoltaïque

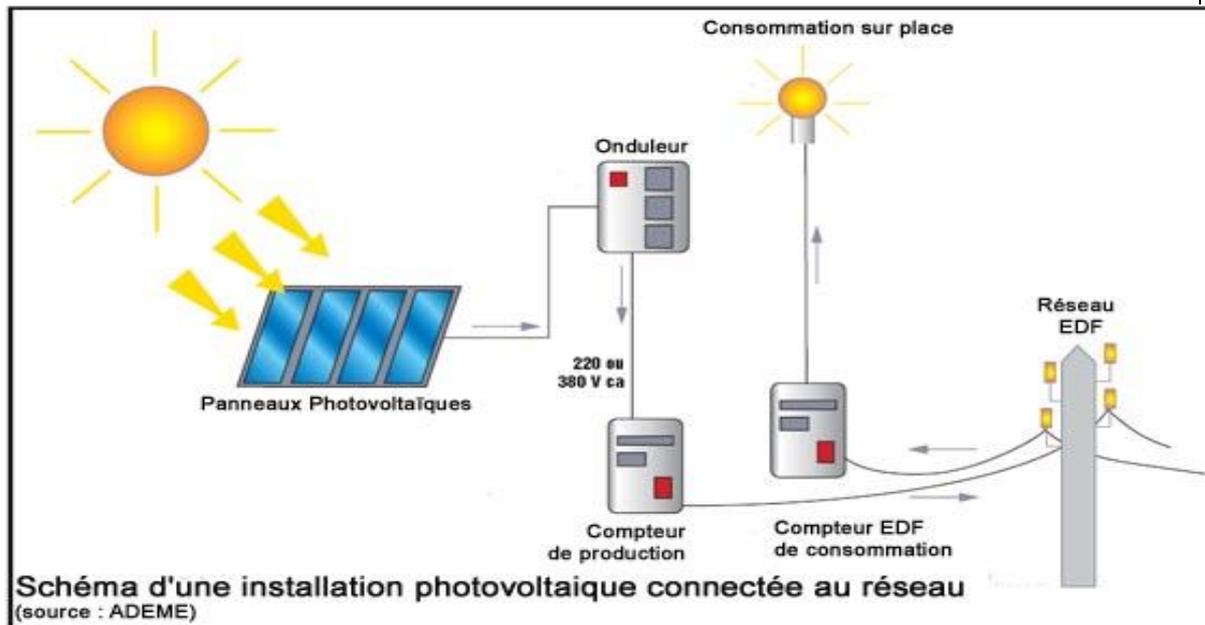


Figure N°1 : **Fonctionnement d'un système photovoltaïque raccordé au réseau**

Introduction

Les installations photovoltaïques peuvent également être raccordées à un réseau de distribution de l'énergie électrique. Dans ce cas, la production électrique est injectée dans un réseau comme celui de la Société Nationale d'Electricité (SNE) au Tchad. L'avantage de ce types d'installations c'est qu'on a besoin des batteries pour le stockage car l'intégralité de l'énergie produite est récupérée. Le réseau joue le rôle de stockage, mais on a besoin d'un onduleur DC/AC qui doit convertir le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif. Il y a un compteur qui tourne dans les deux sens : un sens pour la production et un autre pour la production.

Description	<p>Le Tchad appartient à la zone d'ensoleillement supérieur d'Afrique. Son potentiel solaire est estimé entre 2.850 heures au sud et 3.750 heures au nord avec une intensité de rayonnement de 4,5 à 6,5 kWh/m²/jour. Une carte extraite du site PVGIS, développé par la Commission européenne, qui donne le gisement solaire en Europe et en Afrique illustre ce potentiel. Plusieurs projets de centrales solaires sont en cours de réalisation. Il s'agit entre autres :</p> <p>Le projet de construction d'une centrale de 400 MW par la société Emirati ALMADEN EMIRATES ;</p> <p>Le projet de construction d'une centrale photovoltaïque de 32 MW par la Banque Africaine de Développement (BAD) ;</p> <p>Le projet de construction d'une centrale solaire photovoltaïque de 120 MW à N'Djaména par le groupe Emirati AMEA Power ;</p> <p>Le projet de construction d'une centrale de 60 MW à Djermaya</p>
Potentiel de réduction des Gaz à Effet de Serre(GES)	<p>Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : L'électricité produite à base de l'énergie solaire n'émet pas des émissions de CO₂. Mais la production des modules photovoltaïques consomme de l'électricité. Cette technologie présente un potentiel important de réduction des émissions de CO₂. Avec un potentiel de réduction de 0,85 kg éqCO₂/kWh (AMCC), les émissions de CO₂ à éviter sont estimées à partir du nombre de kWh produits par les centrales multipliées par le facteur d'émission de CO₂ ci-dessus. La capacité de production cumulée des centrales solaires est de 620 MW. Ainsi, la quantité de CO₂ évitée= 0,85 kg éqCO₂/kWh x 620 000 kW x 8760 h x 0,13 = 600 147 600 kg éqCO₂/an, soit 600 Gg CO_{2eq}/an.</p>
Conditions propres au pays :	<p>Le projet de construction d'une centrale photovoltaïque de 32 MW par la Banque Africaine de Développement (BAD) ; Le projet de construction d'une centrale solaire photovoltaïque de 120 MW à N'Djaména par le groupe Emirati AMEA Power et Le projet de construction d'une centrale de 60 MW à Djermaya est conjointement réalisé et géré par le Tchad et le groupe EMIRATI AMEA.</p>
Situation de la technologie au Tchad	<p>Le Tchad exploite conjointement avec le Groupe EMIRATIE la centrale hydroélectrique de N'djaména de 120 MW Au plan national la microcentrale de Djermaya de 60 MW aussi exploitée par une société CNPC (Chinoise).</p> <p>L'inventaire des ressources hydroélectriques au Tchad (1989) évalue le potentiel hydroélectrique à 14 sites identifiés répartis sur l'ensemble du pays en excluant les deux gros aménagements au Sud –Est du pays à Doba (zone pétrolière) et d'Am timan.</p> <p>Cet inventaire nécessite une actualisation pour prendre en compte les sites favorables au développement de la micro hydraulique. (Document de Schéma Directeur de l'Energie, 2010)</p>

Développement social	Accroissement du taux d'accès à l'électricité Amélioration des capacités de fourniture d'énergie électrique aux industries et autres entreprises créatrices d'emplois
Economique	Création d'emplois Développement d'activités génératrices de revenu Développement d'industries de transformation des produits locaux
Environnemental	Les impacts environnementaux varient avec le type et la taille de la structure mise en place : ils sont faibles s'il s'agit d'exploiter les chutes d'eau naturelles, mais ils deviennent très importants s'il s'agit de créer des barrages et des retenues d'eau artificielles. -Contribution à la réduction des émissions de GES
Hypothèses de déploiement de la Technologie	L'expérience de la construction et de l'exploitation de la centrale de Goudji depuis 1986 est atout. Le déploiement de la technologie sera fonction des financements disponibles
Echéance d'application :	Immédiatement applicable : durée de construction 5 pour 6 ans
Acceptabilité sociale	Sensibilisation des populations Mesures de compensation pour les populations démunies
Marchés potentiels :	Opérateurs privés
Coûts des investissements	PM

Fiche Technique N°2 : POMPAGE SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Nom de la technologie : **Pompage Solaire Photovoltaïque**

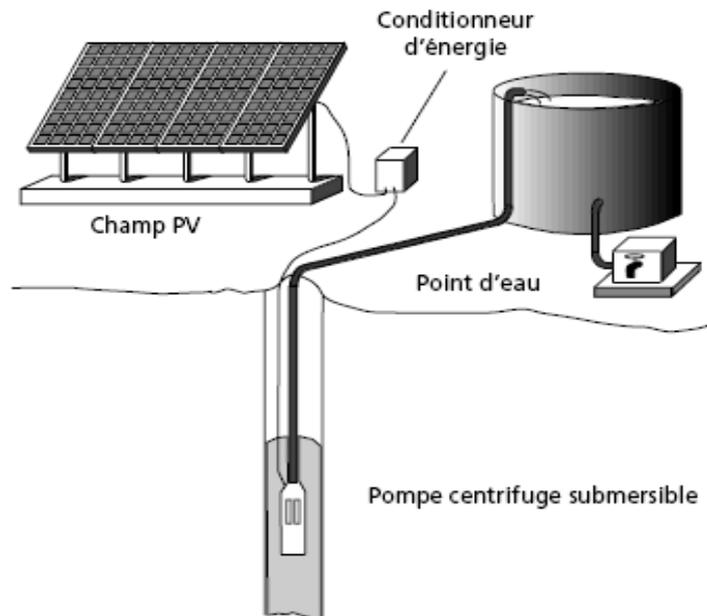


Figure 2. Pompe submersible centrifuge à étages multiples

Introduction

La Pompe submersible centrifuge à étage multiples est une source d'énergie qui dépend du soleil. Cette énergie permet de fabriquer de l'électricité à partir de panneaux photovoltaïques ou des centrales solaires thermiques, grâce à la lumière du soleil captée par des panneaux solaires.
Le soleil est le seul demeure notre plus grande source d'énergie même si elle est intermittente.

<p>Description</p>	<p>Une pompe photovoltaïque se présente fondamentalement de deux façons selon qu'elle fonctionne avec ou sans batterie. Alors que cette première utilise une batterie pour stocker l'électricité produite par les modules, la pompe sans batterie, plus communément appelée « pompe au fil du soleil », utilise un réservoir pour stocker l'eau jusqu'au moment de son utilisation.</p> <p>La pompe avec batterie permet de s'affranchir des aléas du soleil et des problèmes d'adaptation entre générateur photovoltaïque et motopompe. Le débit de pompage peut se faire à la demande, lorsque les utilisateurs en ont besoin, ou permettre un pompage régulier durant toute la journée.</p> <p>Dans ce dernier cas, l'utilisation d'un réservoir de stockage pour l'eau sera nécessaire afin de pouvoir fournir à la demande d'eau. Toutefois, l'utilisation de batteries comporte davantage de composants qui influent sur la fiabilité et le coût global du système. Les batteries sont fragiles et sont souvent les premiers éléments qui auront besoin d'être changés. Elles nécessitent en outre un entretien constant et un contrôle rigoureux de leur charge et décharge. Les contrôleurs utilisés pour régulariser la charge et la décharge des batteries vieillissent rapidement et peuvent s'avérer non fiables.</p> <p>Les batteries introduisent également un certain degré de perte de rendement d'environ 20% à 30 % de la production d'énergie.</p> <p>Le pompage au fil du soleil permet d'avoir un système photovoltaïque plus simple, plus fiable et moins coûteux qu'un système avec batterie. Le stockage se fait de manière hydraulique, l'eau étant pompée, lorsqu'il y a suffisamment d'ensoleillement, dans un réservoir au-dessus du sol. Elle est ensuite distribuée par gravité au besoin. Le réservoir peut souvent être construit localement et la capacité de stockage peut varier d'un à plusieurs jours. Ce réservoir ne requiert pas un entretien complexe et est facile à réparer localement.</p>
<p>Potentiel de réduction des Gaz à Effet de Serre(GES)</p>	<p>L'électricité produite à base de l'énergie solaire n'émet pas des émissions de CO₂. Mais la production des modules photovoltaïques consomme de l'électricité. Cette technologie présente un potentiel important de réduction des émissions de CO₂.</p>
<p>Conditions propres au pays :</p>	<p>Le projet de construction de la Pompage Solaire Photovoltaïque est réalisé et géré par le Tchad avec les appuis des Partenaires Techniques et Financiers à travers la population bénéficiaire</p>

