

REPUBLIQUE DU MALI  
UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI



**MINISTRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ASSAINISSEMENT  
ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE**



**RAPPORT**  
**TROISIEME COMMUNICATION NATIONALE DU MALI**  
**A LA CONVENTION CADRE DES NATIONS UNIES**  
**SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**



# SOMMAIRE

SOMMAIRE .....	i
ACRONYMES.....	vi
PREFACE.....	a
INTRODUCTION.....	1
<b>CHAPITRE I : CONTEXTE NATIONAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Présentation .....</b>	<b>2</b>
1.1.1. Contexte Géographique, Climatique et Socio-économique .....	2
1.1.2. Population et analyse de la pauvreté.....	3
1.1.3. Contexte politique .....	4
1.1.4. Economie .....	4
1.1.5. Protection de l'environnement .....	5
<b>1.2. Le Mali face aux changements climatiques .....</b>	<b>6</b>
1.2.1. Ressources en eau.....	6
1.2.2. Agriculture et élevage .....	8
1.2.3. Pêche .....	9
1.2.4. Énergie .....	9
1.2.5. Foresterie.....	11
1.2.6. Infrastructures (Transports, Habitat, Ouvrages hydrauliques).....	12
1.2.7. Santé .....	13
<b>CHAPITRE II : IN EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SER .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le secteur de l'énergie .....</b>	<b>15</b>
2.1.1. Approche .....	15
2.1.2. Données du secteur de l'énergie .....	15
2.1.3. Institutions, organismes et autres acteurs détenteurs des données sur l'énergie.....	16
2.1.4. Secteurs de consommation et technologies utilisées .....	16
2.1.5. Types d'énergies consommées.....	17
2.1.6. Limites et portées données.....	17

2.1.7. Etat des lieux du secteur de l'énergie en 2012 .....	18	2.5.4. Déchets liquides : eaux usées municipales et industrielles .....	94
2.1.8. Potentialités et offres énergétiques .....	19	2.5.5. Emissions globales de GES dues aux déchets solides et liquides..	101
2.1.9. L'offre potentielle d'électricité .....	20	2.5.6. Evolution des émissions de GES du secteur .....	102
2.1.10. Consommations finales .....	22	2.5.7. Synthèse des émissions de GES dans le secteur des déchets .....	103
2.1.11. Le bilan énergétique .....	25	2.5.8. Recommandations .....	107
2.1.12. Estimation des émissions de gaz à effet de serre .....	26		
2.1.13. Synthèse des émissions de GES dans le secteur de l'énergie .....	31	<b>2.6. Synthèse des émissions de GES pour l'année de base .....</b>	<b>107</b>
<b>2.2. Inventaire des émissions GES dans le secteur des procédés industriels (PI)</b>	<b>32</b>		
2.2.1. Collecte des données .....	32		
2.2.2. Calcul des émissions de GES .....	33		
2.2.3. Synthèse des émissions de GES dans le secteur des PI .....	33		
<b>2.3. Module 3 : inventaire des émissions GES dans le secteur de l'agriculture ....</b>	<b>40</b>		
2.3.1. Calcul des émissions dans le sous-secteur de l'élevage .....	40		
2.3.2. Calcul des émissions dans le sous-secteur de la riziculture .....	44		
2.3.3. Calcul des émissions dans le brûlage des savanes et des résidus agricoles	50		
2.3.4. Emissions de N <sub>2</sub> O par les sols agricoles et la gestion du fumier .....	54		
2.3.5. Synthèse des émissions de GES du secteur de l'Agriculture .....	59		
<b>2.4. Inventaire des émissions GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie .....</b>	<b>63</b>		
2.4.1. Introduction .....	63		
2.4.2. Objectifs de l'étude .....	63		
2.4.3. Approche méthodologique .....	63		
2.4.4. Résultats .....	68		
2.4.5. Bilan de l'émission des gaz à effet de serre dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie .....	81		
2.4.6. Synthèse des émissions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie .....	84		
2.4.7. Conclusion et recommandations .....	84		
<b>2.5. Inventaire des émissions GES dans le secteur des déchets .....</b>	<b>85</b>		
2.5.1. Introduction .....	85		
2.5.2. Collecte des données et leur portée .....	86		
2.5.3. Déchets solides municipaux .....	87		
		<b>3.1. Atténuation des émissions au niveau national dans les trois secteurs les plus émetteurs de GES .....</b>	<b>109</b>
		3.1.1. Méthodologie .....	109
		3.1.2. Cadre général d'évolution des émissions des GES .....	110
		3.1.3. Scénario de référence des émissions des GES à l'horizon 2030 ....	113
		3.1.4. Mesures d'atténuation des émissions des GES préconisées .....	113
		3.1.4.1. Mesures d'atténuation pour le secteur énergie .....	114
		3.1.4.2. Mesures d'atténuation pour le secteur agriculture .....	122
		3.1.4.3. Mesures d'atténuation pour le secteur CATF .....	129
		3.1.4.4. Synthèse des émissions au niveau national pour l'ensemble des secteurs .....	133
		<b>3.2. Détermination du pouvoir calorifique des principales essences utilisées comme bois énergie et charbon de bois au Mali .....</b>	<b>135</b>
		3.2.1. Introduction .....	135
		3.2.2. Problématique .....	136
		3.2.3. Présentation des résultats .....	137
		<b>3.3. Transition dans le domestique comme mesures d'atténuation des émissions de GES au Mali .....</b>	<b>138</b>
		3.3.1. Transition énergétique dans les ménages urbain : cas de la cité ATTbouyou 138 logements de Bamako .....	138
		3.3.2. Identification des sites .....	138
		A. Mix énergétique pour la cuisson et le chauffage .....	139
		3.3.3. Détermination des besoins pour la cuisson et le chauffage .....	139
		3.3.4. Présentation des deux scénarios de consommation du mix énergétique ....	139
		3.3.5. Résultats du mix énergétique pour la cuisson et le chauffage .....	140
		3.3.6. Les barrières et les contraintes pour la mise en œuvre du mix énergétique cuisson et chauffage .....	142
<b>CHAPITRE III : STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERR ....</b>			
<b>109</b>			

<b>B. Mix énergétique pour la consommation d'électricité .....</b>	<b>145</b>		
3.3.7. Détermination des besoins pour la consommation d'électricité.....	145		
3.3.8. Présentation des deux scénarios pour la consommation d'électricité	145		
3.3.9. Résultats du mix énergétique pour la consommation d'électricité..	146		
3.3.10. Les barrières et les contraintes pour la mise en œuvre du mix énergétique consommation d'électricité.....	148		
<b>C. Coût global du mix énergétique au niveau de la cité .....</b>	<b>150</b>		
3.3.11. Consommation d'énergie pour les deux scénarios.....	150		
3.3.12. Coût d'investissement pour la consommation d'énergie de la cité ....	151		
3.3.13. Eléments du système solaire .....	151		
<b>CHAPITRE IV : VULNERABILITE / ADAPTATION DU MALI AUX CC.....</b>	<b>153</b>		
<b>A) MISE A JOUR DU SCENARIO CLIMATIQUE DEVELOPPE POUR LE MALI</b>			
4.1. Mise à jour du scénario climatique .....	154		
4.1.1. L'analyse prospective .....	154		
4.1.2. Rappel des résultats du scénario climatique élaboré pour le Mali en 2003	154		
4.1.3. Actualisation des résultats du scénario établi pour le Mali en 2003.	157		
4.1.3.1 Méthodologie.....	157		
4.1.3.2 Résultats de la comparaison .....	159		
<b>B) VULNERABILITE DU PAYS AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</b>			
<b>4.2. Vulnérabilité du Mali aux sécheresses.....</b>	<b>159</b>		
4.2.1. Contexte .....	159		
4.2.2. Cartographie de la vulnérabilité à la sécheresse.....	159		
<b>4.3. Vulnérabilité du Mali aux feux de brousse .....</b>	<b>159</b>		
4.3.1. Introduction .....	160		
4.3.2. Méthodologie utilisée .....	160		
4.3.3. Résultats .....	160		
4.3.3.1. Présentation des superficies brûlées par cercle	161		
4.3.3.2. Cartographie du risque des feux de brousse .....	164		
4.3.4. Conclusion .....	164		
<b>4.4. Vulnérabilité du Mali aux inondations .....</b>	<b>165</b>		
4.4.1. Contexte .....	165		
4.4.2. Résultats .....	166		
4.4.2.1. Niveau de risque du pays aux inondations à l'échelle de la commune .....	166		
4.4.2.2. Niveau de risque du pays aux inondations à l'échelle des cercles.....	168		
4.4.3. Conclusion.....	170		
<b>4.5. Vulnérabilité du secteur de la foresterie aux CC .....</b>	<b>170</b>		
4.5.1. Contexte .....	170		
4.5.2. Vulnérabilité du secteur aux CC .....	170		
4.5.2.1. Les facteurs climatiques .....	170		
4.5.2.2. Les facteurs anthropiques.....	171		
a. L'agriculture .....	171		
b. L'élevage.....	171		
c. Les exploitations forestières .....	171		
d. Les feux de brousse .....	172		
4.5.3. Conclusion.....	173		
<b>4.6. Vulnérabilité du sous-secteur de l'élevage dans la région de Sikasso ...</b>	<b>173</b>		
4.6.1. Contexte .....	173		
4.6.2. Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso .....	173		
4.6.2.1. Dynamique spatiale du fourrage à Sikasso basée sur le DryMatter Productivity.....	174		
4.6.2.2. Détermination de la quantité de fourrage pour différents horizons temporels .....	176		
4.6.3. Conclusion .....	179		
<b>C) ADAPTATION AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES</b>			
<b>4.6. Adaptation au niveau national .....</b>	<b>179</b>		
4.6.1. Politiques et stratégies nationales – Processus de planification ....	179		
4.6.2. Prévisions et besoins en adaptation pour la période 2015-2020 ....	181		
4.6.3. Prévisions et besoins en adaptation pour la période 2020-2030 ...	182		
<b>4.7. Exemples d'étude d'adaptation aux CC basée sur les écosystèmes.....</b>	<b>183</b>		
4.7.1. Contexte.....	183		
4.7.2. Collecte de données Les opportunités d'adaptation aux CC dans le secteur du changement du changement d'affectation des terres et de la foresterie .....	183		

4.7.3. Les opportunités d'adaptation aux CC dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie .....	184
4.7.3.1. Forêt et sécurité alimentaire .....	184
4.7.3.2. Les opérateurs économiques et les PME dans le secteur .....	184
4.7.3.3. Les statistiques d'exportation de produits forestiers non ligneux exportés.....	185
4.7.3.4. Statistiques de recettes d'exportation des produits forestiers non ligneux .....	186
4.7.3.5. Les ressources forestières ligneuses.....	186
4.7.4. La Régénération Naturelle Assistée une initiative innovante au sahel pour l'adaptation et l'atténuation aux changements climatique .....	188
4.7.5. La promotion des grands arbres performants de la savane pour l'atténuation et l'adaptation aux CC .....	189
4.7.6. Conclusion et recommandations .....	189
<b>4.8. Stratégie d'adaptation du secteur de la foresterie aux impacts des CC</b>	<b>190</b>
4.8.1. Introduction .....	190
4.8.2. Intégration des CC dans les projets/programmes en utilisant l'outil de mainstreaming Climate Proofing .....	191
4.8.3. Application de Climate Proofing au secteur de la foresterie.....	191
4.8.3.1. Cadre de détermination des actions d'adaptation.....	191
4.8.3.2. Les axes stratégiques de la stratégie nationale d'adaptation du secteur de la foresterie aux impacts des CC.....	191
4.8.3.3. Présentation des axes de la stratégie nationale d'adaptation du secteur de la foresterie du Mali aux impacts des CC .....	192