Situation de la technologie au Tchad	Cette technologie existe est en vogue au Tchad. Plusieurs sites ont été équipés par un pompage solaire dans le cadre du Programme Régional Solaire (PRS), le Gouvernement, ainsi que des ONG nationales et internationales qui œuvrent dans le domaine de l'hydraulique rurale.
Développement social	Accroissement le taux d'accès à l'eau pour les populations
Economique	Construire des mares (abreuvoir) pour les bétails Développement d'activités génératrices de revenu
Environnemental	Contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre
Hypothèses de déploiement de la Technologie	L'expérience de la construction de Pompage Solaire Photovoltaïque sur presque l'ensemble du depuis du depuis 1984 est atout. Le déploiement de la technologie sera fonction des financements à faible coût
Echéance d'application :	Immédiatement applicable : durée de construction 3 pour 4 ans
Acceptabilité sociale	Sensibilisation des populations Mesures de compensation pour les populations démunies
Marchés potentiels	Opérateurs privés
Zone d'intervention	03 Zones bioclimatiques du Tchad (ensemble du pays)
Coûts des investissements	150 000 000 FCFA

ANNEXE II: FICHES DES TECHNOLOGIES PRESELECTIONNEES POUR LE SECTEUR D'AFFECTATION DES TERRES ET DE LA FORESTERIE

- 1- Agroforesterie
- 2- Produits forestiers non ligneux

Fiche Technique N°1 : Agroforesterie

Intitulé de la technologie : Agroforesterie



Système d'agroforesterie dans le village de Karal

Introduction	<p>L'agroforesterie et la gestion de la Fertilité des Sols pour soutenir une agriculture résiliente aux changements climatiques pour une technologie permet de disposer d'une protection durable des champs, des sols, des pâturages etc. elle permet également de pallier la perte de la biodiversité, les écosystèmes et la destruction accélérée des ressources forestières.</p> <p>La technologie a pour objectifs de : d'Améliorer la production agricole et maraîchère ; Reboiser et restaurer des sols dégradés ; Promouvoir la génération naturel assistée ; Construire des haies vives aux abords des ouadis avec des plantes qui résistants aux érosions ; Assurer la sécurité alimentaire et renforcer la résilience des populations vulnérables ; lutter contre l'ensablement ; Fixer les ouvrages anti-érosifs et lutter contre l'érosion</p>
Caractéristiques de la Technologie	L'agroforesterie est une plantation des arbres dans le champ des cultures espacées et alignées d'arbres ou arbustes utilisées le plus

	souvent ; la technologie permet également d'atténuer les effets de l'érosion éolienne.
Spécificités du pays /applicabilité	Envergure nationale, même si la portée est limitée
Situation de la technologie dans le pays	Largement répandu
Avantages socio-économiques et environnementaux	<p>Protection des zones de cultures ;</p> <p>Augmentation du couvert végétal pour la protection des sols sensibles à la dégradation ;</p> <p>Augmentation de rendement des cultures</p> <p>Commercialiser des produits issus des cultures</p> <p>Atténuation des gaz à effet de serre : les arbres et arbustes vont séquestrer le carbone et vont fertiliser les sols. Réduit la vulnérabilité des populations face aux effets du changement climatique. Défense et restauration des sols.</p>
Inconvénients	Refuge pour les ravageurs des cultures, des abeilles, des criquets etc,
Coûts des investissements	PM

Fiche Technique N°2 : Produits forestiers non ligneux

Intitulé de la technologie : Produits forestiers non ligneux : cas de l'espèce de karité



Vitellaria paradoxa(karité)

Introduction	<p>Les Produits forestiers non ligneux : cas de l'espèce de Vitellaria paradoxa communément appelé karité est un arbre à usages multiples dans les communautés tchadiennes et son beurre est commercialisé à l'échelle locale et internationale. les parcs à karité sont des peuplements spontanés, mais protégés et favorisés par les populations des terroirs concernés parce que l'espèce présente pour elles un double intérêt socio-économique et écologique.</p> <p>Cette technologie est utilisée dans la restauration des terres dégradées de l'espèce ; elle permet de pallier l'augmentation des rendements des beurres ;La technologie a pour objectifs de :récupérer des terres à des fins agro-sylvopastorales ;Augmenter la disponibilité en eau pour les plantes ;- Réduire le ruissellement des eaux pluviales et l'érosion des sols et favoriser l'infiltration.</p>
Caractéristiques de la Technologie	il leur manque d'appuis techniques et matériels pour développer et pérenniser leurs activités. C'est pourquoi, cette espèce du potentiel karité au Tchad est entreprise pour orienter les acteurs de cette filière vers de nouvelles approches de son exploitation. La technologie permet également d'atténuer les effets d'exploitation et de la dégradation.
Spécificités du pays /applicabilité	Envergure nationale, même si la portée est limitée
Situation de la technologie dans le pays	le potentiel karité qui n'existe au Tchad que dans la partie méridionale du pays. Largement répandu au Sud du pays

Avantages socio-économiques et environnementaux	Protection des zones de cultures ; Augmentation du couvert végétal pour la protection des sols sensibles à la dégradation ; Augmentation de rendement des beurres et des noix de karité Commercialiser des produits issus du karité
Inconvénients	Habitat pour des abeilles, etc,
Coûts des investissements	PM

LES AUTRES TECHNOLOGIES

A. SECTEUR DE L'ÉNERGIE

1. Centrale solaire photovoltaïque

Brève description de la technologie : Les installations photovoltaïques peuvent également être raccordées à un réseau de distribution de l'énergie électrique. Dans ce cas, la production électrique est injectée dans un réseau comme celui de la SNE au Tchad. L'avantage de ce types d'installations c'est qu'on a besoin des batteries pour le stockage car l'intégralité de l'énergie produite est récupérée. Le réseau joue le rôle de stockage, mais on a besoin d'un onduleur DC/AC qui doit convertir le courant continu produit par les panneaux solaires en courant alternatif. Il y a un compteur qui tourne dans les deux sens : un sens pour la production et un autre pour la production.

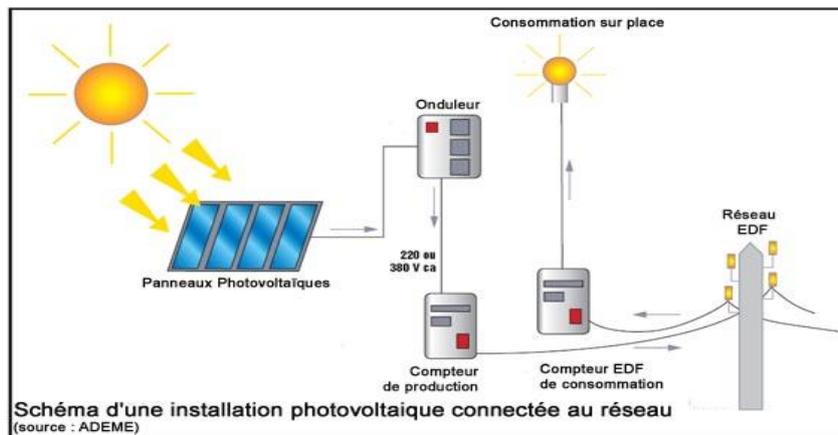


Figure 1. Fonctionnement d'un système photovoltaïque raccordé au réseau

Situation de la technologie dans le pays : Le Tchad appartient à la zone d'ensoleillement supérieur d'Afrique. Son potentiel solaire est estimé entre 2.850 heures au sud et 3.750 heures au nord avec une intensité de rayonnement de 4,5 à 6,5 kWh/m²/jour. Une carte extraite du site PVGIS, développé par la Commission européenne, qui donne le gisement solaire en Europe et en Afrique illustre ce potentiel.

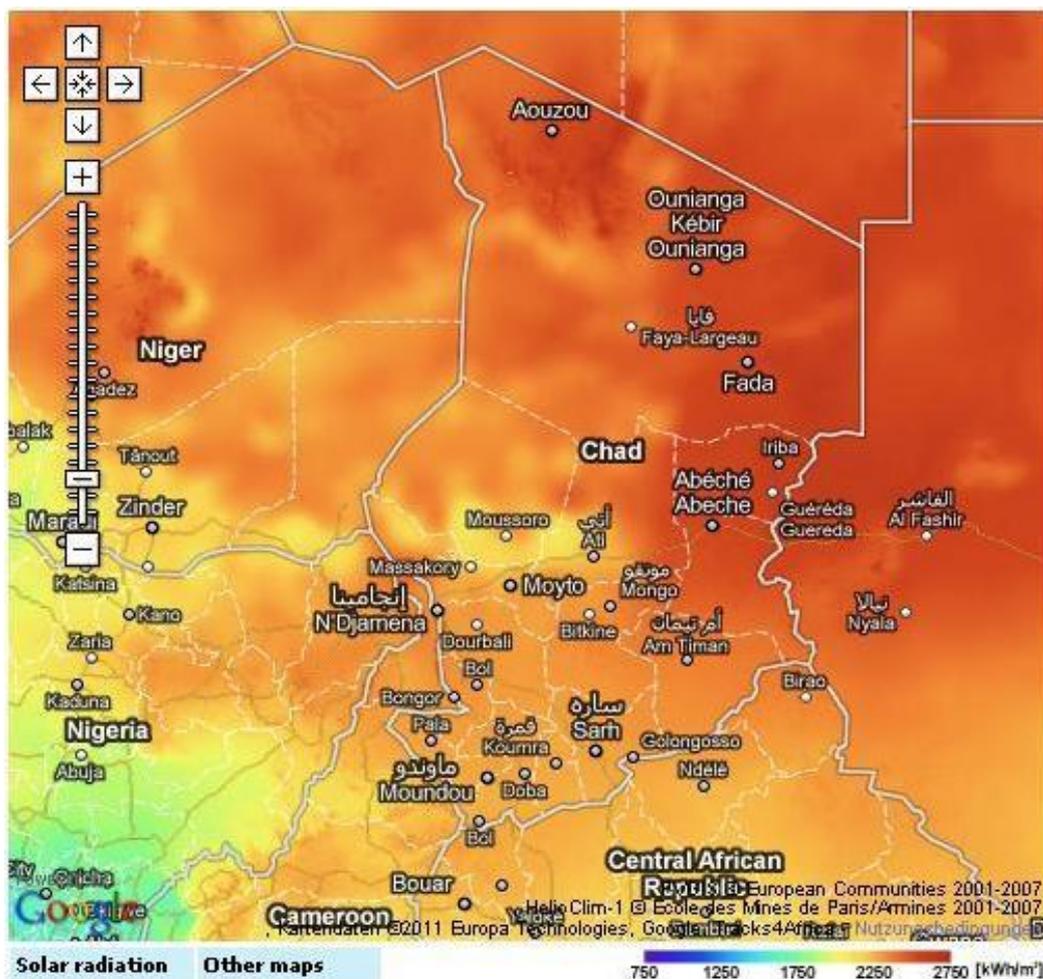


Figure 2. Carte PVGIS du gisement solaire du Tchad (Source : re.jrc.ec.europa.eu_pvgis)

Plusieurs projets de centrales solaires sont en cours de réalisation. Il s'agit entre autres :

- Le projet de construction d'une centrale de 400 MW par la société Emirati ALMADEN EMIRATES ;
- Le projet de construction d'une centrale photovoltaïque de 32 MW par la Banque Africaine de Développement (BAD) ;
- Le projet de construction d'une centrale solaire photovoltaïque de 120 MW à N'Djaména par le groupe Emirati AMEA Power ;
- Le projet de construction d'une centrale de 60 MW à Djermaya.

Coût d'investissement : avec un investissement dans une centrale photovoltaïque d'une capacité >2 MW_c est estimé à 800 €/kW_c, le coût global s'élève à 496 000 000€ soit 325 376 000 000 Francs CFA avec un taux de change de 1 euro= 656 F CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Production décentralisée d'électricité aux zones non électrifiées et isolées où le raccordement au réseau a un coût prohibitif,
- Création d'emplois et réduction de l'exode rural des jeunes,
- Facilitation dans les secteurs de l'éducation et de la santé,
- Réduction des dépenses de ménages dans l'achat des carburants, piles, bois, etc.
- Acceptabilité de la population pour le développement de l'énergie solaire PV.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : L'électricité produite à base de l'énergie solaire n'émet pas des émissions de CO₂. Mais la production des modules photovoltaïques consomme de l'électricité. Cette technologie présente un potentiel important de réduction des émissions de CO₂. Avec un potentiel de réduction de 0,85 kg éqCO₂/kWh (AMCC), les émissions de CO₂ à éviter sont estimées à partir du nombre de kWh produits par les centrales multipliées par le facteur d'émission de CO₂ ci-dessus.

La capacité de production cumulée des centrales solaires est de 620 MW.

Ainsi, la quantité de CO₂ évitée = 0,85 kg éqCO₂/kWh x 620 000 kW x 8760 h x 0,13 = 600 147 600 kg éqCO₂/an, **soit 600 Gg CO₂eq/an.**

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût d'investissement élevé,
- Nombre insuffisant des fournisseurs locaux,
- Manque de main d'œuvre qualifiée,
- Faible maîtrise de la technologie au niveau local.

2. Centrale éolienne

Brève description de la technologie : L'énergie éolienne est l'énergie cinétique obtenue par les déplacements de masse d'air à l'intérieur de l'atmosphère. Ces déplacements de vents sont influencés par la force de Coriolis s'exerçant d'une façon perpendiculaire à la direction de mouvement d'est en ouest respectivement dans l'hémisphère nord et l'hémisphère sud. Dans une éolienne, l'énergie cinétique du vent est convertie en énergie mécanique puis en énergie électrique.

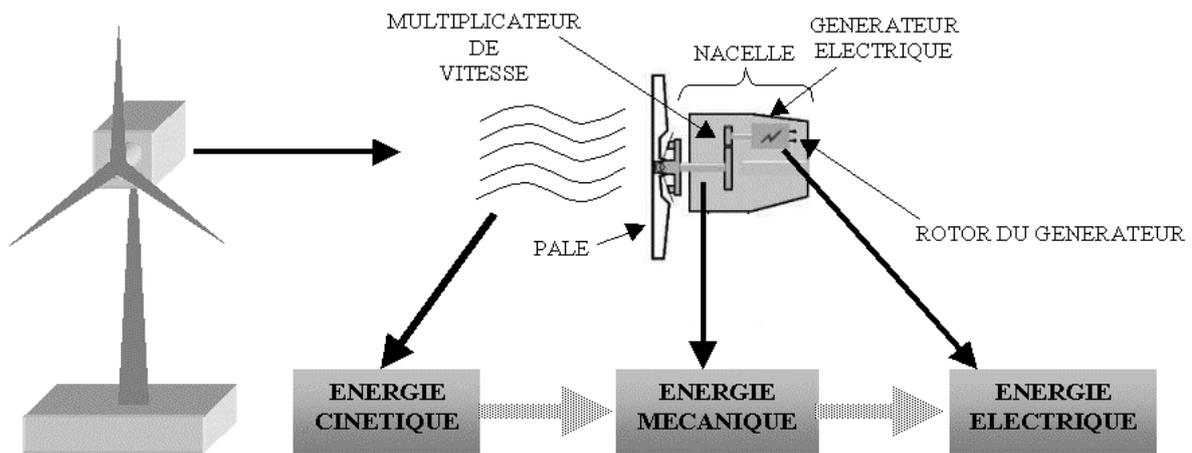


Figure 3. Schéma d'une éolienne pour la conversion de l'énergie mécanique en électricité

Une éolienne est un aérogénérateur qui transforme une partie de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique dans une génératrice. On distingue 3 types d'éoliennes selon leurs puissances :

- Des éoliennes de petite puissance : inférieur à 40 kW ;
- Des éoliennes de moyenne puissance : de 40 à quelques centaines de kW ;
- Des éoliennes de grande puissance : supérieure à 1 MW.

Etat actuel de la technologie au Tchad : L'éolien peut être intéressant dans quelques régions de l'extrême nord (Borkou, Ennedi et Tibesti) où les vitesses du vent sont de l'ordre de 4 à 6 m/s. Cette vitesse permet d'installer des éoliennes de taille moyenne de 50-200 kW au détriment des grands aérogénérateurs nécessitant une vitesse moyenne de plus de 7 m/s et dont l'exploitation pourra couvrir une large consommation, mais dans de zones sont peuplées où il sera difficile de trouver des consommateurs potentiels. De plus, l'éolien nécessite des interventions de maintenance, alors que dans cette partie du pays le problème de la main d'œuvre qualifiée se pose avec acuité.

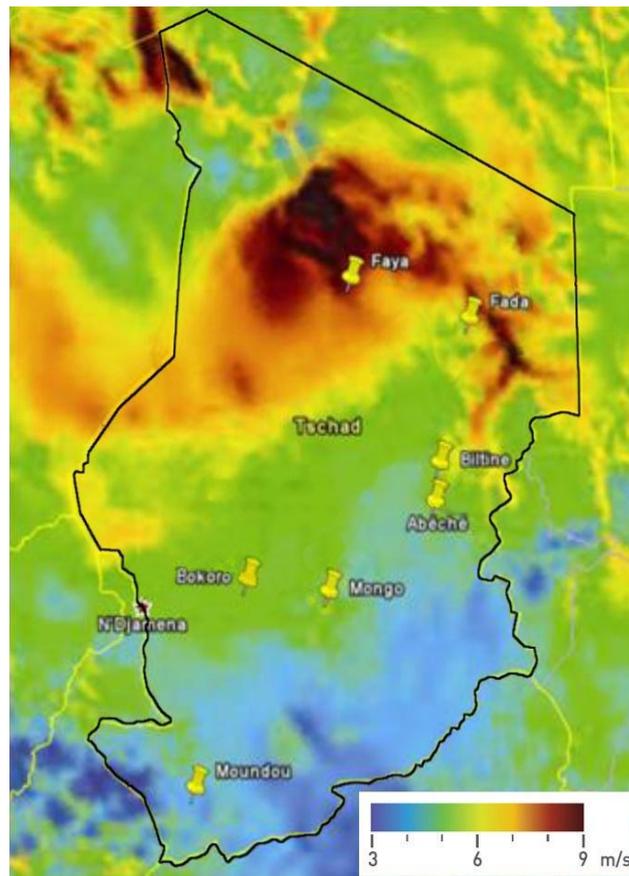


Figure 4. Potentiel éolien au Tchad

(Source : <http://www.3tier.com/en/support/resource-maps/>)

Actuellement, seul un projet d'une centrale éolienne d'une capacité de 1,1 MW est en cours de réalisation à Amdjarass, chef-lieu de la province de l'Ennedi-Est.

Coût d'investissement : l'investissement sur une éolienne offshore coûte 2000 €/KW. Le coût de cette installation s'élève à 2 200 000 €, soit 1 443 200 000 Francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Production d'électricité hors-réseau,
- Concurrence des coûts de production à ceux des énergies fossiles,
- Création d'emplois aux jeunes lors des phases de construction et d'exploitation du parc éolien,
- Le développement économique de la localité,

Potentiel de réduction des émissions du CO₂: L'énergie éolienne présente un potentiel important de réduction des émissions de GES. Selon les estimations du GIEC, l'intensité des émissions de CO₂ sont estimées entre **8 et 20 g éqCO₂/kWh**. La quantité de CO₂ évitée = 0,85 kg éqCO₂/kWh x 1100 kW x 8760 h x 0,2 = 1 638 120kg éqCO₂/an, **soit 1,6 Gg CO₂eq/an**.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût élevé d'investissement dans l'énergie éolienne,
- Manque d'un atlas du gisement éolien au niveau national,
- Manque de personnel qualifié,
- Méconnaissance de l'énergie éolienne.

3. Gazéification de la biomasse

Breve description de la technologie : La gazéification consiste en la combustion partielle dans un four, de résidus secs de la biomasse. Traditionnellement conçus pour fonctionner au charbon de bois, les gazogènes peuvent aujourd'hui être adaptés à de nombreux résidus : bois, tiges de coton, bourre de coco, etc.

Le gaz produit est appelé « **gaz de synthèse** » en raison de son faible pouvoir calorifique. Il peut être brûlé dans une chaudière ou alimenter directement un moteur couplé à un alternateur. Un tel ensemble peut fournir l'électricité nécessaire à un village isolé, une scierie, une exploitation agricole...

Nous présentons ici la gazéification à l'air. Il existe aussi des procédés de gazéification à l'oxygène qui sont utilisés, principalement, pour la production de gaz de synthèse (méthanol, par exemple).

On trouve actuellement sur le marché trois types de gazogènes :

- Des gazogènes à bois ou charbon de bois de petite puissance (moins de 200 kW), en lit fixe, à tirage inversé ;
- Des gazogènes de taille intermédiaire (de 200 à 1000 kW), en lit fixe à tirage inversé ;
- De gros gazogènes (plus de 1000 kW), en lit fluidisé.

Aujourd'hui, bien que, techniquement, ces gazogènes n'ont pas encore trouvé de débouchés industriels réels. Il existe, par contre, des pyrolyses, aussi en lit fluidisé, permettant la cogénération de gaz pauvre (brûlé en chaudière) et de charbon de bois. Les systèmes testés présentant un intérêt à court terme pour les pays en développement sont les gazogènes en lit fixe de puissance inférieure à 100 à 200 kW.

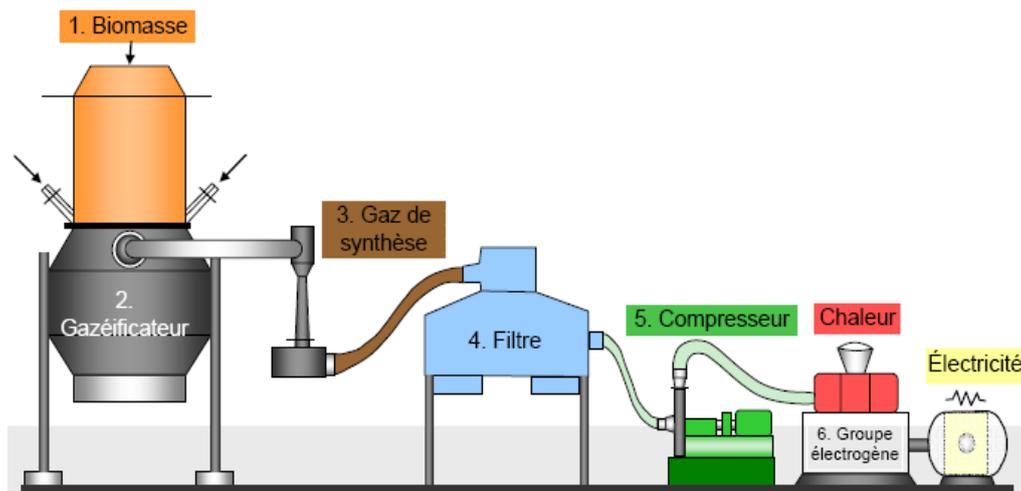


Figure 5. Ensemble d'une centrale à gazogène

Etat actuel de la technologie : La compagnie sucrière du Tchad est située à Banda, à plus d'une vingtaine de kilomètres au sud de Sarh, chef-lieu de la région du Moyen Chari. Disposant de plus de 3600 hectares, la société possède une chaufferie alimentée exclusivement à la bagasse sur le site de Banda qui produit de l'énergie nécessaire pour le fonctionnement de toutes ses installations. En effet, malgré de nombreux déchets produits par la canne à sucre, seule la bagasse est énergétiquement valorisée à la Compagnie Sucrière du Tchad.

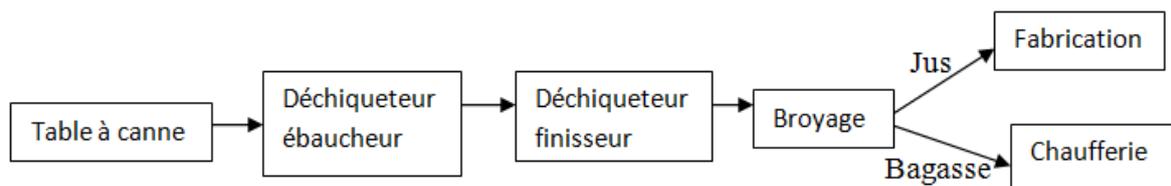


Figure 6. Schéma de production de la bagasse (Source : Compagnie Sucrière du Tchad)

La Compagnie Sucrière du Tchad a une capacité de production annuelle de 350 000 tonnes de canne à sucre ce qui correspond à 115.500 tonnes de bagasse. Pour la production de l'énergie électrique, la compagnie dispose de deux groupes turboalternateurs de 2 000 kW à contre-pression comprenant chacun une turbine, un réducteur et un alternateur triphasé de 2 860 kVA.