**CHAPITRE V : RENFORCEMENT DES CAPACITÉS, SENSIBILISATION, TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET RESSOURCES FINANCIÈRES, PRISE EN COMPTE DES CC DANS LES POLITIQUES DE DÉVELOPPEMENT .....**

5.1. Renforcement des capacités .....	215
5.2. Transfert technologique .....	215
5.3. Besoins en financements des projets .....	216
5.4. Observations systématiques, recherche, formation & sensibilisation .....	216
5.4.1. Observations systématiques.....	216
5.4.2. Réseau d'observations du Mali .....	217
5.4.2.1. L'observatoire de Bourem .....	217

5.4.2.2. L'observatoire de Baoulé .....	217
5.4.2.3. L'observatoire de Sikasso .....	217
5.4.2.4. L'observatoire du Delta Central du Niger .....	218
5.4.3. Réseau d'observations météorologiques au Mali .....	218
5.4.3.1. Situation actuelle .....	218
5.4.3.2. Densification du réseau météorologique du Mali .....	220
5.5. Recherche scientifique .....	222
<b>5.6. Éducation, formation, information et sensibilisation du public.....</b>	<b>223</b>
5.7. Intégration des changements climatiques et du genre dans les politiques, stratégies et plans de développement .....	223
5.7.1. Contexte.....	223
5.7.2. Au niveau Stratégique.....	224
5.7.2.1. La prise en compte des changements climatiques et du genre dans les politiques stratégies et plans nationaux.....	224
5.7.2.2. Accroissement des allocations budgétaires en faveur de la durabilité environnementale pro-pauvre au niveau national.....	225
5.7.3. Au plan sectoriel.....	226
5.7.4. Au plan local.....	226
5.7.4.1. Contexte .....	226
5.7.4.2. Exemple d'intégration des changements climatiques dans la planification communale (dans les PDESC) .....	227
<b>Conclusion .....</b>	<b>229</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>230</b>
<b>ANNEXE A : résultats inventaires secteur du CATF .....</b>	<b>239</b>
<b>ANNEXES B : résultats inventaires du secteur de l'énergie .....</b>	<b>265</b>
<b>ANNEXES C : résultats des inventaires du secteur de l'agriculture.....</b>	<b>266</b>
<b>ANNEXES D : données d'activités .....</b>	<b>269</b>

## LISTE DE SIGLES ET DES ACRONYMES

<b>AEDD</b>	Agence de l'Environnement et du Développement Durable
<b>CATF</b>	Changement d'Affectation des Terres et de Foresterie
<b>COT</b>	Cartographies occupation des Terres
<b>CCNUCC</b>	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
<b>CRED</b>	Cadre Stratégique pour la Relance Economique et le Développement Durable
<b>CSCR</b>	Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté
<b>DGPC</b>	Direction Générale de la Protection Civile
<b>DNA</b>	Direction Nationale de l'Agriculture
<b>DNE</b>	Direction Nationale de l'Energie
<b>DNPIA</b>	Direction Nationale des Productions et des Industries Animales
<b>DNSE</b>	Dispositif National de Surveillance Environnementale
<b>DNSI</b>	Direction Nationale de la Statistique
<b>FEM</b>	Fonds pour l'Environnement Mondial
<b>FEM-CCM5</b>	Fonds pour l'Environnement Mondial sur les changements climatiques au Mali
<b>GDT</b>	Gestion Durable des Terres
<b>GES</b>	Gaz à Effet de Serre
<b>GIEC</b>	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Changement Climatique
<b>IER</b>	Institut d'Economie Rurale
<b>IGES</b>	Inventaire des Gaz à Effet de Serre
<b>ILWAC</b>	Projet de Gestion Intégrée de la Terre et de l'Eau pour l'Adaptation à la Variabilité et au Changement Climatiques ILWAC
<b>INSAT</b>	Institut National de la Statistique
<b>Kha</b>	Kilo hectare
<b>Kt MS</b>	Kilotonne de matière sèche
<b>ONU</b>	Organisation des Nations Unies
<b>OSS</b>	Observatoire du Sahara et du Sahel
<b>PGRN-CC</b>	Projet de Gestion des Ressources Naturelles dans un contexte de Changements Climatiques
<b>PNCC</b>	Politique Nationale sur les Changements Climatiques
<b>PNPE</b>	Politique Nationale de Protection de l'Environnement
<b>REP-Sahel</b>	Résilience des Populations au Sahel
<b>RGPH</b>	Récensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>RNA</b>	Régénération Naturelle Assistée
<b>ROSELT/OSS</b>	Réseau d'Observatoire de Surveillance Ecologique à Long Terme/Observatoire du Sahara et du Sahel
<b>SIG</b>	Système d'Information Géographique
<b>SCN</b>	Seconde Communication Nationale
<b>SNAFCC</b>	Stratégie Nationale d'Adaptation du secteur de la Foresterie aux Changements Climatiques
<b>TCN</b>	Troisième Communication Nationale
<b>TMS</b>	Tonne de Matière Sèche

## PREFACE



Le Mali en signant et ratifiant la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques s'est engagé à respecter ses obligations, en collaboration avec l'ensemble des parties prenantes et les Partenaires Techniques et Financiers intervenant dans le domaine de l'environnement au Mali.

Par ailleurs, le Mali, en participant activement au processus de négociation ayant abouti à l'accord de Paris a affiché clairement sa volonté politique de contribuer pleinement à l'effort mondial de recherche de solutions durables pour faire face aux effets néfastes des changements climatiques notamment.

Pour ce faire, la Troisième Communication Nationale de notre pays a été élaborée, non seulement pour permettre au Mali d'honorer ses obligations en tant que partie à la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et au Protocole de Kyoto, mais aussi et surtout, pour ré-

pondre aux impératifs du développement durable et de prévention des effets néfastes contre les changements climatiques.

Cette 3<sup>ème</sup> communication intervient après la soumission à la CCNUCC de la Communication initiale en 2000, de la Seconde Communication datant de 2012 et de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) soumise en septembre 2015.

La préparation d'une feuille de route et l'élaboration d'un plan d'Investissement sont en cours en vue d'assurer une mise en œuvre de la CDN. Parallèlement, le processus de préparation de la Revue Biennale des inventaires se poursuit avec l'ensemble des acteurs impliqués.

Malgré sa modeste part dans les émissions globales de gaz à effet de serre (GES), le Mali a entrepris des réformes ambitieuses dans plusieurs secteurs pour assurer une transition vers une économie verte. Cette volonté trouve aujourd'hui son ancrage dans l'élaboration du Cadre pour la Relance Economique et de Développement Durable avec une emphase sur les questions transversales liées à la préservation de l'environnement, la prévention des effets dus aux changements climatiques, la prise en compte de l'approche genre ainsi que l'intégration des changements climatiques dans les Politique, Plan et Programme de Développement du Mali aux niveaux national, régional et local.

Cette nouvelle vision traduit la volonté politique du Mali de « promouvoir un développement inclusif et durable en faveur de la réduction de la pauvreté et des inégalités dans un Mali uni et apaisé ».

A travers cette troisième communication nationale, le Mali entend jouer pleinement sa partition à l'action commune de lutte contre les phénomènes du dérèglement climatique car la problématique des Changements Climatiques est devenue de nos jours une préoccupation majeure pour tous les peuples et interpelle les décideurs.

Je voudrais donc adresser mes vifs remerciements à l'ensemble de la communauté internationale, au Secrétariat de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques, au Fonds pour l'Environnement Mondial, au PNUD et à nos partenaires stratégiques dont l'appui financier et technique nous ont permis d'aboutir à ce résultat.

Au nom du Gouvernement de la République du Mali, il me plait de soumettre à la communauté internationale et à l'ensemble de nos partenaires et à nos citoyens, la Troisième Communication Nationale de mon pays sur les Changements Climatiques.

Je vous remercie de votre collaboration.



# INTRODUCTION

Conscient que la lutte contre les effets néfastes des changements climatiques doit être collective, le Mali a adhéré à la dynamique de la communauté internationale dans ce domaine, en signant et ratifiant la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) respectivement les 22 septembre 1992 et 28 septembre 1994. En tant que pays Partie non Annexe I, la principale obligation du Mali est de présenter une Communication nationale.

La communication nationale est de ce fait un document qui résume les efforts fournis par un état signataire de la CCNUCC en matière de lutte contre les changements climatiques. Cette troisième communication intervient après la soumission de la Communication initiale en 2000 et de la Seconde Communication en 2012.

Le présent document « Troisième Communication Nationale du Mali » sur les changements climatiques est une synthèse des différentes études thématiques et sectorielles réalisées par des Consultants nationaux. Ces différentes études ont été réalisées, conformément aux directives du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC), et selon les recommandations contenues dans la décision 17 CP/8 relative à l'établissement des Communications Nationales des Parties.

Le document est structuré en cinq (5) chapitres, à savoir : (i) les circonstances nationales ; (ii) les inventaires des gaz à effet de serre ; (iii) les stratégies d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre ; (iv) la vulnérabilité / adaptation face aux changements climatiques ; (v) l'organisation de l'Etat en matière de changement climatique, besoins prioritaires, transfert de technologie, besoins en financement, éducation, formation et sensibilisation, la prise en compte des CC dans les politiques de développement.

La communication nationale constitue également un outil stratégique pour les négociations au plan international sur le climat. Cela a été confirmé pendant l'élaboration de la Contribution Déterminée au niveau National (CDN) du Mali à la COP21. En effet, le projet Troisième Communication Nationale du Mali a beaucoup contribué à l'élaboration de la CDN-Mali en fournissant les experts de haut niveau (formés par le projet) et les résultats d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de 2007 à 2014 pour les trois secteurs les plus émetteurs au Mali, à savoir les secteurs du changement d'affectation des terres et foresterie, de l'agriculture et de l'énergie.

L'élaboration et la soumission de cette troisième communication nationale renforceront aussi la capacité de négociation du Mali au plan international par rapport aux questions de changements climatiques, cela lui permettra de mieux tirer profit des droits que lui confère la convention. En effet, grâce à la réalisation de la TCN, le Mali ainsi que la communauté internationale seront désormais mieux informés scientifiquement sur la part de responsabilité de notre pays dans les problèmes climatiques mondiaux.

A travers ces résultats, le projet aura contribué au renforcement des capacités techniques en formant un nombre important de cadres aux techniques d'inventaires des émissions de GES, aux études prospectives en matière d'adaptation aux impacts des changements climatiques et d'élaboration des stratégies d'atténuation des émissions de GES dans les différents secteurs.

# CHAPITRE I : CONTEXTE NATIONAL

## 1.1. Présentation

### 1.1.1. Contexte Géographique, Climatique et Socio-économique

Héritière des grands empires du Ghana (Wagadou), du Mali et du Songhay, et des royaumes de Ségou, du Kaarta, du Macina et du KénéDougou, la République du Mali avec ses 1 241 238 km<sup>2</sup> et ses 18,3 millions d'habitants en 2016, est l'un des plus vastes Etats de l'Afrique de l'Ouest. Traversé par deux grands fleuves : le Niger et le Sénégal, le Mali ne dispose pas de façade maritime et partage des frontières avec sept pays : l'Algérie, la Mauritanie, le Niger, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, la Guinée et le Sénégal. Le climat malien se caractérise par trois saisons : une saison sèche de mars à juin, une saison des pluies ou hivernage de juin à septembre et une intersaison ou saison froide d'octobre à février avec un vent saharien desséchant dénommé l'harmattan. La température moyenne varie entre 24°C en janvier et 35°C en mai.