Les deux turboalternateurs alimentent les installations de la compagnie pendant la campagne. Pendant l'inter-campagne pour le démarrage de l'usine et pour l'alimentation de secours en cas de panne des deux turboalternateurs, l'énergie sera fournie par deux groupes diesel alternateurs l'un de 750 kVA, l'autre de 430 kVA-400 Volts et 50 Hz avec un facteur de puissance de 0,7.

Les déchets de sucrerie sont susceptibles de valorisations intéressantes, sous réserve que ceux-ci soient en quantités suffisantes pour être traités dans des usines de taille économique. Il convient aussi naturellement d'évaluer sérieusement les caractéristiques des marchés propres à ces différents produits. La gazéification est une valorisation de la biomasse (bagasse) intéressante pour un pays comme le Tchad, mais la production est exclusivement restreinte à Banda, la zone productrice, pour le moment.

Coût d'investissement : le coût d'investissement de la technologie est estimé à 2 000 €/kWe, selon l'AIE. Avec cette capacité de production de 2,8 MW, le coût d'investissement est de 5 600 000 €, soit 3 673 600 000 francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Facilitation d'accès à l'énergie,
- Création d'emplois,
- Réduction des dépenses sur l'achat des combustibles fossiles,
- Protection des forêts de la coupe abusive des arbres.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : les émissions de GES sur les technologies issues de la biomasse pour la production d'électricité ont un facteur d'émission se situant entre **16 et 76 g éqCO₂/kWh**. La quantité de CO₂ évitée = 0,85 kg éqCO₂/kWh x 2800 kW x 8760 h x 0,3 = 6 254 640 kg éqCO₂/an, **soit 6 Gg CO₂eq/an**.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Configuration dispersée des communautés rurales,
- Insuffisance des ressources humaines qualifiées,
- Coût élevé d'acquisition de la technologie.

4. Centrale hydroélectrique

Brève description de la technologie : l'énergie hydroélectrique est une énergie renouvelable où la puissance provient de l'eau. L'énergie cinétique de du courant d'eau est transformée en énergie mécanique par une turbine hydraulique, puis en énergie électrique par une génératrice électrique.

L'hydroélectricité présente le meilleur rendement qui avoisine 90%. On classe les centrales hydroélectriques en deux grandes catégories : la « grande hydraulique » et « la petite hydraulique ». La première catégorie regroupe les centrales ayant une puissance supérieure à 10 MW. La seconde regroupe des installations de puissance inférieure à 10 MW. Pour des très faibles puissances (de moins de 0,1 MW), on parle de micro voire de pico-hydraulique.

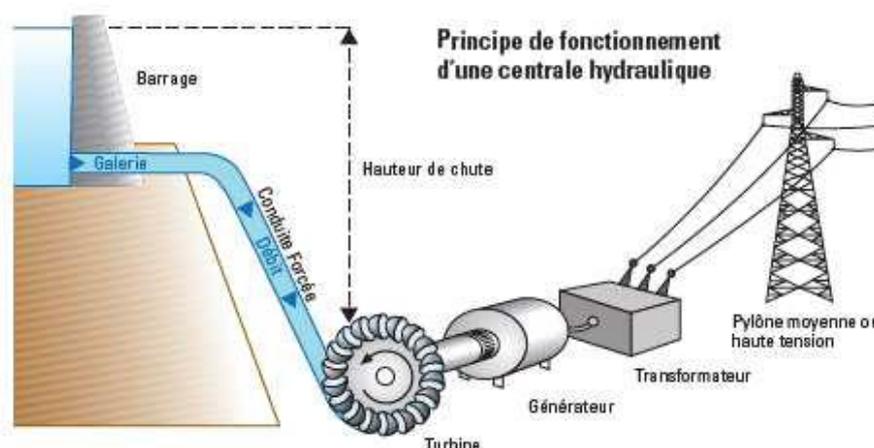


Figure 7. Schéma de fonctionnement de l'hydroélectricité

Etat actuel de la technologie : Le principal site hydraulique est celui des chutes Gauthiot dans le Mayo-kebbi qui pourrait produire 15 MW d'électricité, mais cette capacité est réduite à 3 MW selon une recherche menée dans les années 1980. La rentabilité de ce projet est remise en cause du fait de l'inexistence de marchés locaux pouvant consommer cette faible capacité et la probable résistance de la population à son exploitation, parce qu'elle considèrerait le site comme un lieu rituel et sacré. En plus, il faut rehausser le dénivelé naturel par une digue pour accroître la production, ce qui augmentera le coût du kilowattheure installé.

Coût d'investissement : selon le Groupement des Producteurs Autonomes d'Electricité, le coût d'investissement est de **3000 €/kW**. Avec une capacité de production réaliste de 3 MW, le coût d'investissement s'élève à 9 000 000 €, soit 5 904 000 000 de francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Production décentralisée de l'énergie électrique,
- Réduction du coût de production d'énergie électrique comparativement aux sources fossiles,
- Création d'emplois
- Amélioration des conditions de vie de populations.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : le facteur d'émissions de l'hydroélectricité se situe entre 4 et 14 g éqCO₂/kWh. La quantité de CO₂ évitée = 0,85 kg éqCO₂/kWh x 3000 kW x 8760 h x 0,3 = 6 701 400 kg éqCO₂/an, **soit 7 Gg CO_{2eq}/an.**

Barrières au déploiement de la technologie :

- Insuffisance du potentiel sur l'ensemble du pays,
- Manque de main d'œuvre qualifiée,
- Risque de conflits liés à l'usage de l'eau.

5. Centrale thermo-solaire

Brève description de la technologie : Également appelé solaire à concentration ou CSP (Concentrated Solar Power, en anglais), le solaire thermodynamique utilise l'énergie directe du soleil, puis la concentre pour générer de la chaleur qui est utilisée pour faire tourner une turbine. Les rayons solaires sont concentrés sur un récepteur via des miroirs réflecteurs. Le récepteur absorbe l'énergie réfléchiée par les miroirs et la transfère dans un fluide caloporteur. L'intérêt est de choisir des sites à fort ensoleillement (1 800 kWh/m²/an).

Le CSP a connu un nouvel élan aux USA, en Espagne et en Afrique du Nord, surtout grâce aux avantages qu'il apporte par rapport au photovoltaïque, qui sont :

- Les économies d'échelle surtout au-delà de 50 MW ;
- La possibilité et la facilité de combinaison avec une turbine à vapeur à cycle combiné fonctionnant au gaz ;
- La possibilité de stocker de l'énergie sous forme de chaleur et de la redistribuer, par exemple la nuit.

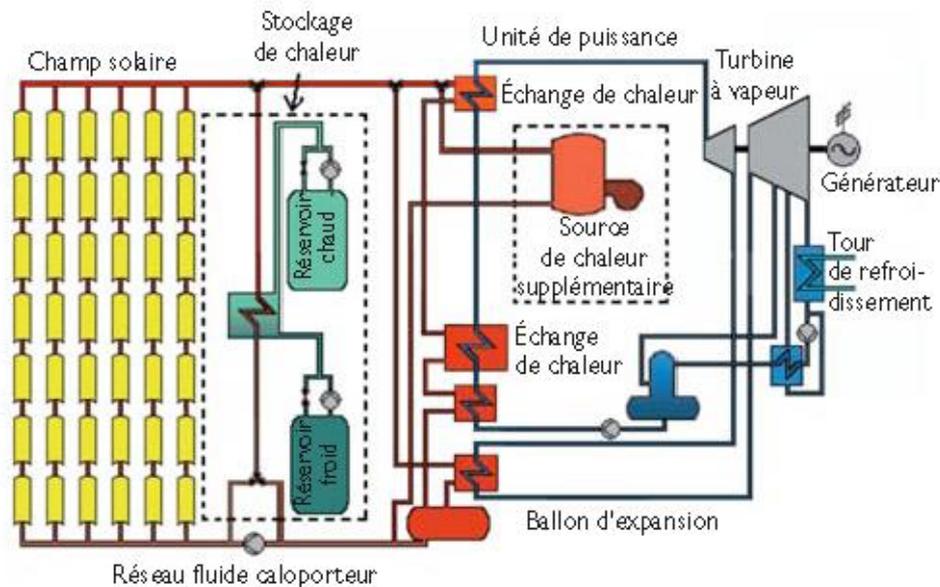


Figure 8. Principales composantes d'une centrale solaire à concentration solaire

Etat actuel de la technologie : cette technologie n'est pas encore développée au Tchad. A ce jour, il n'existe aucun projet d'une centrale thermo solaire.

Coût d'investissement : coût d'investissement d'une centrale thermo-solaire de l'ordre de 100 MW avec stockage est de 4000 €/ kW.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Possibilité de construction de centrales d'une grande capacité,
- Création d'emplois,
- Production d'électricité solaire à grande échelle dans les sites très ensoleillés.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : avec l'hypothèse de construction d'une centrale thermo-solaire d'une capacité de 100 MW à l'extrême nord du pays (très ensoleillé), La quantité de CO₂ évitée= 0,85 kg éqCO₂/kWh x 100 000 kW x 8760 h x 0,6 = 446 760 000 kg éqCO₂/an, **soit 447 Gg CO₂eq/an.**

Barrières au déploiement de la technologie :

- Technologie hautement automatique,
- Manque de personnel qualifié,
- Non maîtrise de la technologie,
- Coût d'investissement élevé.

6. Pompage solaire photovoltaïque

Brève description de la technologie : Une pompe photovoltaïque se présente fondamentalement de deux façons selon qu'elle fonctionne avec ou sans batterie. Alors que cette première utilise une batterie pour stocker l'électricité produite par les modules, la pompe sans batterie, plus communément appelée « pompe au fil du soleil », utilise un réservoir pour stocker l'eau jusqu'au moment de son utilisation.

La pompe avec batterie permet de s'affranchir des aléas du soleil et des problèmes d'adaptation entre générateur photovoltaïque et motopompe. Le débit de pompage peut se faire à la demande, lorsque les utilisateurs en ont besoin, ou permettre un pompage régulier durant toute la journée.

Dans ce dernier cas, l'utilisation d'un réservoir de stockage pour l'eau sera nécessaire afin de pouvoir fournir à la demande d'eau.

Toutefois, l'utilisation de batteries comporte davantage de composants qui influent sur la fiabilité et le coût global du système. Les batteries sont fragiles et sont souvent les premiers éléments qui auront besoin d'être changés. Elles nécessitent en outre un entretien constant et un contrôle rigoureux de leur charge et décharge. Les contrôleurs utilisés pour régulariser la charge et la décharge des batteries vieillissent rapidement et peuvent s'avérer non fiables. Les batteries introduisent également un certain degré de perte de rendement d'environ 20% à 30 % de la production d'énergie.

Le pompage au fil du soleil permet d'avoir un système photovoltaïque plus simple, plus fiable et moins coûteux qu'un système avec batterie. Le stockage se fait de manière hydraulique, l'eau étant pompée, lorsqu'il y a suffisamment d'ensoleillement, dans un réservoir au-dessus du sol. Elle est ensuite distribuée par gravité au besoin. Le réservoir peut souvent être construit localement et la capacité de stockage peut varier d'un à plusieurs jours. Ce réservoir ne requiert pas un entretien complexe et est facile à réparer localement.

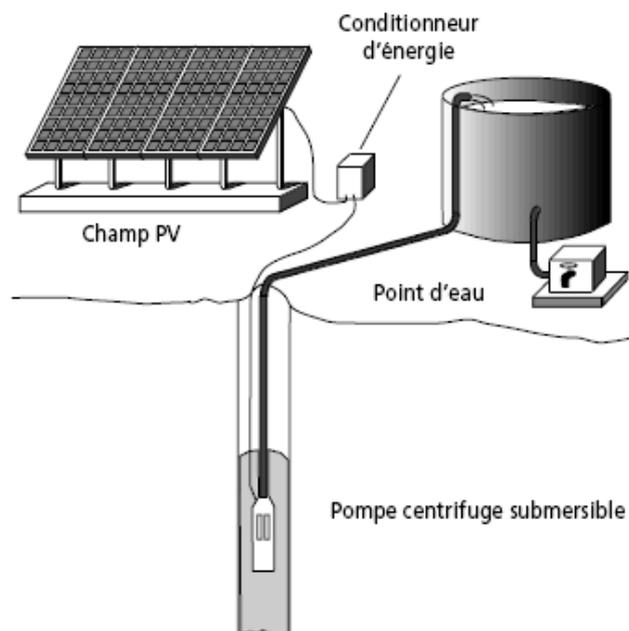


Figure 9. Pompe submersible centrifuge à étages multiples

Etat actuel de la technologie : cette technologie existe est en vogue au Tchad. Plusieurs sites ont été équipés par un pompage solaire dans le cadre du Programme Régional Solaire (PRS), le Gouvernement, ainsi que des ONG nationales et internationales qui œuvrent dans le domaine de l'hydraulique rurale.

Coût d'investissement :

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Amélioration du taux d'accès à l'eau potable surtout en milieu rural,
- Augmentation de rendement de productions agricoles,
- Réduction de l'exode rural.

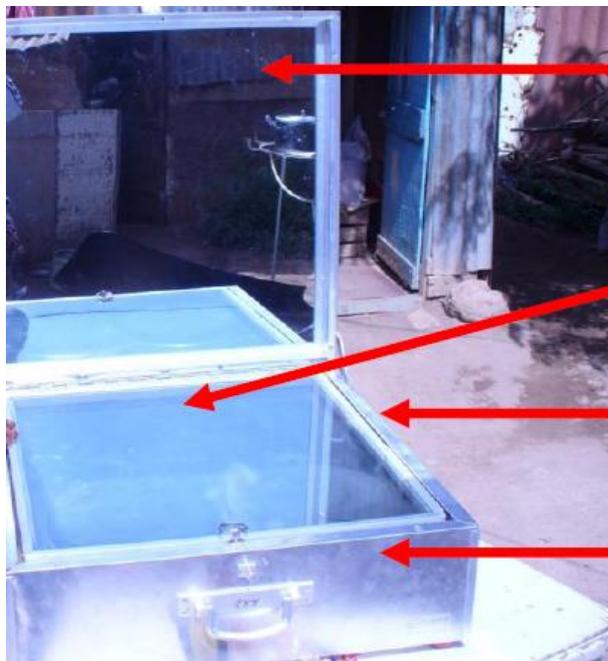
Potentiel de réduction des émissions du CO₂ :

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût relativement élevé de la technologie,
- Manque de mesures d'incitation,
- Insuffisance d'entreprises spécialisées dans le pompage solaire.

7. Cuiseur solaire

Brève description de la technologie : le cuiseur solaire ou four solaire est un système de cuisson des aliments par le captage de rayonnements solaires et leur transformation en chaleur. Il est constitué de deux principaux éléments : l'absorbeur (surface) et le réflecteur (miroir). Son principe de fonctionnement est le suivant : les rayonnements solaires sont d'abord captés par le réflecteur puis rédirigés vers l'absorbeur.



Le réflecteur (Miroir)

Les parois internes de couleurs noires (L'absorbeur)

Le double vitrage créant l'effet de serre

Les parois extérieures en aluminium

Figure 10. Four solaire en boîte

Etat actuel de la technologie : plusieurs modèles de cuiseurs solaires sont disponibles sur le marché tchadien. Nous présentons ici le modèle « PROMOSOL » développé par les femmes d'une église à N'Djaména.

Coût d'investissement : l'achat d'un cuiseur solaire de type « PROMOSOL » coûte 40 000 Francs CFA, soit 61 euros.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Réduction de dépenses de ménages liées à l'achat de combustibles,
- Création d'emplois pour les menuisiers,
- Amélioration de revenus de femmes par la vente de plats cuisinés.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ :

- Réduction du déboisement lié à la coupe abusive des arbres,
- Diminution des émissions de gaz à effet de serre (quelques tonnes de CO₂ évitées par an)

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût relativement élevé du four solaire pour les ménages,
- Manque de sensibilisation de femmes sur son utilisation,
- Absence d'une politique d'incitation à sa vulgarisation,
- Manque d'entreprises locales pour une vulgarisation à grande échelle.

8. Chauffe eau solaire

Brève description de la technologie : le chauffe-eau solaire est un dispositif de captage d'énergie solaire thermique pour le chauffage d'eau sanitaire. Le rayonnement solaire est transformé en chaleur par le biais d'un capteur solaire. L'eau chaude est ensuite stockée dans un ballon.

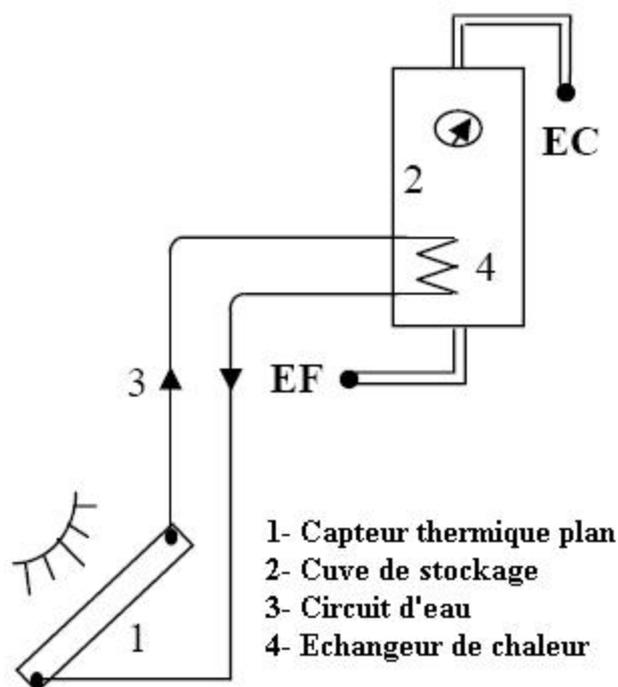


Figure 11. chauffe-eau solaire monobloc (thermosiphon)

Etat actuel de la technologie : cette technologie est nouvellement exploitée au Tchad. On trouve quelques ménages et hôtels qui installent des capteurs sur leurs toits pour leurs besoins en eau chaude sanitaire.

Coût d'investissement : le coût d'investissement moyen d'un chauffe-eau solaire monobloc (thermosiphon) de 300 litres vendu dans les pays du Sud s'élève 1 800 €, soit 1 180 800 Francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Développement d'un marché local,
- Compétitivité avec les autres sources d'énergie,
- Contribution à l'économie d'énergie.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : un m² ce capteur solaire installé permet d'éviter 350 kg de CO₂/ an.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Manque de sensibilisation des consommateurs,
- Peu d'installateurs qualifiés,
- Manque d'un marché local.

9. Foyers améliorés

Brève description de la technologie : les foyers améliorés constituent un équipement de cuisson ayant un meilleur rendement énergétique par rapport aux modes traditionnels de cuisson, grâce au transfert de la chaleur à la marmite par convection et rayonnement.

Etat actuel de la technologie : il existe une panoplie de foyers améliorés sur le marché tchadien. Nous présentons ici le réchaud « TOUMAÏ » nouvellement introduit sur le marché et qui est l'invention d'un jeune ingénieur tchadien.

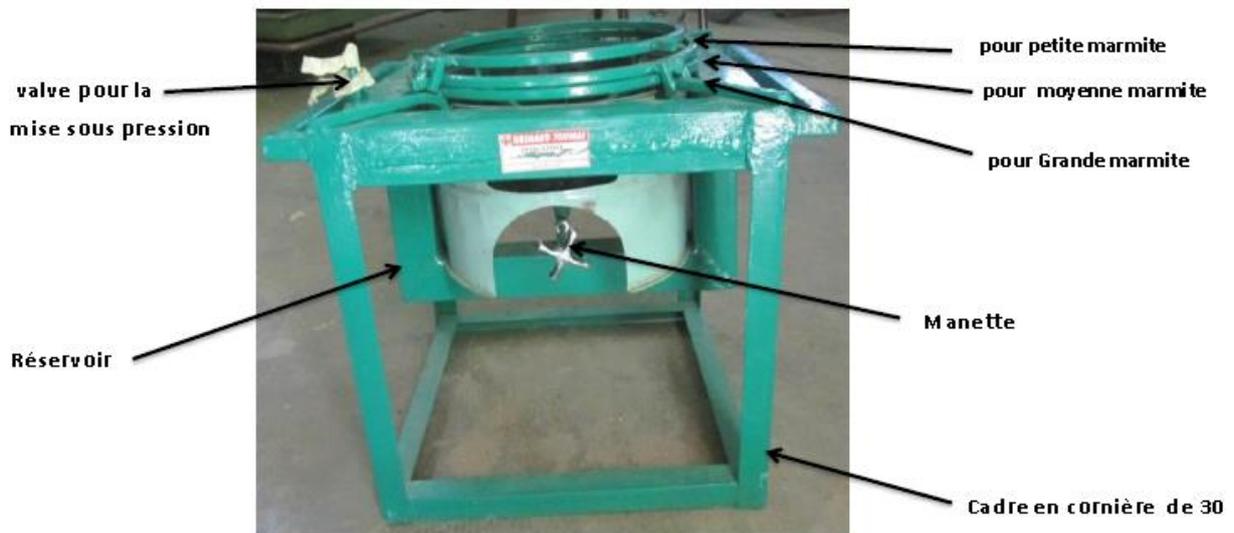


Figure 12. Description du réchaud « TOUMAÏ »

Coût d'investissement : l'acquisition d'un réchaud « TOUMAÏ » coûte 35 000 Franc CFA, soit 53 euros.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Réduction de la demande en bois de chauffe,
- Réduction de la part de dépenses de ménages dans l'achat de bois-énergie,
- Diminution du temps consacré au ramassage de bois et à la cuisson.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : les foyers améliorés permettent d'économiser 30 à 45 % au combustible traditionnel (pétrole lampant), et de réduire la fumée.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût relativement cher pour les ménages ;
- Manque de politique d'incitations (subvention),
- Absence d'entreprises locales pour une production à grande échelle.

10. Kit solaire

Brève description de la technologie : le kit solaire est le système solaire photovoltaïque adapté aux besoins à l'échelle d'un ménage. Il est composé d'un panneau solaire, d'une batterie, d'un onduleur et de quelques lampes basse consommations.



Figure 13. Exemple d'application d'un kit solaire

Etat actuel de la technologie : la technologie de kits solaires est déjà diffusée au Tchad. Plusieurs installations de kits solaires sont réalisées dans le pays. A titre d'exemple, un kit composé des éléments suivants :

- Un panneau solaire photovoltaïque de 10 Watts ;
- Une lampe à leds plats de 5 Watts pouvant fonctionner en 220 volts alternatifs ou en 12 volts continus ;
- Une batterie de 10 AH possédant des ports pouvant recharger tout type de téléphone portable ;
- Un ensemble de câbles de raccordement munis de fiches avec détrompeurs.

C'est le plus petit Kit portable et le moins cher ayant une autonomie de trois jours. Il coûte 48 euros départ France (Hors transport et taxes douanières). Il est vendu à 75 000 francs CFA (115 euros) par l'entreprise tchadienne Maison d'Électricité et de Dépannage (M.E.D.). Il a été installé dans quelques restaurants de la place en sont équipés en éclairage de secours tels « côté jardin » ou « la centrale ».

D'autres kits dont la capacité varie des différentes gammes : 10 W, 20 W, 50 W et 150 W ont été proposés pour l'électrification de 22 régions par l'installation de 855 973 kits solaires pour l'électrification rurale de village de moins de 1000 habitants.