Le pays est arrosé par deux grands fleuves qui prennent leur source dans le Fouta-Djalon en Guinée. Le Sénégal est un fleuve d'Afrique Occidentale au régime tropical, long de 1 750 km, qui prend sa source en Guinée à 750 m d'altitude. Il arrose le Mali, puis la Mauritanie et le Sénégal, tout en servant de frontière entre ces deux pays, avant de se jeter dans l'océan Atlantique à Saint-Louis. Le Sénégal se forme en fait à Bafoulabé au Mali par la confluence de deux rivières qui descendent du massif du Fouta-Djalon, le Bafing et le Bakoye. Le fleuve Niger (4700 Km, dont 1700 au Mali) est navigable sur 1308 km et se divise en plusieurs bras pour former le Delta intérieur, région naturelle s'étendant sur 64 000 km<sup>2</sup>, inondable de septembre à décembre. Le cours de ce fleuve est parsemé de lacs : lac Débo, lac Horo, lac Faguibine (sur 650 km<sup>2</sup>), lac Kamango, etc.

Avec un relief accentué, de vastes plaines alluviales dominées par des plateaux calcaires et de grès, le Mali est divisé en trois (03) zones climatiques. Le nord désertique qui couvre les deux tiers du territoire, appartient au Sahara méridional dont les précipitations ne dépassent pas une moyenne annuelle de 130 mm. Le centre sahélien dispose d'un climat relativement sec, avec des précipitations variant en moyenne annuelle entre 200 mm et 500 mm et dont le couvert végétal varie de la steppe dans sa partie nord à la savane dans sa partie sud. Le sud soudanien qui est couvert par une savane arborée au Nord et des forêts au Sud, est arrosé par des précipitations dont la moyenne annuelle est de 1 400 mm.

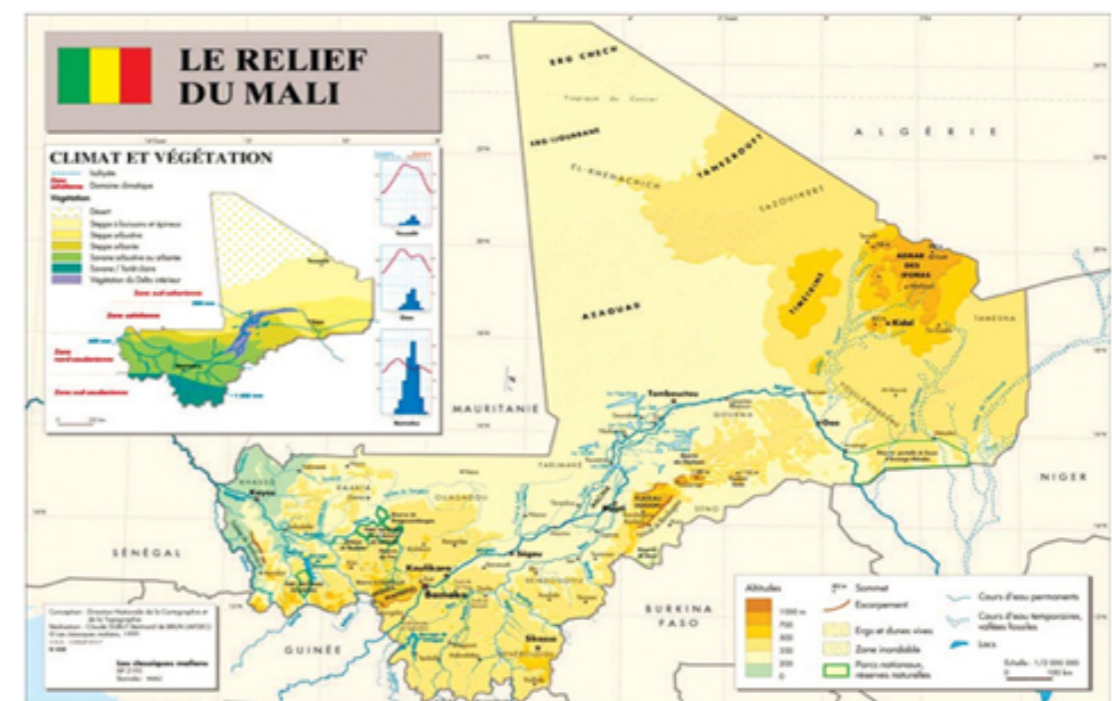


Figure 1 : Carte du Mali - relief

### 1.1.2. Population et analyse de la pauvreté

La population malienne croît à un rythme de 3,6% par an. Plus des trois quarts de la population habitent dans des zones rurales. La population urbaine est concentrée en grande partie sur Bamako qui compte plus de 2 millions d'habitants. La taille du ménage démographique est de 6,3 au niveau national. La densité moyenne de population des communes par région est très hétérogène. Elle se situe au niveau national à 13,5 habitants par kilomètre carré et varie de 0,4 habitant dans la région de Kidal à 8 344 habitants dans le District de Bamako. Du point de vue de la composition en termes de sexe et d'âge, on enregistre 50,4% de femmes et une très forte proportion de jeunes puisque près des deux tiers (65%) de la population ont moins de 25 ans.

La pauvreté demeure un phénomène complexe, multidimensionnel et difficilement mesurable. Sa réduction, voire son éradication, requiert des solutions multisectorielles intégrées. Généralement le phénomène de la pauvreté au Mali est appréhendé à travers deux dimensions essentielles : monétaire et non monétaire ou des conditions de vie. L'approche monétaire (basée sur le manque de revenus ou l'insuffisance de ressources qui engendre une consommation insuffisante) était celle qui était la plus utilisée pour appréhender la pauvreté au Mali. Le caractère unidimensionnel de cette approche a conduit à la compléter avec l'approche de la pauvreté non monétaire (appelée aussi pauvreté multidimensionnelle ou pauvreté des conditions de vie).

Le taux de pauvreté monétaire a connu une baisse importante entre 2006 et 2011, passant de 47,5 % à 45,4%. Cette baisse de la pauvreté peut s'expliquer par une reprise de la croissance économique. Liée au ralentissement économique induit par la crise de 2012, la pauvreté a augmenté entre 2011 et 2013, avant de fléchir légèrement en 2014. En effet, le taux de pauvreté monétaire est passé de 45,4% en 2011 à 47,1% en 2013. En 2014, grâce à la reprise des activités économiques, le taux de pauvreté a légèrement diminué en se fixant à 46,9%.

De 2011 à 2013, la pauvreté monétaire s'est accentuée aussi bien en milieu urbain hors Bamako (de 47 à 49,3%) qu'en milieu rural (de 51 à 54,5%). Un infléchissement relativement faible a été enregistré en 2014 car le milieu rural a connu une diminution passant de 54,5% à 52,8%, tout comme le milieu urbain hors Bamako où le taux de pauvreté est passé de 49,3% à 46,6%. Le taux de pauvreté dans le district de Bamako en 2014 est de 11,1% contre 10,3% en 2013. Il convient de noter que l'incidence de la pauvreté en 2014 au niveau national, à Bamako et en milieu rural est plus élevée que son niveau de 2011. La pauvreté dans les villes autres que Bamako en 2014 a diminué par rapport à son niveau de 2011.

Les résultats régionaux de la pauvreté monétaire montrent qu'en 2014, les régions où l'ampleur de la pauvreté est la plus élevée sont les Régions de Sikasso (65,8%), Mopti (60,4%), Ségou (56,8%). Les régions de Ségou et Mopti ont connu une baisse entre 2013 et 2014 de respectivement 4 et 6 points alors que l'incidence de la pauvreté a augmenté de près de 6 points à Sikasso. Par contre, les régions de Kayes et de Mopti affichent un niveau de pauvreté plus bas en 2014 par rapport à 2011.

### 1.1.3. Contexte politique

Au plan politique, le Mali est une République avec un parlement à une seule chambre (unicaméral). Le pouvoir exécutif est représenté par le Président de la République et son Gouvernement dirigé par un Premier Ministre. Au niveau administratif, la République du Mali est subdivisée en dix (10) régions (Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao, Kidal, Ménaka et Taoudéni) et le District de Bamako. Au niveau des Collectivités Territoriales, le pays comprend 49 cercles subdivisés en 703 communes dont 666 sont rurales.

Au Mali, l'exposition aux chocs climatiques (sécheresses, inondations, etc.) affecte les moyens de production et la production agricole, pastorale, sylvicole et halieutique (maladies et nuisibles des cultures et des plantes, épizooties, etc.) et entraîne souvent des crises importantes caractérisées par l'insécurité alimentaire et la malnutrition généralisée. L'analyse

pluriannuelle des situations récurrentes d'insécurité alimentaire a fait ressortir que presque toutes les régions sont considérées comme particulièrement vulnérables Gao, Tombouctou, Kidal, Mopti, Ségou, Koulikoro et Kayes.

### 1.1.4. Economie

Dominée par l'agriculture de type familial, l'économie malienne a enregistré un taux de croissance moyen d'environ 5,5 % entre 2001 et 2011, supérieur à la moyenne de l'UEMOA (3,9%). Après une croissance nulle en 2012 et une légère reprise de 1,7% en 2013, le pays a renoué avec le dynamisme économique en 2014 avec un taux de croissance de 7,2%. Aux plans sous régional et régional, le pays fait respectivement partie de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), de la Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) et de l'Union Africaine (UA). Le Gouvernement du Mali inscrit résolument ses efforts dans le cadre de la Vision panafricaine du développement à long terme du continent, adoptée en janvier 2015 par la Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'Union Africaine dans le Document cadre de l'Agenda 2063, à savoir : « **Une Afrique intégrée, prospère et pacifique, dirigée par ses propres citoyens et représentant une force dynamique sur la scène mondiale** ».

La population malienne est estimée à un peu plus de 18 millions d'habitants, dont plus de 80% sont concentrés sur environ 40% du territoire au Sud du pays. Elle est caractérisée par une population jeune (60% ont moins de 25 ans d'âge) et s'accroît rapidement (3,6% par an). Elle présente une grande mobilité spatiale, notamment en direction des centres urbains qui connaissent une forte croissance (+5% par an). La densité est très variable du Nord au Sud (de 0 à moins de 1 habitant/Km<sup>2</sup> au Nord à plus de 20 hab/Km<sup>2</sup> au Sud). La majorité de la population vit le long des deux fleuves, qui constituent une importante source d'alimentation en eau et qui ont une grande importance commerciale et agricole.

### 1.1.5. Protection de l'environnement

**L'économie repose essentiellement sur le secteur agro-pastoral (qui occupe près de 80% de la population et intervient pour plus de 40% dans le PIB et 3/4 des exportations).** Ce secteur continuera à jouer un rôle moteur dans le développement économique du pays et au dépit des faibles productivités agricoles et animales. Les ressources naturelles sont la principale source de vie de la population d'où l'intérêt d'une gestion adéquate de ces ressources. Le secteur de l'artisanat/industrie et l'exploitation minière devraient également connaître une forte expansion. Néanmoins, du point de vue des indicateurs de développement humain, le Mali se situe toujours parmi les pays les moins avancés (PAM).

L'économie du Mali est de par sa nature très vulnérable aux risques climatiques dans la mesure où elle repose essentiellement sur l'agriculture, l'élevage et la pêche, secteurs, à la fois clés de l'économie sont en même temps fortement tributaires des aléas du climat. L'agriculture à elle seule représente 45% du PNB et occupe environ 80% de la population active.

Il s'agit donc d'un environnement vulnérable auquel vient se greffer les impacts des changements climatiques dont les plus sévères sont attendus au niveau des ressources en eau, de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, de l'énergie, des transports. La survenance de ces impacts fragilisera davantage le Mali avec le risque de voir les performances économiques des dernières années compromises, le risque d'insécurité alimentaire accru et les éventuels troubles sociaux et politiques pouvant en résulter.

Au plan macro-économique le Mali a amorcé l'intégration de la dimension environnementale en général et les changements climatiques en particulier dans les processus de planification, de mise en œuvre du **Cadre Stratégique pour la Réduction de la Pauvreté du Développement Durable (CREDD)**, qui constitue le cadre unique de l'ensemble des politiques de développement du pays pour la période 2012-2018.



Dans cette même logique, le Mali a également décidé d'apporter une réponse aux défis que posent les changements climatiques mais tirer également profit des opportunités offertes à travers l'élaboration du Cadre Stratégique pour la Réalisation d'un Mali Résilient et Vert (CSRMRV), qui repose aussi sur la Vision l'Etude Nationale Prospective Mali 2025.

Les Changements Climatiques (CC) se sont imposés avec force ces dernières décennies au Mali. Une irrégularité au niveau des précipitations et de leur répartition spatio-temporelle, des températures de l'air de plus en plus élevées, des épisodes de sécheresses et d'inondations plus fréquents, une diminution des apports en eau par les grands fleuves, une dégradation notable des terres, une plus grande fragilité des écosystèmes et de leur dynamique. Ce sont là quelques éléments qui montrent que le climat du Mali change avec pour conséquence une amplification des problèmes environnementaux posés à ce pays sahélien, pauvre et enclavé.

Ces changements climatiques menacent en premier lieu le secteur primaire, l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'exploitation des forêts, des secteurs clefs pour l'économie du pays. Au Mali, la santé, les infrastructures et l'industrie se trouvent aussi exposés aux changements climatiques. Aussi, la vie des populations au Mali est tributaire de ces changements.

Pour le Mali, la lutte contre les effets négatifs des changements climatiques se doit d'être une priorité nationale et une base dans les choix de développement socio-économiques du pays. Elle permettrait de protéger les couches sociales démunies, marginalisées et pauvres qui sont en réalité les plus exposées et les plus vulnérables face à cette menace climatique.

Conscient de ce défi, le Mali s'est engagé depuis plus d'une dizaine d'années ; avec l'appui de la coopération multilatérale et bilatérale ; dans un processus d'identification et de quantification des problèmes pouvant résulter des CC, des solutions potentielles et aussi des opportunités qui peuvent en découler pouvant soutenir un développement propre et durable pour le Mali (Adaptation et Atténuation). Cette phase a aussi connu un effort important consenti en matière de renforcement des capacités nationales sur ces aspects.

Pour faire face à la pression des changements climatiques et de leurs impacts vécus actuellement au Mali des stratégies et initiatives éparses et variées sont menées par les secteurs concernés avec plus ou moins de réussite (Secteurs de l'eau, de l'agriculture, de la santé, ...). L'intégration de ces efforts dans une dynamique globale de lutte contre les changements climatiques, avec une feuille de route précise où les priorités sont définies et où les complémentarités sont identifiées et encouragées s'avère aujourd'hui nécessaire.

## 1.2. Le Mali face aux changements climatiques

### 1.2.1. Ressources en eau

Sur un volume total exploité de 19.749 millions de m<sup>3</sup> d'eau par an (MMEE, 2006), le secteur de l'énergie avec 16.067 millions de m<sup>3</sup> est le plus grand utilisateur (81.4 %), suivi par l'irrigation (pouvant reprendre l'eau utilisée par l'énergie) avec 3.500 millions de m<sup>3</sup> (17.7 %), l'abreuvement du cheptel avec 75 millions de m<sup>3</sup> (0.4 %), l'approvisionnement en eau potable en milieu urbain avec 61 millions de m<sup>3</sup> (0.3 %) et l'approvisionnement en eau potable en milieu rural et semi-urbain avec 46 millions de m<sup>3</sup> (0.2 %).

Les eaux de surface pérennes permettent le fonctionnement des centrales hydro-électriques de Manantali, Markala, Selingué, Sotuba et Tala. Soulignons que la production hydro-électrique n'est pas consommatrice de ressources en eau au sens strict du terme, car l'eau après turbinage peut être réutilisée pour la satisfaction d'autres usages. De plus, les bassins de rétention de Manantali (11.000 millions de m<sup>3</sup>), Férou (6 millions de m<sup>3</sup>) sur le fleuve Sénégal, et ceux de Selingué (2.200 millions de m<sup>3</sup>), Daga II (1.350 millions de m<sup>3</sup>) ainsi que les seuils de dérivation (Markala, Sotuba, Talo) sur le fleuve Niger permettent l'irrigation, la pêche et l'abreuvement du bétail. Toutefois, avec le développement des centrales hydro-électriques, et notamment le lancement du prochain barrage de Fomi en

Haute Guinée, se pose la question de la gestion d'un « système fleuve ». En effet, ce barrage, avec un réservoir de 507 km<sup>2</sup>, aura un impact sur le niveau d'eau du Niger, donc sur la production herbacée du Delta Central, des plaines d'inondation de la zone lacustre et de la vallée du fleuve. Or, il existe une relation entre l'aspect floristique et physiognomique de la végétation des secteurs inondés et la hauteur d'eau et secondairement de la durée de submersion (zone de battement des crues, Vétiveraie haute, Panicale, Oryzaie, bourgoutière). Dans ce sens, il y aura nécessairement un impact sur l'élevage, le pastoralisme et sur les populations. L'utilisation de plus en plus importante d'un Fleuve en général met en évidence les **interdépendances amont-aval** (Niger supérieur et Delta intérieur), la **gestion de l'étiage et du marnage**, la régulation du volume d'eau disponible pour assurer le maintien des services environnementaux à l'ensemble des activités. A ceci s'ajoutent les aspects liés à la qualité/pollution des eaux, la salinisation des sols, au sable (ensablement, exploitation anarchique), etc. Notamment le dragage anarchique du sable du fleuve Niger autour des grandes villes connaît une forte croissance depuis quelques années. Il accélère la dégradation des berges par les véhicules, l'érosion et la sédimentation dans le lit et la destruction d'habitats pour les espèces aquatiques.

La Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation du 21 mai 1997 (en vigueur depuis le 17 août 2014) demeure la plus importante déclaration du droit international sur ce sujet. Néanmoins, le Mali n'a pas encore signé cette convention.

Les eaux de surface couvrent à plus de 98 % le secteur de l'irrigation grâce aux possibilités des bassins versants du Niger (300.000 km<sup>2</sup>), du Sénégal (155.000 km<sup>2</sup>) et de la Volta (15.392 km<sup>2</sup>). Ils offrent un potentiel irrigable (zones aménagées et non aménagées) estimé à plus de 2,2 millions d'ha (d'après PNUD-GERSAR, 1982 in PNIP-SA, 2010). Les eaux de surface non pérennes contribuent en partie à l'alimentation en eau des populations et surtout du bétail. A l'inverse, les ressources en eaux souterraines accessibles par puits traditionnels, puits modernes busés à grand diamètre et par forages sont essentielles pour l'alimentation en eau potable des populations, les eaux de surface contribuant pour environ 10 à 15 % en volume (MMEE, 2006).

Malheureusement, l'accès total à l'eau au sens large et à l'eau potable au sens strict est loin d'être atteint et varie selon les régions (annexe 8.1). En 2013, 40% des villages de la région de Kidal n'étaient pas pourvus en points d'eau modernes (DNH, 2014). Sur la base du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2009, (avec un taux d'accroissement annuel de la population de 3,6 % contre 2,2 % pour le RGPH de 1998), fin 2013 le taux d'accès à l'eau potable s'élevait à 63,6% au plan national, avec un écart entre le milieu urbain qui a un accès de 69,2 % contre 61,3 % pour le milieu rural (DNH, 2014). Depuis la réforme de 2010, et la séparation des activités des services publics de l'électricité et de l'eau potable, la SOMAPEP-SA s'occupe du développement des infrastructures d'eau potable et la SOMAGEP-Sa de la gestion technique, commerciale et financière. Entre 2001 et 2011, la production d'eau potable a progressé en moyenne de 3,8 % (89 millions de m<sup>3</sup> en 2011) et la consommation de 5,3 % (65 millions de m<sup>3</sup> en 2011). Par ailleurs, il convient de compléter le maillage des ouvrages de stockage des ressources en eau de surface. Le faible maillage des points d'eau en zone sahélienne fait que l'eau devient un facteur limitant pour l'exploitation des pâturages (MEAP, 2003, vol1). GIC (2004) fait état de l'existence de 785 ouvrages (barrages et mares) dont 95% de barrages et 5% de mares.

**En conclusion**, il ressort que le Mali regorge d'importantes ressources en eau. Toutefois, il convient de relever le défi de la satisfaction des besoins fondamentaux en eau potable des populations. De même, il convient de relever le défi d'une gestion rationnelle et harmonieuse des ressources en eau et de réellement reconnaître la valeur de l'eau. L'acquisition des informations et des connaissances sur les ressources en eau reste un défi majeur (UNESCO, 2006).

## 1.2.2. Agriculture et élevage

### 1.2.2.1. Agriculture

L'agriculture concourt à 23,9% du PIB nominal de 2010 (FMI, 2013) contre 34,2% pour la période 2003-2007 (PNIP-SA, 2010). L'agriculture vivrière hors riz contribue à 15,8%, le riz à 5,5%, l'agriculture industrielle hors coton à 1,6% et le coton à 1,0%. Les terres arables, c'est-à-dire l'ensemble des terres qui se prêtent aux usages agricoles, représentent entre 11,5 et 21 millions d'hectares selon les années pluviométriques, c'est-à-dire entre 9,2 et 16% de la superficie totale du territoire (MEA, 2011). La superficie agricole s'est établie, pour la période 2006-2014, à plus de 4 millions d'hectares (DNA/SE, 2014), progressant annuellement de 3 à 4% (ODHD, 2013) avec une augmentation significative des superficies de riz et de maïs multipliées, entre 1960 et 2010, respectivement par 7,1 et 7,7 (FAOSTAT).

L'extension des superficies cultivées fait peser des **risques environnementaux grandissants** : dégradation des sols, déforestation, faible résilience face aux catastrophes naturelles (FAO, 2013). Les productions agricoles sont tributaires des aléas climatiques (sécheresses, inondations), des déprédateurs et des feux involontaires. L'agriculture apparaît souvent antagoniste avec la préservation de l'environnement sur lequel elle ferait peser des contraintes importantes, mais il est possible de développer une agriculture verte et durable préservant l'environnement. Ainsi, la production agricole avec une irrigation de surface en maîtrise totale (167.000 ha en 2011 contre 79.000 ha en 1990 d'après Aquastat -2013) nécessite d'importantes ressources en eau (§ 3.2.1) alors que l'irrigation sous pression par aspersion et par goutte à goutte, moins consommatrice d'eau reste peu pratiqués. L'agriculture **périurbaine** est confrontée à la qualité de l'eau (autour de Bamako notamment) et à celle des déchets rarement prétraités. Par ailleurs, les premières pluies violentes lessivent les engrais et les pesticides (près de 16 tonnes de pesticides utilisés en 2013, soit une moyenne de 0,43 kg/ha en 2013 – INSTAT), utilisés dans les périmètres irrigués, vers les cours d'eau. En certains endroits, la pollution des eaux causée par les métaux toxiques et les composés chimiques (*DDT, lindane*), a été observée, (FIDA, 2012). Il y a introduction et utilisation de pesticides frauduleux, d'origine inconnue, toxiques et de qualité douteuse tels que le *D6, Lambda, Ferdan, Fostoksain, Roundup 450* et la *Rodenticide*. Il n'y a malheureusement pas de données quantifiées à ce sujet. Actuellement, les capacités des structures de contrôle ont été renforcées ; le Laboratoire National de la Santé (LNS) et le Laboratoire Central Vétérinaire (LCV) faisant l'analyse de résidus de pesticides mais le pays ne dispose pas d'installation appropriée d'élimination des pesticides (PRRE, 2013). Toutefois, dans le cadre du programme de reconstruction et de relance économique (PRRE), l'élimination de ces stocks obsolètes et périmés est envisagée. De même le PRRE envisage la mise en place d'un système de gestion nationale qui éviterait à l'avenir la génération de grandes quantités de pesticides périmés (PRRE, 2013).