Tableau 2: Type de kits solaires proposés dans le cadre du SDeNR

Equipements	Kit 10W (K1)	Prix (F CFA)	Kit 20W (K2)	Prix (F CFA)	Kit 50W (K3)	Prix (F CFA)	Kit 150W (K4)	Prix
Module PV	10 W	20000	20W	35000	50W	65000	150W	120000
Batterie	60AH	45000	60AH	45000	60AH	45000	100AH	100000
Régulateur	10A	25000	10A	25000	10A	25000	20A	40000
Convertisseur	NA	0	NA	0	NA	0	300W	25000
Câble	5m	10000	5m	10000	10m	20000	20m	40000

Lampe	3W X 2	5000	3W X 3	7500	5W X 4	10000	5W X 8	20000
Total (F CFA)		105000		122500		165000		345000
Total majoré à 50%		157 500		183 750		247 500		517 500

Coût d'investissement : le coût total d'investissement dans le déploiement de ces kits dans les 22 régions du Tchad coûtera 268 826 794 €, soit 176 350 376 582 Francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Amélioration du taux d'électrification en monde rural,
- Réduction de dépenses de ménages pour l'achat de combustibles,
- Facilité de transport dans les zones isolées et difficiles d'accès.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : le déploiement de ces kits permettra d'éviter une quantité de 32 897 tCO₂eq/an.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Coût élevé de la technologie,
- Manque d'entreprises locales pour une production à grande échelle,
- Insuffisance de politiques incitatives à la diffusion de la technologie.

11. Lampadaire solaire pour l'éclairage public

Brève description de la technologie : le lampadaire solaire ou candélabre solaire est un type de lampadaire alimenté par l'énergie solaire. Il est équipé de panneaux solaires qui captent la lumière du soleil pendant la journée, ce qui permet de restituer l'électricité, stockée dans d batteries, pendant la nuit pour l'éclairage. Les lampadaires solaires sont particulièrement utilisés pour l'éclairage des voiries.

Etat actuel de la technologie : l'éclairage public solaire est déjà utilisé au Tchad dans les grandes villes et chefs-lieux de provinces et départements, à l'exemple de la ville d'Abéché, chef-lieu de la province du Ouaddaï.



Figure 14. Exemple d'éclairage public de la ville d'Abéché

Coût d'investissement : le montant d'investissement d'un projet d'installation de 200 lampadaires solaires dans 66 villes et chefs-lieux de département élaboré par ADER-Tchad s'élève à **521 327 290 FCFA, soit 794 706 euros**.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Performance énergétique de luminaires LED,
- Réduction de nuisances et pollutions lumineuses,
- Lutte contre l'insécurité dans les voies publiques.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ :

Barrières au déploiement de la technologie :

- Entretien et changement de batterie tous les 2 à 10 ans ;
- Manque d'investissements de pouvoirs publics ;
- Problème d'entretien et de rechange de batteries.
-

12. Biogaz pour la production d'électricité

Breve description de la technologie : le biogaz est un gaz issu de la fermentation bactérienne anaérobie (absence d'oxygène) de matières organiques. Ce processus se produit naturellement dans les sols, marais, rizières, etc.

Les matières organiques, d'origines animale ou végétale, peuvent être méthanisées pour être transformées en biogaz. On utilise le plus souvent :

- Des déchets agricoles (déjections animales, résidus de récoltes comme les pailles, etc.),
- Des déchets verts (tontes de gazon, etc.),
- Des déchets d'industries agroalimentaires (abattoirs, vignes, laiteries, etc.),
- Des boues de stations d'épuration.

Le biogaz peut être transformé pour plusieurs usages : production de la chaleur, de l'électricité, du bio-méthane, etc.

Etat actuel de la technologie : les applications du biogaz pour la production d'électricité sont pertinentes pour le Tchad, malheureusement elles ne sont pas encore exploitées dans le pays. A ce jour, quelques avant-projets pour la valorisation des ordures ménagères et des déchets d'abattoirs ont été élaborés par l'Agence de Développement des Energies Renouvelables au Tchad (ADER).

Coût d'investissement : le coût d'investissement estimé est d'environ **4,6 €/W**.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Amélioration des conditions de vie de ménages,
- Valorisation de déchets locaux,
- Développement des activités génératrice de revenus.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ :

- Réduction de la déforestation,

- Utilisation des engrais organiques,
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre : un bio-digesteur à échelle réduite simple permet d'éviter entre 3 et 5 tCO₂eq/an.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Manque de connaissances sur la technologie,
- Coût élevé de construction d'un bio-digesteur,
- Inexistence de politique d'incitation à la vulgarisation de la technologie

B. SECTEUR DU TRANSPORT

13. Biodiesel

Brève description de la technologie : le biodiesel est un combustible alternatif au carburant pour le moteur classique diesel produit à partir de la transformation chimique appelée Trans estérification d'une huile végétale ou animale et d'un alcool en présence d'un catalyseur.

Dans le cadre de cette étude, il s'agit de la culture de colza ou de Tournesol.



Figure 15. Les filières conventionnelles de production du biodiesel
(Source : IFP énergies nouvelles)

Etat actuel de la technologie : cette technologie n'est pas encore diffusée au Tchad.

Coût d'investissement : le coût d'investissement d'une unité de production de biodiesel d'une capacité de 4500 m³/an s'élève à 1 million d'euros, soit 656 millions de Francs CFA.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Substitution aux carburants traditionnels,
- Réduction du coût de transport ;
- Création d'emplois.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : le biodiesel permet d'éviter les émissions de l'ordre de 39 à 64 % par rapport au diesel (soit 156 gCO₂eq/km) respectivement sur la filière colza et le biodiesel produit par le tournesol.

Barrières au déploiement de la technologie :

1. Rendement à l'hectare faible ;
2. Concurrence avec les filières alimentaires ;

3. Conflit autour d'accès au foncier ;
4. Coût élevé de la technologie.

14. Bioéthanol

Brève description de la technologie : le bioéthanol est un carburant alternatif à l'essence obtenu à partir de la fermentation de cultures végétales comme la canne à sucre, la betterave, le blé, le maïs, la pomme de terre, etc.

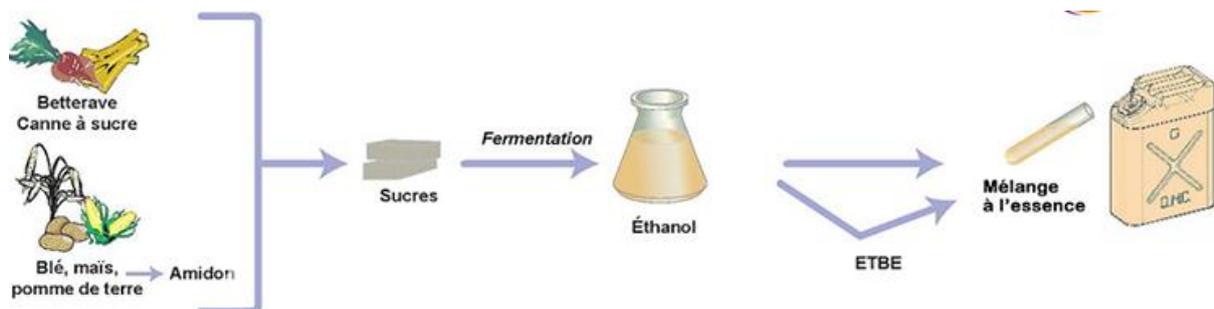


Figure 16. Les filières conventionnelles de production du bioéthanol
(Source : IFP énergies nouvelles)

Etat actuel de la technologie : cette technologie n'est pas encore exploitée au Tchad.

Coût d'investissement : en Europe, le coût de revient de l'éthanol produit à base de la betterave varie entre 0,4 à 0,6 €/litre.

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Substitution aux carburants traditionnels,
- Réduction du coût de transport ;
- Création d'emplois.

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : le potentiel de réduction de GES du bioéthanol par rapport à l'essence (soit 164 gCO₂éq/km) est de : 30% pour la fière blé, 32% pour le bioéthanol à base de la betterave et 87 % pour la filière de la canne à sucre.

Barrières au déploiement de la technologie :

- Rendement à l'hectare faible,
- Concurrence avec les filières alimentaires,
- Conflit autour d'accès au foncier,
- Coût élevé de la technologie.

15. Véhicule électrique

Brève description de la technologie : le véhicule électrique est un véhicule dont la propulsion est assurée par un moteur électrique. Il peut être alimenté par une batterie ayant une grande capacité d'autonomie et qui peut être rechargeable sur une prise fixe.

Etat actuel de la technologie : cette technologie est loin d'être utilisée au Tchad.

Coût d'investissement :

Avantages socioéconomiques de la technologie :

- Meilleur rendement par rapport au moteur à combustion,
- Réduction de la pollution locale,

Potentiel de réduction des émissions du CO₂ : le véhicule électrique a un potentiel de réduction moyenne des émissions de GES jusqu'à 50%

Barrières au déploiement de la technologie :

- Problème d'autonomie de batteries pour des longues distances,
- Indisponibilité de bornes de recharge,
- Coût d'acquisition élevé du véhicule,
- Manque de politiques incitatives.

1. Inventaires forestier, de biomasse et du carbone par Télédétection

TECNOLOGIE 1 : Inventaires de la forêt, de la biomasse et du carbone par Télédétection

- **ATTENUATION**

NOM DE LA TECHNOLOGIE : « Inventaires de la forêt, de la biomasse et du carbone par Télédétection »

I. INTRODUCTION

- **LIEU :** Tchad
- **Organisation institutionnelle :** Ministère de l'Environnement et de l'Eau
- **Responsables :** Ministère de l'Enseignement Supérieur – Centre National de Recherche pour le Développement (CNRD)
- **Taille du groupe de bénéficiaires :** 15 millions habitants

II. COUTS : 1 500 000 000 FCFA

- Coût d'implantation de la technologie : 1 **500 000 000 FCFA**
- Coût d'exploitation :
- Coût de maintenance :
- Coût d'investissement :

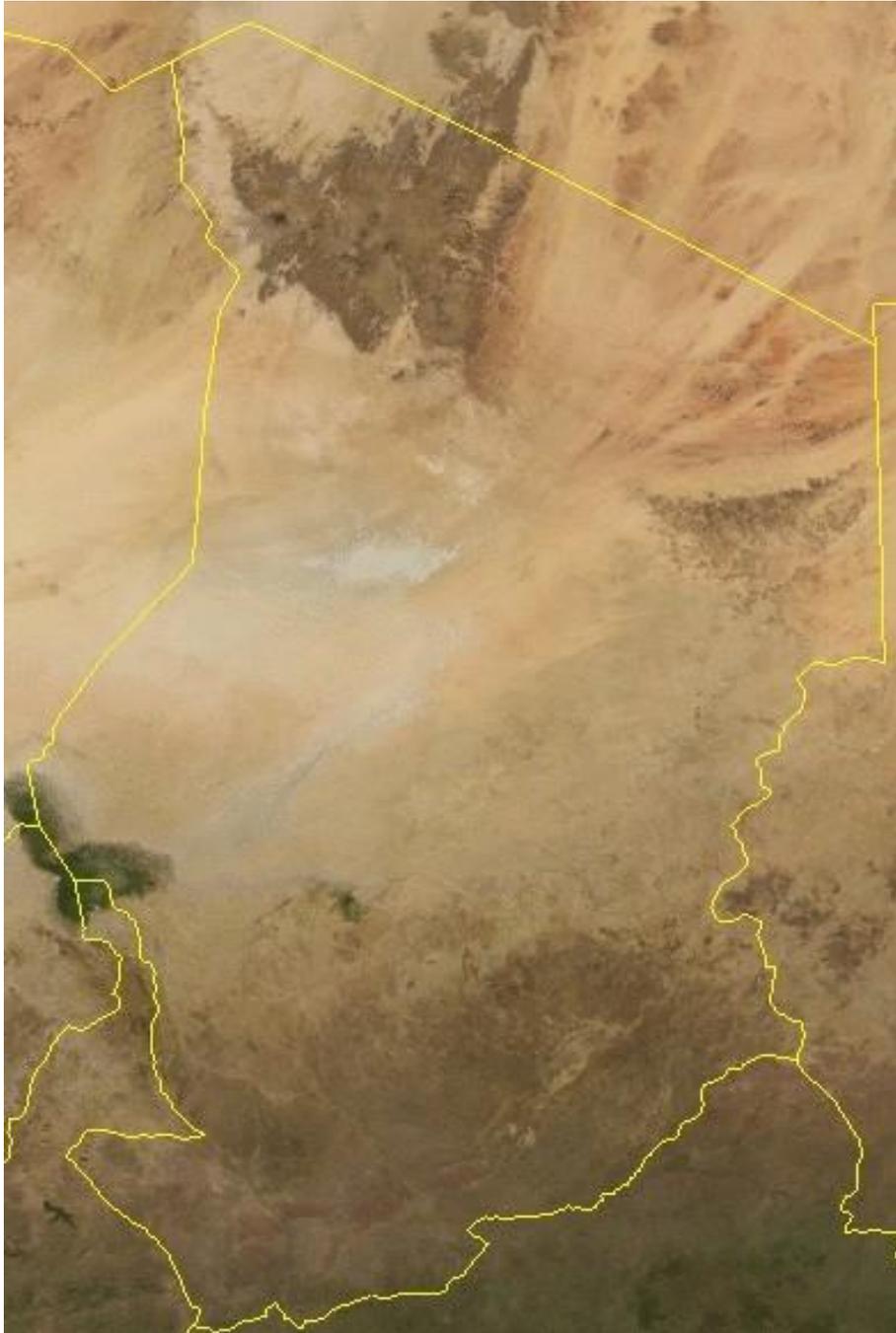
- **OBJECTIFS :**

- Atténuer les effets du changement climatique ;
- Evaluer les impacts environnementaux ;
- Suivi écologique ;
- Prendre des décisions pour la préservation de la biodiversité ;
- lutter contre la désertification et l'ensablement ;
- lutter contre l'insécurité alimentaire ;