### 1.2.2.2. Elevage

L'**élevage** participe à 7,9% du PIB nominal de 2010 (FMI, 2013). Le cheptel se compose d'environ 10 millions de bovins, 33 millions de petits ruminants et de près d'1 million de camélidés ; la région de Mopti (6,4% du territoire) concentrant 28% des bovins et près de 20% des petits ruminants. Le secteur est dominé par les systèmes pastoraux extensifs et environ 75% du bétail malien est constitué de troupeaux transhumants. Le pays reçoit aussi des transhumants du Niger, du Burkina Faso et de la Mauritanie. De 1961 à 2009, des changements importants sont intervenus dans la répartition du cheptel par région avec d'une part la descente des troupeaux (bovins et ovins-caprins) et leur fixation dans les régions Centre et Sud du pays et d'autre part le développement semi-intensif dans les zones périurbaines (pratique de l'embouche ovine, ouverture de centres laitiers) basé sur l'utilisation des sous-produits agro-industriels. Il existe une forte dépendance des systèmes de production aux pâturages naturels à faible productivité avec i) une grande fluctuation interannuelle du disponible fourrager, ii) une compétition croissante entre l'élevage et l'agriculture pour l'utilisation des terres, iii) un mauvais maillage hydraulique induisant une **sous-exploitation ou une surexploitation des ressources herbagères**.

Les impacts environnementaux les plus importants portent sur la destruction du tapis herbacé, la dégradation du sol et l'accélération de la désertification par le surpâturage, la destruction des ressources forestières par l'émondage des arbres lors des périodes de soudure, la production de gaz à effet de serre avec l'émission de méthane (§ 3.2.11). S'y ajoute les nombreux feux de brousse initiés par les éleveurs qui sont parfois sources de conflits avec les agriculteurs.

**En conclusion**, il convient d'appuyer le développement d'une agriculture verte et durable préservant l'environnement. De même, dans le cadre du développement de l'élevage et d'une utilisation optimale des parcours il apparaît souhaitable de renforcer le maillage hydraulique.

### 1.2.3. Pêche

Au Mali, la pêche est l'un des piliers de l'économie nationale, grâce aux fleuves Sénégal, Niger et leurs affluents. Elle représente 4,2% du PIB total du pays. La pêche continentale au Mali est de type artisanal. Elle s'effectue sur tous les plans d'eau : fleuves, lacs, mares, barrages hydro-électriques et barrages agro-pastoraux, plaines inondées etc.

Le Mali reste un grand producteur de poissons d'eau douce (carpes, capitaines, etc.) dans la sous-région malgré les sécheresses et les irrégularités pluviométriques vécues. Il existe à peu près 138 espèces de poissons. La production annuelle de poisson peut dépasser largement les 100 000 tonnes en année humide. En 2008 et 2009, elle était respectivement de 132 168 et 169 534 tonnes de poissons sur la base des estimations faites des productions du delta central du Niger et des productions contrôlées des autres régions du Mali. (MEA, 2010a).

La réduction des surfaces inondées dans le delta central durant les épisodes de sécheresse et l'assèchement des bas-fonds, mares et lacs a provoqué la réduction des productions halieutiques durant ces années sèches. Les captures de poissons sont passées de 110 000 tonnes en année moyenne à 54 000 T en année sèche (comme en 1984) soit, une baisse de près de 50% (MET, 2007)

### 1.2.4. Énergie

Le secteur de l'énergie est confronté à un certain nombre de défis. Il est caractérisé par une forte dépendance aux hydrocarbures, dont les importations sont en constante augmentation en raison de la demande d'une population en croissance rapide (qui double tous les 20 ans) et de la croissance économique. Cette situation expose l'économie malienne dans son ensemble à la volatilité des prix du pétrole et la met sous la pression de réserves étrangères. Par conséquent le parc de production doit être diversifié, ce qui impliquera d'exploiter le potentiel hydroélectrique du pays, d'explorer les possibilités offertes par le solaire, les biocarburants et l'éolien et d'accroître le taux d'interconnexion au réseau électrique de la sous-région.

Le coût de production de l'énergie est l'un des plus élevés de la sous-région et fait obstacle au développement de l'accès des ménages non desservis. Par ailleurs, le prix de l'électricité, bien que relativement élevé, est pourtant insuffisant pour couvrir les coûts de production. Le cadre réglementaire actuel ne favorise pas suffisamment l'investissement privé dans le secteur de l'énergie, malgré la forte implication, au cours des cinq dernières années, du secteur privé dans l'électrification rurale.

L'accès à l'électricité a plus que doublé au cours des dix dernières années (32,43% en 2013), en partie grâce aux services d'électricité fournis par EDM SA, aux sociétés énergétiques privées locales soutenues par l'Agence Malienne pour le Développement de l'Énergie Domestique et de l'Électrification Rurale (AMADER), par le Fonds d'électrification rurale. Toutefois, les taux d'électrification sont encore très faibles, en particulier dans les zones rurales (17,19% dans le secteur rural, comparativement à 66,80% dans les centres urbains).

La plupart des ménages ruraux satisfont à leurs besoins énergétiques en utilisant du pétrole et des piles (produits qui sont coûteux et peu fiables). Cet accès à l'électricité malgré son évolution favorable reste inférieur à celui d'autres pays à faible revenu du continent. Environ 78% des besoins énergétiques des ménages sont satisfaits par les ressources de la biomasse (bois et charbon de bois), qui causent des problèmes de santé chez les populations rurales et une surexploitation qui est à la base de formes de dégradation de l'environnement, comme la déforestation.

Pourtant, les opportunités pour développer les énergies renouvelables (hydraulique, solaire, et éolienne) sont sous-utilisées. En effet, seuls 250 MW d'énergie hydro-électrique sont exploités à ce jour sur les fleuves Niger et Sénégal dont le potentiel s'élève pourtant à 1 GW. L'inventaire des sites d'hydroélectricité a permis d'identifier sur l'ensemble du territoire une vingtaine de sites sur lesquels ceux qui sont aménagés ne produisent qu'environ 25% du potentiel estimé en termes de puissance. Le pays pourrait devenir un grand producteur d'énergie solaire car il bénéficie de 7 à 10 heures d'ensoleillement par jour toute l'année (avec une irradiation moyenne, de 5 à 7 kWh/m<sup>2</sup>/J contre une moyenne mondiale estimée à 4-5 kWh/m<sup>2</sup>/J).

L'accès à l'électricité est un déterminant clé pour la compétitivité économique. Par ailleurs, c'est devenu un déterminant fondamental pour l'amélioration des conditions de vie. Promouvoir l'accès à l'énergie dans les zones péri-urbaines et rurales est essentiel pour contribuer à un développement équilibré entre les territoires, et alléger ainsi la contrainte forte que fait peser l'exode rural sur le développement urbain. Compte tenu de l'ensoleillement extraordinaire dont bénéficie le Mali, l'énergie solaire représente une opportunité importante pour développer l'accès à une source d'énergie durable.

Afin de développer ce secteur, les objectifs spécifiques poursuivis sont: (i) satisfaire les besoins énergétiques du pays en quantité, en qualité et à moindre coût, (ii) promouvoir les énergies renouvelables et de substitution, (iii) assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les risques inhérents aux services énergétiques. Le Gouvernement planifie d'importantes actions visant à accroître l'accès des populations à l'électricité et cela dans les meilleures conditions de prix et de sécurité. Dans ce cadre, la fourniture de l'électricité, la production de l'énergie propre, à savoir l'hydroélectricité, l'énergie solaire et l'énergie éolienne à des coûts compétitifs se substitueront progressivement à la production de l'énergie thermique.

Dans ce secteur, il conviendra d'actualiser la Politique Énergétique Nationale (PEN) de 2006 et d'opérationnaliser les différents cadres stratégiques existants (Stratégie Nationale pour le Développement des Énergies Renouvelables, Stratégie Nationale pour le Développement des Biocarburants). Il convient d'achever la restructuration de la Société Énergie du Mali (EDM-sa) afin d'améliorer sa performance dans la mission qui lui est confiée par l'État, et de réaliser le Centre National de Conduite (Centre de dispatching de Bamako). Dans le cadre du Projet d'Appui au Secteur de l'Énergie (PASE), le Gouvernement poursuivra le renforcement et l'extension du réseau de transport et de distribution d'EDM-sa, l'amélioration de l'efficacité énergétique et de la gestion de la demande.

Aussi, plusieurs projets structurants d'une grande ampleur sont prévus dans ce secteur. Il s'agit de l'interconnexion « Mali-Guinée » et de la construction de la ligne Sikasso-Bougouni-Bamako (2<sup>ème</sup> phase de l'interconnexion Côte d'Ivoire/Mali) et de l'interconnexion Ghana-Burkina Faso-Mali. Il est également prévu de réaliser la boucle minière autour de Kayes. Prévu de longue date, le projet de Taoussa se concrétisera avec la construction du barrage, de la centrale électrique, des postes, des lignes et de la route Gao-Bourem-Taoussa. Autour de ce projet, il est également programmé des aménagements hydro-agricoles ; la construction de la cité d'exploitation du barrage et le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES).

D'ici à 2017, une capacité d'environ 133 MW d'énergie solaire sera installée en vue de renforcer le parc de production du réseau interconnecté. Il est également prévu d'installer chaque année 1000 équipements solaires photovoltaïques (kits d'éclairage, lampes por-

tables, pompes, réfrigérateur) et 200 équipements solaires thermiques (chauffe-eau, séchoirs, cuiseurs) au niveau des infrastructures communautaires en lien avec les collectivités territoriales. Des centrales hybrides (solaires et diesel) seront réalisées dans les localités de l'ensemble des régions. Une centrale thermique à fuel lourd sera construite à Kayes ainsi que plusieurs centrales hydroélectriques (Kénié et Sotuba II).

Plusieurs centrales électriques seront également construites : hybride à Djenné et hydroélectriques à Markala, Gouina et Talo. En outre, de nouveaux mécanismes de financement seront mis en œuvre pour assurer la réalisation d'un vaste programme de développement du secteur énergétique. Il s'agit principalement de la promotion du Partenariat Public-Privé pour la réalisation d'infrastructures d'énergie électrique (centrales solaires de Koutiala et de Sikasso). Dans les régions affectées par le conflit, il est notamment prévu d'étendre le réseau de transport et de distribution d'énergie électrique et de mettre l'accent sur la remise en état et sur l'approvisionnement en carburants/pièces de rechange pour les centrales électriques des centres urbains des Régions affectées.