- **ACTIVITES**

- Traitement des images satellitaires et leur photo-interprétation ;
- Effectuer des missions de terrain pour la collecte des données biophysiques et phytoécologiques ;
- Faire des inventaires des espèces floristiques ;
- Faire des inventaires des espèces faunistiques ;
- Calculer les biomasses souterraines et aériennes de chaque espèce floristiques ;
- Quantifier l'émission des Gaz à effet de serre ;

- Quantifier l'absorption des Gaz à effet de serre ;
- Inventorier les aires déboisées et dégradées ;
- Inventorier les impacts des activités anthropiques ;
- Réaliser une carte d'occupation du sol du Tchad ;
- Réaliser une carte de végétation du Tchad ;
- Réaliser une carte de potentialités floristiques et des ressources naturelles ;
- Faire un état de la biodiversité ;



- **AVANTAGES**

- 1-Impacts Environnementaux :**

- 1-Atténuation des gaz à effet de serre et séquestration du carbone.

Prise des décisions pour réduit la vulnérabilité des populations face aux effets du changement climatique.

- **2-Impacts sociaux** : Réduction de la pauvreté et l'insécurité alimentaire.
- **3-Impacts économiques** : marché de carbone

- **BENEFICES**

- **1-Bénéfices directs** :

- 1-Bénéfices sociaux : Amélioration des revenus et la réduction des dépenses des ménages.

- Augmentation des revenus des bénéficiaires.

- Education : Amélioration des taux de scolarisation des filles en milieu rural.

- Santé : Les plantes médicinales sont utilisées pour se soigner.

- Emploi : création d'emploi et des activités génératrices des revenus (activités touristiques, exploitation des ressources naturelles)

- 2-Bénéfices environnementaux :

- **2-Bénéfices indirects** : espaces verts, pâturages.

- **BARRIERS**

- Difficultés de financement (cherté des images à haute résolution spatiales)

- Insécurité dans certaines provinces

- Manque de matériels informatiques (Ordinateurs, GPS Trumble.

- Imprimante-Traceurs A0).

- Insuffisance de personnels qualifiés en inventaire de biomasse et de GES.

- **OPPORTUNITES**

- - Personnels qualifiés en nombre suffisant.

- - Importance et nécessité pour le pays.

- **STATUT**

- Activités à caractère publique

- **APPLICABILITE ET ACCEPTABILITE**

2. Protection des surfaces cultivables et des enclos par des haies vives et haies mortes et restauration des sols par la matière organique

- **ATTENUATION**
- **NOM DE LA TECHNOLOGIE** : « Protection des surfaces cultivables et les enclos par des haies vives et haies mortes puis restauration des sols par la matière organique »

I. INTRODUCTION

- **LIEU** : Zone Sahélienne du Tchad : Province du Kanem
- **Organisation institutionnelle** : **LEAD TCHAD**
 - **Responsables** : Union des Groupements des communautés de Bara, Bla Toukouli, Fouo, Badianga, Tarféé Fosqué. Commune de Mao
 - **Taille du groupe de bénéficiaires** : 3810 habitants

II. COÛTS : 36 236 125 FCFA

- Coût de l'implantation de la technologie : **36 236 125 FCFA**
- Coût d'exploitation :
- Coût de maintenance :
- Coût d'investissement :

• **OBJECTIFS** :

- lutter contre l'ensablement
- Améliorer la production agricole et maraîchère
 - Construire l'enclos des bétails et acheter les bétails, faire de l'embouche ;
 - Réduire la pauvreté de la communauté à travers le développement de l'élevage de petits ruminants
 - Réduire la peine des femmes
- lutter contre l'insécurité alimentaire

• **ACTIVITES**

- Construction de palissade (haie morte) et haie vive (panicum, etc.) pour la clôture des parcelles ;
- Production des pépinières, entretien des plants ;
- Disposé de l'eau pour la production des pépinières ;
- Plantation des arbres et aménagement des parcelles ;
- Transport des matériaux pour la construction des palissades ;
- Réalisation de forages et installation de motopompe ;

• **AVANTAGES**

• **1-Impacts Environnementaux** :

- Atténuation des gaz à effet de serre : les arbres et arbustes vont séquestrer le carbone et vont fertiliser les sols. Réduit la vulnérabilité des populations face aux effets du changement climatique. Défense et restauration des sols.

- **2-Impacts sociaux** : création d'emplois aux femmes et jeunes. Réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Maintient les jeunes dans leurs villages et freinent l'exode rural et les migrations.

- **3-Impacts économiques** :

- **BENEFICES**

- **1-Bénéfices directs** :

1-Bénéfices sociaux : Amélioration des revenus et la réduction des dépenses

Revenus des bénéficiaires : Augmentation des recettes après la vente des produits agricoles.

Education : Amélioration des taux de scolarisation des filles en milieu rural.

Santé : Les revenus sont utilisés pour se soigner.

Emploi : création de nouvel emploi et de l'activité

2-Bénéfices environnementaux :

2-Bénéfices indirects : espaces verts, pâturages.

- **BARRIERS**

Difficultés et atouts à la réalisation des actions

S'agissant de la première action, la communauté note l'indisponibilité de moyens financiers, la divagation des animaux, le non clôture de l'espace. Parlant de l'agriculture les obstacles notés sont entre autres le manque d'eau, la divagation des animaux et la question de maintenance des installations

Quant à l'élevage, les obstacles résident au niveau de l'insuffisance du pâturage des bétails liés à la rareté des herbes.

- **OPPORTUNITES**

La détermination de la population à vouloir réaliser cette action sans oublier l'appui du Bon Dieu constitue les atouts majeurs des populations locales. En termes d'atout, la communauté note l'existence de ressources en terre et de ressources humaines capable de réaliser les activités. Mais en termes d'atouts pour l'élevage, c'est qu'il existe de races locales et leur reproduction est rapide.

- **STATUT**

- **APPLICABILITE ET ACCEPTABILITE**

Technologie 6 : Protection des surfaces cultivables et des enclos par des haies vives et haies mortes et restauration des sols par la matière organique

3 Régénération et développement des palmeraies et des cultures oasiennes

INTRODUCTION

- **LIEU** : Zone Saharienne et Sahélienne du Tchad
- Organisation institutionnelle : Réseau Communautaire du BET et Ministère en Charge de l'Agriculture

- **Responsables** : Ministère de l'Environnement et de l'Eau
- **Durée** : 36 mois
- **Taille du groupe de bénéficiaires** : 981000 habitants

II. COUTS : PM

- Coût de l'implantation de la technologie :
- Coût d'exploitation :
- Coût de maintenance :
- Coût d'investissement :

- **Groupes cibles** : Associations villageoises et Cantonales

● OBJECTIFS :

Objectif globaux :

- Réduire la peine de la femme
- lutter contre l'insécurité alimentaire
- Contribuer durablement à la diminution de gaz à effets de serre ;
- Contribuer à la lutte contre l'avancé du désert ;
- Contribuer à l'accroissement durable de la production agropastorale et de l'adaptation aux changements climatiques.

Objectif spécifique :

- Promouvoir une agriculture résiliente aux changements climatiques à travers la lutte contre la dégradation et l'amélioration de la fertilité des sols,
- Amélioration de la gestion des eaux et le renforcement des systèmes de production climato-résilients.

● ACTIVITES

Former les producteurs à l'agriculture de conservation et l'agroforesterie
Développer des actions de partages d'expériences et de capitalisation et des voyages d'études pour la stabilisation des dunes de sable.
Equiper les producteurs, en motopompe et autre moyens d'exhaure moderne ;
Promouvoir les innovations en culture maraichère et arboriculture ;
Promouvoir les nouvelles pratiques agro écologiques ainsi que l'association agriculture-élevage pour permettre un profond et durable.

Mettre en place en place d'un réseau de productrices et productrices pilotes qui seront des animateurs multiplicateurs de nouvelles pratiques dans leur canton respectif.

Investir dans la création d'un centre d'expérimentation et de vulgarisation des techniques en matière d'adaptation aux changements climatiques par la promotion de l'agriculture de conservation et de sites de démonstration et de multiplication

Construire des infrastructures pastorales et renforcer les capacités techniques et matérielles des éleveurs.

- **AVANTAGES**

- **1-Impacts Environnementaux :**

- Atténuation des gaz à effet de serre

- Réduction la vulnérabilité des populations face aux effets du changement climatique.

- Défense et restauration des sols.

- **2-Impacts sociaux :** création d'emplois aux femmes et jeunes. Réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire. Maintient les jeunes dans leurs villages et freinent l'exode rural et les migrations.

- **3-Impacts économiques :**

- **BENEFICES**

- 1-Bénéfices directs :**

- 1-Bénéfices sociaux : Amélioration des revenus et la réduction des dépenses

- Revenus des bénéficiaires : Augmentation des recettes après la vente des produits agricoles.

- Education : Amélioration des taux de scolarisation des filles en milieu rural.

- Santé : Les revenus sont utilisés pour se soigner.

- Emploi : création de nouvel emploi et de l'activité

- 2-Bénéfices environnementaux :

- 2-Bénéfices indirects :** espaces verts, pâturages.

- **BARRIERS**

- L'indisponibilité de moyens financiers.

- Parlant de l'agriculture l'obstacle noté est l'ensablement des oasis et des palmeraies.

- **OPPORTUNITES**

La détermination de la population à vouloir réaliser cette action.

4 Lutte contre les incendies des forêts et les feux de brousse

Brève description de la technologie : Les défrichements, associés à une multiplication des petits feux, constituent des facteurs qui contribuent, aux côtés de coupes de bois abusives, à la déforestation rapide, laquelle rend en retour les feux plus violents. Les feux actifs sont localisés dans la zone soudanienne et sahélienne. L'utilisation des imageries satellitaires va contribuer énormément à la lutte, le suivi des feux de brousse et également à l'évaluation des impacts. La télédétection peut également aidé à faire l'inventaire et quantifier les Gaz à effet de serre. La figure 2 indique la localisation des feux actifs observés en 2011 dans différentes régions du Tchad.

- **LIEU** : Tchad

- **Organisation institutionnelle** : Centre National de Recherche pour le Développement (CNRD)

- **Responsables** : Ministère de l'Environnement et de l'Eau et le Ministère de l'Enseignement Supérieur

- **Taille du groupe de bénéficiaires** : 15 millions d'habitants

II. COUTS : PM

- Coût de l'implantation de la technologie :

- Coût d'exploitation :

- Coût de maintenance :

- Coût d'investissement :

- **OBJECTIFS** :

- lutter contre les incendies de forêts et les feux de brousse ;

- Inventorier les Gaz à effet de serre ;

- Réduire les émissions des Gaz à effet de serre ;

- Réduire l'érosion des sols et des berges ;

- Réduire la dégradation des terres et le déboisement ;

Etat actuel de la technologie au Tchad : non réalisé

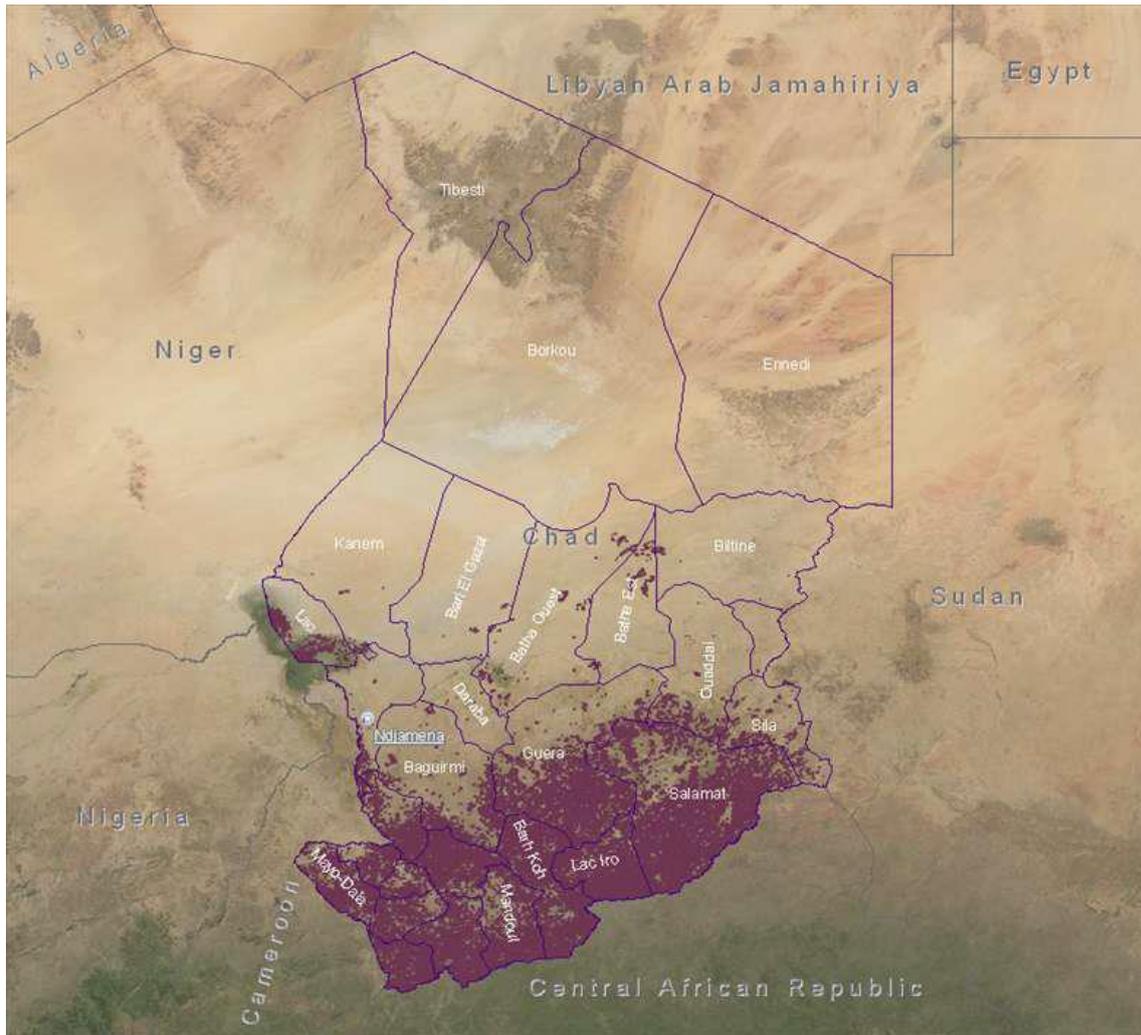


Figure n°2 : Localisation des feux de brousse et incendies de forêts actifs

**La Liste des participants à l'atelier de démarrage de l'EBT du Tchad du 06
au 07 août 2019 à N'Djaména**

N°	NOMS ET PRENOMS	INSTITUTIONS	TELEPHONES
01	NADJI TELLRO WAI	PFCCNUCC / MEEP	66 28 29 72
02	YASSINE AHMAT ASSAFO	AEDE / MEEP	66 25 24 74
03	Dr ABDELHAMID OUMAR	CDP / MEP	99 11 65 33
04	MAHAMAT ALI	DPC / MEPCD	91 00 47 51
05	ABAKAR BECHIR AHMAT	ASSEMBLEE NATIONALE	66 24 18 92
06	ABAKAR HAROUNE	MACMN	66 28 53 64
07	ABOUBAKAR SIDICK MALLO	Expert Energies/MSRI	63 35 37 37
08	TOMTEBAYE NGARNATE	APRP/MEP	95 54 44 02
09	ABAKAR MAKAILA	DEELCC/MEEP	66 32 60 68
10	MAIBE KOMANDJI	PF UNCCD/MEEP	99 17 01 96
11	Ms REINTA NATEBAYE	DLCCC/MEEP	66 46 82 97
12	ABDERAMAN CHOUA	Expert d'atténuation /Projet AMCC	66 33 82 08
13	BANGUENON VINCENT	DEELPN/	66 37 56 14
14	BRAHIM ADGA	CDFB/MEEP	66 32 70 17
15	ISSAKHA ZOURGANE	PF / PARSAT	66 27 93 65
16	ABDELHAMID HASSANE	INSPERM/MESRI	66 62 90 90
17	Dr KARAR MAHAMAT	MESRS/PF UICN	66 26 89 24
18	OUAGADAN MERLY	Expert d'Aménagement des Forêts	63 65 87 37
19	SALEH TOURE ALI	Représentant du OAPI –TCHAD	66 76 65 03
20	DJARMA ALI	MEDRS	66 20 59 28
21	MAHAMAT YOUNOUS	Représentant ONG / ASER	95 58 20 48
22	JEAN MARCEL	Site de Doba / Exploitation	93 77 16 54
23	DJEKOTA CHRISTOPHE	UNIVERSITE	66 93 28 65
24	DAPSIA SERVICE	DCFAP/MEEP	66 44 73 41
25	Ms MARIAM HASSANE	Sous Directrice d'Energie / MEP	93 65 87 37
26	RABAT BAKHIT	DLCBDE/MEP	66 02 69 10
27	DJANGOTO TANGAR	GIZ-GERTS	66 16 66 52
28	ABAKAR MOUSSA BABA	DEELP/MEEP	95 33 36 66
29	Ms KHADIDJA MOUSSAYE	CDEF/MEEP	99 92 09 09
30	Dr ADYL BECHIR	DIRECTEUR/ME	66 28 96 89
31	MBARGEL HOUTOU	Chambre de Commerce	66 25 77 31
32	MAHAMAT HASSANE IDRIS	DEELCC/MEEP	66 21 93 40
33	Ms FATIME OUSMANE DABA	PF Fonds d'Adaptation	63 00 00 56
34	Dr BONDORO OUYA	CNDR / MERS	63 27 92 75

**La Liste des participants du groupe de travail d'atténuation à la réunion du
05 septembre 2019 dans la salle de la réunion du Ministère de
l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche**

N°	NOMS ET PRENOMS	INSTITUTIONS	CONTACTS
01	ABOUBAKAR SIDICK MALLO	Expert Energies/MSRI	63 35 37 37
02	ABDERAMAN CHOUA	Expert d'atténuation /Projet AMCC	66 33 82 08
03	ABAKAR MAKAILA	DEELCC/MEEP	66 32 60 68
04	BRAHIM ADGA	Chef de Division des Forêts	66 32 70 17
05	MAHAMAT HASSANE IDRIS	DIRECTEUR	66 21 93 40
06	Ms MARIAM HASSANE	Sous Directrice d'Energie / MEP	93 65 87 37
07	ABDELHAMID HASSANE	INSPEM/MESRI	66 62 90 90
08	Ms KHADIDJA MOUSSAYE	Chef de Division exploitation de Foret	99 92 09 09
09	OUAGADAN MERLY	Expert d'Aménagement des Forêts	63 65 87 37
10	SALEH TOURE ALI	Représentant du OAPI -TCHAD	66 76 65 03
11	Dr BONDORO OUYA	CONSULTANT ATTENUATION	63 27 92 75
12	MBARGEL HOUTOU	Chambre de Commerce	66 25 77 31
13	MAHAMAT YOUNOUS	Représentant ONG / ASER	95 58 20 48
14	JEAN MARCEL	Site de Doba / Exploitation	93 77 16 54

**La Liste des participants à l'atelier d'examen et de validation du rapport
d'atténuation du 05 novembre 2019 à Ndjamena**

N°	NOMS ET PRENOMS	INSTITUTIONS	CONTACTS
01	AHMAT AGALA	MEEP	66 22 88 76
02	MAHAMAT SOULEYMANE ALI	CHAMBRE DU COMMERCE	66 79 01 18
03	ABOUBAKAR SIDICK MALLO	Expert Energies/MSRI	63 35 37 37
04	ABDERAMAN CHOUA	Expert d'atténuation /Projet AMCC	66 33 82 08
05	MOUSSANI KOURI	Assemblée Nationale	62 15 98 49
06	ABAKAR MAKAILA	DEELCC/MEEP	66 32 60 68
07	GONI ABAKAR	MAIEP	99 61 32 79
08	BRAHIM ADGA	Chef de Division des Forêts	66 32 70 17
09	NADOUM KORO	PF OZONE	66 26 92 36
10	ABAKAR MORNO WON	DEEL	60 28 28 10
11	Ms MARIAM HASSANE	Sous Directrice d'Energie / MEP	93 65 87 37
12	KOURBAL TOUMTOG	MATD	99 29 93 01
13	ABDELHAMID HASSANE	INSPEM/MESRI	66 62 90 90
14	Ms KHADIDJA MOUSSAYE	Chef de Division exploitation de Foret	99 92 09 09
15	Ms SEWA SALEH	CHEF DIVISION DD	66 38 48 47
16	OUAGADAN MERLY	Expert d'Aménagement des Forêts	63 65 87 37
17	MOUSSA TCHICHAOU	DG RE / MEEP	66 29 14 53
18	SALEH TOURE ALI	Représentant du OAPI -TCHAD	66 76 65 03
19	Dr BONDORO OUYA	CONSULTANT ATTENUATION	63 27 92 75
20	MAHAMAT MOUSSA	MEEP	66 28 09654
21	MBARGEL HOUTOU	Chambre de Commerce	66 25 77 31
22	MAHAMAT YOUNOUS	Représentant ONG / ASER	95 58 20 48
23	MAHAMAT HASSANE IDRIS	DIRECTEUR	66 21 93 40
24	JEAN MARCEL	Site de Doba / Exploitation	93 77 16 54

La Liste des membres du groupe de travail d'Atténuation

N°	NOMS ET PRENOMS	INSTITUTIONS	QUALITES
01	MAHAMAT YAKHOUB ADOUM	Ministère de l'Environnement, l'Eau et de la Pêche/DEELCC	RAPPORTEUR
02	Dr ACHTA ABDERAMANE	Ministère de l'enseignement Supérieure	PRESIDENTE
03	JEAN KOULANDJI	Ministère de l'Agriculture Irrigation et Equipements Agricoles	MEMBRE
04	ABAKAR HAROUNE	Ministère de l'Aviation Civile et de la Météorologie Nationale	MEMBRE
05	JULES NETOLLOUM	Ministère des Mines, Développement Industriel Commercial et Promotion du Secteur Privé	MEMBRE
06	Dr ABDELHAMID OUMAR	Ministère du Pétrole et Energie	MEMBRE
07	ARRACHID AHMAT	Ministère de l'Environnement	MEMBRE
08	ABOUBAKAR OUMAR	Ministère de l'Economie et Planification du Développement	MEMBRE
09	Dr SALEH MAHAMAT	Ministère des Infrastructures et des Transports	MEMBRE
10	MAHAMAT ALI	Ministère de l'Economie et Planification du Développement	MEMBRE