Le Gouvernement s'engage à faciliter le développement du projet prévu dans le cadre du NEPAD (Nouveau Partenariat Économique pour le Développement de l'Afrique) de Gazoduc « Nigeria- Algérie » et à promouvoir les intérêts pour l'économie nationale. Ce gazoduc d'une longueur de 4 400 Km, reliera les champs gaziers nigériens à Béni-Saf sur la côte algérienne, traversera outre l'Algérie et le Nigeria, le Niger et le Mali et permettra d'écouler sur les marchés européens les productions gazières du Nigeria et de l'Algérie. Le Gouvernement travaille à ce que ce projet permette de bénéficier de gaz en quantité suffisante et à moindre coût, en reliant les régions du pays à ce projet d'envergure régionale.

#### 1.2.5. Foresterie

Au Mali, la forêt tient une place de choix dans l'économie nationale et contribue au PIB pour de l'ordre de 13 % (production forestière). Le secteur forestier joue un rôle déterminant dans la vie socio-économique et culturelle des populations. Il fournit d'importants biens de service (80% des besoins énergétiques, les produits alimentaires et pharmaceutiques, l'écotourisme, la conservation de la biodiversité, l'amélioration du cadre de vie, etc.). La faune sauvage joue un rôle important dans la vie économique du pays. C'est un sous-secteur porteur dans plusieurs domaines (pharmaceutique – sécurité alimentaire – commerce – artisanat).

Le dernier inventaire national des ressources ligneuses du Mali a été réalisé en 2014. Le domaine forestier couvrait alors 100 millions d'hectares dont 37,7 millions ont une réelle production forestière, soit environ 26% de la superficie du pays (MEA, 2010a).

Les formations naturelles productives se localisent principalement au Sud du pays dans les zones humides soudano-guinéennes et guinéennes avec une productivité qui varie de 1 à 1,5 m<sup>3</sup>/ha/an. Ces peuplements se composent de forêts claires, savanes arborées à arbustives et les parcs arborés (MEA, 2010a). Les formations naturelles du nord du pays, situées en zones sahélienne et saharienne sont peu productives avec une productivité moyenne située entre 0,3 et 0,05 m<sup>3</sup>/ha/an.

En 2006, un inventaire a été réalisé pour la partie nord du Mali (régions de Mopti, Tombouctou et Gao). Grâce à un financement de l'AGCC, le complément pour la partie sud a aussi été réalisé en 2014 et a concerné les régions de Koulikoro, Kayes, Sikasso et Ségou.

Ces formations naturelles ont subi de profondes modifications résultant de la synergie des facteurs climatiques et anthropiques (défrichements agricoles, coupe abusive du bois, surpâturage, feux de brousse, ...).

Ces dernières décennies, la régression de la pluviométrie, l'augmentation des températures de l'air, des fréquences et intensités des épisodes de sécheresses/inondations ont impacté négativement les formations forestières.

## 1.2.6. Infrastructures (Transports, Habitat, Ouvrages hydrauliques)

### 1.2.6.1. Infrastructures de transports

Au Mali, le **réseau routier national** intègre moins de 4% de routes goudronnées. Il s'agit donc principalement de pistes vulnérables aux effets climatiques tels que l'érosion éolienne, l'érosion hydrique et l'ensablement. Un effort dans ce domaine, vers plus de routes goudronnées, permettrait au réseau d'avoir plus de résilience face aux changements climatiques futurs.

Par ailleurs, et considérant le développement important que connaît le secteur des **transports**, en particulier **urbains** pour Bamako, la pollution de l'air devient problématique. Les fortes températures prévues en relation avec les changements climatiques devraient favoriser encore plus le développement de la pollution de l'air, en particulier en ozone, avec les impacts que cela aurait sur la santé des populations. Promouvoir des projets du type, « amélioration des contrôles techniques des véhicules », « renouvellement du parc automobile », « développement des transports collectifs », « renforcement et développement des **transports ferroviaires** interurbains et interrégionaux », « renforcement des **transports aériens** interrégionaux » devrait préparer le terrain pour une plus grande résilience aux effets des changements climatiques et aussi atténuer les émissions en GES de ce secteur.

Le **réseau fluvial** du Mali souffre aussi fortement du déficit pluviométrique et de l'ensablement du lit des fleuves enregistrés ces dernières décennies. Le transport fluvial était possible les années 60 durant 8 mois de l'année (mai-décembre), aujourd'hui il n'est plus possible que pendant 4 à 5 mois (août-décembre) : tirant d'eau insuffisant et ensablement du fleuve. Les changements climatiques futurs devraient fragiliser encore ce secteur. Promouvoir le développement des transports par bateaux à faible tirant d'eau, et le dragage de certaines parties du fleuve sont des projets d'adaptation à soutenir pour permettre à ce type de transports propre de continuer à exister. L'alternative serait des routes avec des émissions en GES. On est ici en présence de projets d'adaptation et aussi d'atténuation.

### 1.2.6.2. Habitat

Ce secteur de l'habitat est déjà soumis à deux principales menaces climatiques le rendant vulnérable :

- La capacité du secteur de l'**habitat à faire face aux inondations** pouvant survenir en relation avec les changements climatiques futurs. En effet, durant les dernières décennies où les précipitations étaient plus limitées et où le domaine public fluvial était devenu en grande partie sec, un grand nombre de maisons ont été construites sur ces zones inondables. Ce sont donc des habitats/populations exposés et pour lesquels des solutions s'imposent : système d'alerte, déplacement des habitats, etc.
- **Les températures extrêmement** élevées, prévues durant les périodes estivales avec les changements climatiques futurs, vont rendre l'utilisation de l'habitat sans climatisation, ni même de matériaux / d'architecture adaptés de plus en plus difficile :
- L'intégration de systèmes de climatisation utilisant des énergies renouvelables et à faible coût permettrait de réduire les coûts de cette pratique et les émissions en GES de ce secteur : il serait utile de commencer par promouvoir et encourager ces pratiques dans les bâtiments administratifs dans les grands hôtels, ce qui permettra de réaliser des économies d'énergie substantielles et d'atténuer les émissions de GES ;
- Il est aussi important de capitaliser le savoir-faire et pratiques locales thermiques du Mali au niveau de la construction et de l'habitat et de les intégrer dans les nouveaux projets (aspects thermiques des bâtiments au niveau architecture, aération, matériaux de construction.)

-

### 1.2.6.3. Ouvrages hydrauliques

Les calculs des **ouvrages hydrauliques** (ponts, barrages, digues, etc.) se basent généralement sur les données de précipitations enregistrées lors des 30 dernières années au niveau de leur dimensionnement. Or, au Mali, on pourrait s'attendre les décennies à venir à des apports en précipitations différents de ceux enregistrés durant les 30 dernières années avec en particulier des pics plus élevés et concentrés sur des épisodes de temps plus réduits. Aussi, la capacité de ces infrastructures à résister par exemple à des inondations pourrait être dépassée si on se base sur les données du passé sans apporter de corrections. Cela pourrait occasionner des ruptures de ces ouvrages. Il est donc nécessaire au niveau de l'ingénierie et pour les projets futurs de rajouter un coefficient de sécurité dans ce sens au niveau du dimensionnement des infrastructures.

### 1.2.7. Santé

Avec une espérance de vie estimée en 2009 autour des 61 ans, la situation sanitaire au Mali reste dans un état limite. Malgré les efforts consentis dans ce domaine par les gouvernements successifs les maladies infectieuses et parasitaires comme le paludisme, le tétanos néonatal, la méningite, les diarrhées continuent d'y être endémiques. Cela est lié principalement à : L'environnement naturel qui est insalubre et propice à la transmission des maladies infectieuses et parasitaires ;

- Une insuffisance de l'accès à l'eau potable des populations ;
- L'insuffisance de la couverture sanitaire et des ressources financières allouées au secteur ;
- Un faible niveau d'alphabétisation, d'instruction et d'information de la population.

L'analyse des liens entre les risques environnementaux et la santé au Mali (MS/MEA, 2010) fait ressortir deux types de risques environnementaux pour la santé des populations :

- Des risques « naturels » comme les inondations, la sécheresse, l'érosion, l'ensablement, l'invasion acridienne ;
- Des risques anthropiques tels que la dégradation des berges, la déforestation (environ 100 000 ha par an), la prolifération des plantes aquatiques, la pollution des eaux, la pollution de l'air, la pollution du sol, la prolifération des vecteurs de maladies, les déchets, le changement climatique, la perte de la biodiversité et les contaminations alimentaires.

Ces risques pour la santé se traduisent par une augmentation (MS/MEA, 2010) :

- de l'incidence des maladies à transmission vectorielle (en 2008, l'incidence du paludisme simple chez les enfants de 0 à 5 ans était de 82,82 pour mille, l'incidence générale du paludisme grave était de 22,28 pour mille, le nombre de cas de schistosomiase enregistrés en 2008 était de 21 462) ;
- des infections respiratoires aiguës (en 2008 il a été enregistré 46 380 cas d'IRA basses avec une incidence de 28,24 pour mille en progression de 2006 à 2008) ;
- des intoxications, des maladies cardiovasculaires et celles liées à la malnutrition.

# CHAPITRE II : INVENTAIRE DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

## 2.1. Module 1 : calcul des émissions de GES dans le secteur de l'énergie

### 2.1.1. Approche

Deux phases fondamentales ont été observées pour effectuer cette étude : la phase de préparation et la phase d'exécution.

**La phase de préparation :** Il s'agit d'une concertation préliminaire entre les experts du groupe qui au nombre de cinq. Les objectifs de cette concertation qui a lieu pendant l'atelier à Sélingué étaient :

- la définition et la répartition des tâches ;
- l'élaboration du planning de travail.

**La phase d'exécution :** IL s'agit de la mise en œuvre d'activités aboutissant à la réalisation de l'objectif de la consultation. Le suivi et l'évaluation de ces activités ont été menés à travers des réunions avec comme ordre du jour:

- le contrôle des tâches (collecte de données et rédaction);
- le bilan des activités menées en vue de dégager les difficultés, d'adopter des solutions, et de dégager les perspectives.

Chacun des membres du groupe a été chargé de collecter des données dans un secteur déterminé.

Ces données ont été classées par secteur d'activités et par type de combustible. Puisqu'elles nous sont venues en diverses unités, leur conversion en une unité commune s'avérait nécessaire pour leur comparaison et leur introduction plus aisée dans les feuilles de calcul de GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat). Nous avons décidé de convertir toutes données en kilotonne.

Les feuilles de calcul d'IPCCC ont été renseignées avec les données apportées par les membres du groupe.

Les quantités (masse) du charbon de bois ont été ramenées en quantité de bois en utilisant un facteur de conversion de 7 fourni par la DNE. Cela veut que pour produire (par transformation) un kilogramme de charbon de bois il faut 7 kilogramme de bois. La quantité totale (bois plus charbon de bois ramené en bois) est désignée par biomasse solide dans la feuille de calcul.

**Calcul des émissions de GES à l'aide du modèle IPCC :**L'estimation des émissions de GES a été faite sur la base de la méthodologie révisée de 1996 et les bonnes pratiques de l'IPCC. A cet effet, l'outil informatique a été utilisé à travers les feuilles de calcul Excel développées par IPCC.

### 2.1.2. Données du secteur de l'énergie

Les données pertinentes pour l'estimation des émissions de GES dans le secteur de l'énergie au Mali sont celles relatives à :

- la production d'énergies primaires, particulièrement le bois ;
- la production d'énergies secondaires (électricité, charbon de bois), ce qui correspond également à la transformation d'énergies secondaire (gasoil, DDO, fuel) en électricité, ou d'énergie primaire (bois) en charbon de bois ;
- la consommation d'énergies primaires (bois, électricité primaire) et secondaires (électricité, produits pétroliers, charbon de bois).

Dans le contexte d'un bilan énergétique global, il y a lieu de tenir compte des énergies renouvelables (solaire, éolienne) même si, dans le cas du Mali d'une part le poids de ses composantes sont insignifiantes, d'autre part leur utilisation n'engendre pas d'émissions de GES.

La revue documentaire et l'analyse des fiches d'enquête ont permis d'identifier : (i) les institutions, organismes et autres acteurs en mesure de fournir des données sur l'énergie ; (ii) les secteurs de consommation d'énergie ; (iii) les énergies consommées par les différents secteurs ; (iv) les technologies utilisées pour la consommation des énergies.

### 2.1.3. Institutions, organismes et autres acteurs détenteurs des données sur l'énergie

Les données nécessaires à une première estimation des émissions de GES générées par le secteur de l'énergie sont généralement disponibles au niveau de la Direction Nationale de l'Energie (DNE). En effet, ce service dispose maintenant d'un système d'information énergétique qui fournit des données annuelles sur la production, la transformation, la conversion et la consommation de l'énergie. Ces données peuvent servir à l'établissement d'un bilan de base. Pour une estimation plus désagrégée comme dans le cadre d'un bilan intégré d'autres sources d'information sont indispensables. Les différences sources d'information sont ci-dessous répertoriées:

- Direction Nationale de l'Energie (DNE) ;
- Agence Malienne de l'Energie Domestique et de l'Electrification Rurale (AMADER) ;
- Direction Nationale de la Conservation de la Nature (DNCN) ;
- Office National des Produits Pétroliers (ONAP) ;
- Energie du Mali (EDM SA) ;
- Direction Nationale des Transports Terrestre, Maritime et Fluvial (DNTTMF) ;
- Direction Nationale des Eaux et Forêts (DNEF) ;
- Direction Générale de la Douane ;
- Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (DNSI) ;
- Auto producteurs d'électricité (CMDT, Industries minières) ;
- Les opérateurs dans le secteur ;
- L'Ecole Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba Touré.

### 2.1.4. Secteurs de consommation et technologies utilisées

Les secteurs de consommation d'énergie identifiés sont les industries (énergétiques, minières et manufacturières), les ménages, les transports, l'administration le commerce et l'agriculture.

Les besoins énergétiques des différents secteurs sont satisfaits par l'utilisation d'équipements ou technologies appropriés dont l'identification des caractéristiques permet de situer les types d'énergie utilisés. Dans le tableau 1 sont reportées, par secteur, les technologies utilisées.

**Tableau 1 : Technologies utilisées par le secteur de l'énergie**

SECTEURS	TECHNOLOGIES
<b>Industries (énergétiques, minières, manufacturières)</b>	Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.) Chaudières Moteurs diesel, Turbines à gaz
<b>Ménages</b>	Foyers et fourneaux traditionnels, Foyers et fourneaux améliorés, Foyers électriques Réchauds à pétrole et réchauds à gaz Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)
<b>Transports</b>	Moteurs diesel, Moteurs à essence Turbines à gaz
<b>Commerce / Administration</b>	Foyers électriques, Foyers à combustion, générateurs photovoltaïques, Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)
<b>Agriculture</b>	Moteur diesel, générateur photovoltaïque

### 2.1.5. Types d'énergies consommées

Le recensement des énergies consommées découle des technologies utilisées au niveau des secteurs pour la satisfaction de leurs besoins énergétiques.

Les énergies consommées sont issues: (i) de la biomasse (bois énergie, résidus agricoles); (ii) de l'électricité; (iii) des produits pétroliers (essence ordinaire, essence super, gasoil, pétrole lampant, DDO, fuel-oil, jet A1, GPL, huiles). Ces énergies sont répertoriées par secteur dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les énergies consommées

SECTEURS	ENERGIES
<b>Industries (énergétiques, minières, manufacturières)</b>	Electricité
	Produits pétroliers ( <i>gasoil, DDO, fuel oil, huile</i> ) Biomasse ( <i>bois énergie</i> )
<b>Ménages</b>	Biomasse ( <i>bois de feu, charbon de bois, résidus agricoles</i> )
	Electricité
<b>Transports (routier, fluvial, ferroviaire, aérien)</b>	Produits pétroliers ( <i>GPL, pétrole lampant</i> )
	Produits pétroliers ( <i>gasoil, essence ordinaire, essence super, jet A1, huile</i> )
<b>Commerce / Administration</b>	Electricité
	Biomasse( <i>bois de feu, charbon de bois</i> ) Produits pétroliers ( <i>GPL</i> )
<b>Agriculture</b>	Produits pétroliers ( <i>gasoil</i> )

### 2.1.6. Limites et portées données

Comparativement à 2000, l'accès aux données exhaustives et relativement fiables sur l'énergie en 2007 est rendu possible grâce à un certain nombre de facteurs favorables :

- l'utilisation, par les différents acteurs du secteur, de l'outil informatique pour la saisie des données dans un format numérique plus adapté et populaire (Excel ou Word) ;
- la multiplicité des sources de données énergétiques ;
- la production périodique de bilans énergétiques par la DNE ;
- l'existence d'un système d'information énergétique au sein de la DNE ;
- la communication entre les différents acteurs.

Cependant force est de noter quelques faiblesses dans la collecte des données. Il s'agit, entre autres, du degré de fiabilité des données notamment sur les énergies traditionnelles (biomasse) et renouvelables, de la difficulté d'accéder aux données au niveau de certaines structures détentrices de données, de l'instabilité du personnel chargé de la gestion des données au sein des structures dépositaires de données, du manque de cadre formel de validation de données de même type mais contradictoires et issues de différentes sources.

### 2.1.7. Etat des lieux du secteur de l'énergie en 2012

#### 2.1.7.1. Approvisionnement total en énergie primaire (ATEP) du Mali

L'approvisionnement total en énergie primaire pour l'année 2012 au Mali est de 4 755 ktep et se répartit comme suit, par produit :

Biomasse	:	77%
Produits Pétroliers	:	20%
Electricité	:	3%

Tableau 3 : Approvisionnement du Mali en énergie en 2012 (kTep)

Désignation	Produits Pétroliers	Biomasse	Electricité	Total
Production	0	3675	97	<b>3 772</b>
Importation	927	0	56	<b>983</b>
Approvisionnement	927	3675	153	<b>4755</b>

Le tableau 3 donne les quantités des différents types de produits.

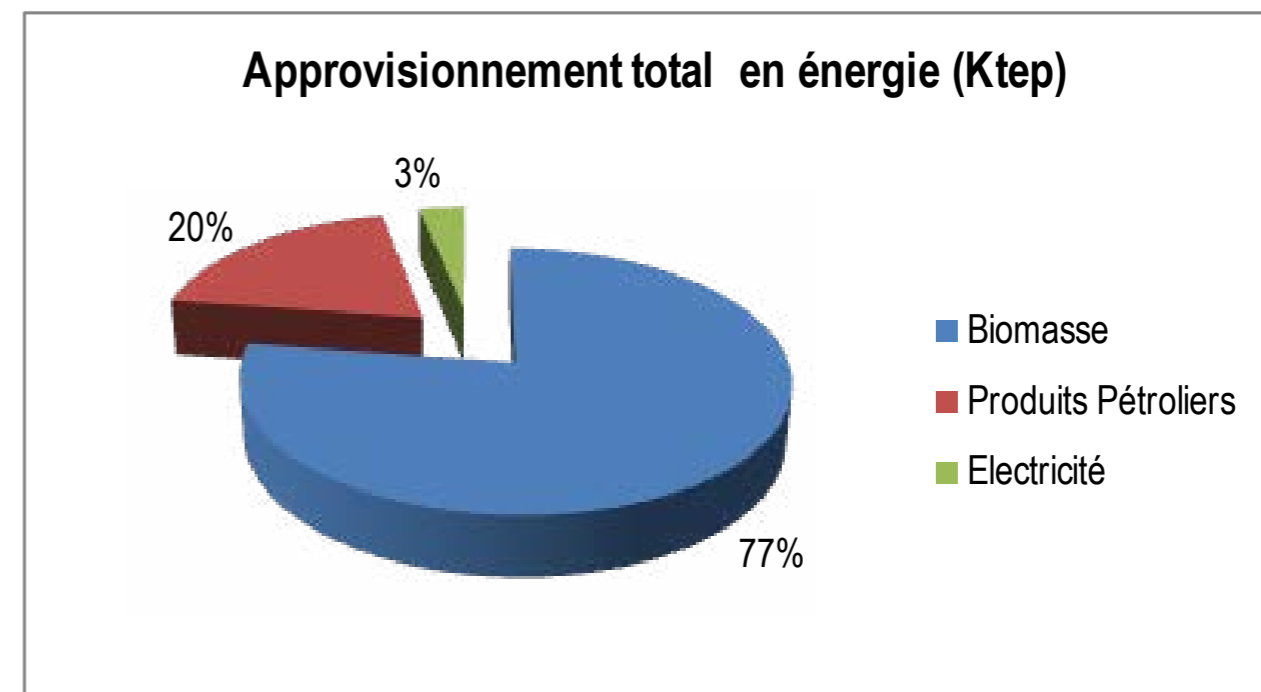


Figure 2 : Approvisionnement total en énergie (Ktep)

#### 2.1.7.2. Consommation finale par type d'énergie

La consommation finale d'énergie en 2012 s'élève à 3157 Ktep. La biomasse représente 74,4% de la consommation totale d'énergie, suivie des produits pétroliers 21,5% et enfin les énergies d'origine électrique 4,1%.

Tableau 4 : Structure de la consommation finale d'énergie par secteur en 2012 (ktep)

	Biomasse	Produits Pétroliers	Electricité	Total	Part (%)
<b>Industrie</b>		17,93	57,52	75	<b>2,39%</b>
<b>Transport</b>		644,37		644	<b>20,41%</b>
<b>Autres secteurs</b>	226,34	4,30	23,23	254	<b>8,04%</b>
<b>Résidentiel</b>	2 123,02	12,71	47,31	2183	<b>69,16%</b>
<b>Total</b>	2349	679	128	<b>3157</b>	
<b>Part (%)</b>	<b>74,42</b>	<b>21,52</b>	<b>4,057</b>		

## Consommation finale d'énergie par produit (Ktep)

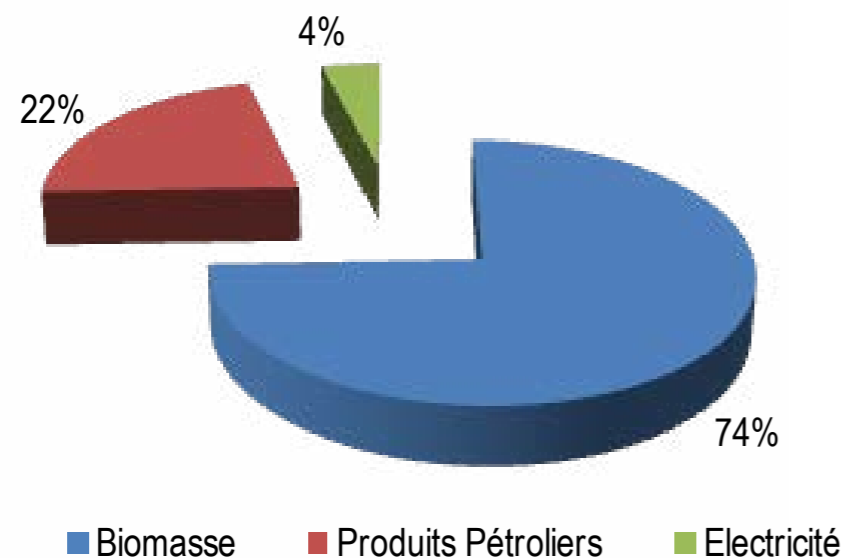


Figure 3 : Consommation Finale d'énergie par produit (Ktep)

### 2.1.8. Potentialités et offres énergétiques

#### 2.1.8.1. La biomasse

##### a) Le bois énergie (bois de feu et charbon de bois)

Le bois énergie, comprenant le bois de feu et le bois transformé en charbon de bois, provient du potentiel forestier dont la capacité est estimée à près de 37,7 millions d'hectares avec un volume sur pied d'environ 3,7 milliards de m<sup>3</sup> et une productivité pondérée sur l'ensemble du pays d'environ 0,86 m<sup>3</sup>/ha/an.

##### b) Les résidus agricoles

Les résidus agricoles et agro-industriels issus de coque de coton et tiges de cotonniers, de paille et son de riz et enfin de résidus d'autres céréales (maïs, mil, etc.) donnent chaque année un potentiel énergétique appréciable. Dans la zone CMDT ce potentiel est notable pour le coton avec 70% de la production graine utilisables au fonctionnement de systèmes énergétiques d'une capacité de 500 kW. La culture du riz dans la zone Office du Niger offre une potentialité en son de 4% du poids du paddy et en paille un ratio grain/paille de 0,8.

##### c) Autre biomasse

Le typha australis, plante envahissante colonisant les canaux d'irrigation, est un combustible de substitution au bois énergie. Son potentiel est estimé à environ 100 tonnes de matière sèche (MS)/ha.

#### 2.1.8.2. Les biocarburants

Il existe de véritables potentiels en biocarburants sous la forme d'alcool et d'huile de jatropha (pourghère).

L'alcool est produit dans des unités sucrières à Dougabougou, Siribala et MPewani.

Quant à l'huile de pourghère, sa production n'a cessé de croître suite à la politique énergétique qui a mis un accent particulier sur le développement des huiles végétales comme substituts aux hydrocarbures. De 17 000 km de haies vives de pourghère en 2000, le potentiel de production de graines de pourghère est passé en 2008 à 30 000 km de haies vives et 2000 ha de plantations.

L'usine MaliBiocarburant, implantée à Koulikoro, a une capacité de production de 2000 L/j de biodiesel.

L'agence Nationale de Développement de biocarburants est chargée de la promotion des biocarburants (ANADEB).

#### 2.1.8.3. Le potentiel solaire

Le gisement solaire, assez abondant, est convenablement reparti sur le territoire national. L'irradiation moyenne est de 6 kWh/m<sup>2</sup>/J (Figure 1) avec une durée d'ensoleillement quotidien de 7 à 10 heures. Un tel potentiel peut servir, lorsqu'il est valablement valorisé, à la production de l'électricité, au chauffage de l'eau et au séchage des produits.

#### 2.1.8.4. Le potentiel éolien

Le gisement éolien est significatif dans les zones sahéniennes et sahariennes du pays avec une bande de vitesse moyenne annuelle de vent de 3 à 7 m/s, et pouvant ainsi offrir une capacité potentielle de 200 à 300 kW. La densité de l'énergie éolienne atteint 300 W/m<sup>2</sup> en certains endroits des régions de Tombouctou et de Kidal

#### 2.1.8.5. Le potentiel hydroélectrique

L'inventaire des sites d'hydroélectriques a permis d'identifier sur l'ensemble du territoire une vingtaine dont la puissance totale est estimée à 1150 MW avec un productible moyen annuel de 5 000 GWh environ. Parmi ce potentiel, seuls quatre (4) sites sont aménagés comme l'indique le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : sites aménagés

Sites	Puissance installée MW	Production estimée GWh/an
Félou	60	3
Sotuba	5,2	40
Sélingué	44	200
Manantali	200	800

#### 2.1.9. L'offre potentielle d'électricité

La fourniture d'électricité est assurée par la société publique EDM-SA, les Auto producteurs, les Sociétés de Services Décentralisés, les « Opérateurs énergétiques ».

##### 2.1.9.1. L'offre de EDM SA

La production d'électricité à EDM SA est assurée par des centrales thermiques et hydroélectriques. Le système de fourniture d'électricité d'EDM SA comprend principalement deux composantes : une composante *Production-Transport-Distribution-Vente (PTDV)* et une composante *Achat-Transport-Distribution-Vente (ATDV)*.

#### Analyses sectorielles

##### Analyse des résultats du secteur de l'électricité

Le rôle essentiel du sous-secteur de l'électricité est d'assurer la sécurité d'approvisionnement par une adéquation entre l'offre et la demande d'électricité. Plusieurs acteurs, dont EDM-SA, contribuent à cette sécurité. Cette adéquation entre l'offre et la demande repose sur

L'existence d'une marge suffisante de réserve pour faire face à la croissance de la demande, aux incertitudes liées à cette croissance et aux aléas affectant le fonctionnement des installations. Le taux de croissance a été de l'ordre de 10 % en moyenne sur la période. En 2012 la pointe sur le Réseau Interconnecté a été de 211,84 MW et la production est estimée à 1264,213 GWh.

La capacité disponible a permis en général de faire face à la demande des clients raccordés de façon correcte mais avec un niveau de réserve très limité.

Dans les centres isolés la demande a évolué sur la période 2004-2012 avec un taux moyen de croissance d'environ 10% par an. La situation de l'alimentation dans ces centres reste très précaire du fait de la vétusté de plusieurs groupes existants, de la vétusté des équipements d'évacuation et de l'insuffisance des systèmes de stockage. C'est pourquoi, la puissance installée, qui est en général supérieure à la demande, ne reflète pas toujours un grand niveau de fiabilité dans la couverture de la demande.

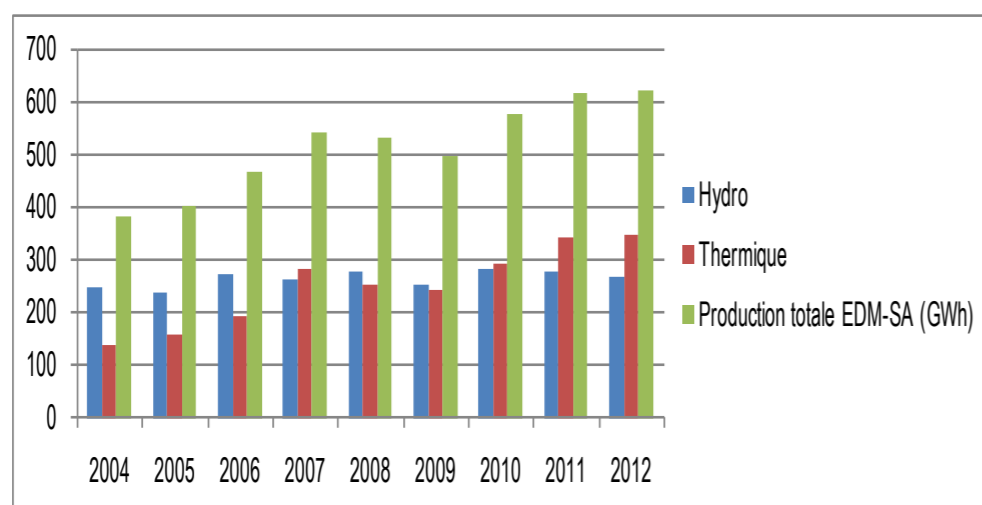
La production brute d'électricité de l'ensemble EDM-SA a diminué de 2,7% passant de 1298,77 GWh en 2011 à 1264,213 GWh en 2012.

L'énergie totale facturée pour l'ensemble EDM-SA en 2012 a été de 1012,42 GWh contre 1044,34 GWh en 2011 soit une Baisse de 3,1%, correspondant à un montant de facturation en 2012 de 91,403 milliards de F CFA HT.

### 2.1.9.2. Evolution de la production nette d'électricité de EDM-SA

La production nette d'énergie par EDM-SA (hors achats) s'élève à 624,3 GWh en 2012 et a connu une légère hausse par rapport à 2011.

Le graphique montre une baisse de la production hydroélectrique entre 2006 et 2007 à cause du déficit pluviométrique de ces deux années, ce qui a conduit la société à utiliser la turbine à gaz (TAC) de Darsalam augmentant la production thermique.



Source : EDM-SA, SIE-MALI

Figure 4 : Histogramme de l'évolution de la production nette d'électricité

### 2.1.10. Consommations finales

#### 2.1.10.1. Secteurs de consommation et technologies utilisées

Les secteurs de consommation d'énergie identifiés sont les industries (énergétiques, minières et manufacturières), les ménages, les transports, l'administration et le commerce, l'agriculture.

Les besoins énergétiques des différents secteurs sont satisfaits par l'utilisation d'équipements ou technologies appropriés dont l'identification des caractéristiques permet de situer les types d'énergie utilisés. Dans le tableau 6 sont reportées, par secteur, les technologies utilisées.

Tableau 6 : technologies utilisées par secteur

Secteurs	Technologies
Industries (énergétiques, minières, manufacturières)	Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.) Chaudières Moteurs diesel, Turbines à gaz
Ménages	Foyers et fourneaux traditionnels, Foyers et fourneaux améliorés, Foyers électriques Réchauds à pétrole et réchauds à gaz Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)
Transports	Moteurs diesel, Moteurs à essence Turbines à gaz
Commerce / Administration	Foyers électriques, Foyers à combustion Equipements électriques (ampoules, climatiseurs, etc.)
Agriculture	Moteur diesel

### Types de combustibles consommés

Le recensement des combustibles consommés découle des technologies utilisées au niveau des secteurs pour la satisfaction de leurs besoins énergétiques.

Les énergies sont issues : (i) de la biomasse (bois énergie, résidus agricoles) ; (ii) de l'électricité ; (iii) des produits pétroliers (essence ordinaire, essence super, gasoil, pétrole lampant, DDO, fuel oil, jet A1, GPL, huiles). Ces énergies sont répertoriées par secteur dans le tableau 7.

Tableau 7 : Sous-secteurs et combustibles consommés

Secteurs	Combustibles
Industries (énergétiques, minières, manufacturières)	Electricité
	Produits pétroliers (gasoil, DDO, fuel oil, huile)
	Biomasse (bois énergie)
Ménages	Biomasse (bois de feu, charbon de bois, résidus agricoles)
	Electricité
	Produits pétroliers (GPL, pétrole lampant)
Transports (routier, fluvial, ferroviaire, aérien)	Produits pétroliers (gasoil, essence ordinaire, essence super, jet A1, huile)
Commerce / Administration	Electricité
	Biomasse (bois de feu, charbon de bois)
	Produits pétroliers (GPL)
Agriculture	Produits pétroliers (gasoil)



Les tableaux 8 et 9 récapitulent pour 2007 et 2012, par secteur, les consommations et leur répartition.

**Tableau 8 : Secteur de consommation et énergies consommées (en Ktep), 2007**

SOUS-SECTEURS	Biomasse	Produits Pétroliers	Electricité	TOTAL	Part (%)
Résidentiel	1576,70	16,27	31,13	1 624	72
Industrie	0	2,38	62,44	65	3
Transports	0	386,84	0	387	17
Autres : (Commerce, Administration, Agriculture)	168,30	0,12	4,90	173	8
<b>TOTAL</b>	<b>1745,00</b>	<b>405,61</b>	<b>98,47</b>	<b>2 249</b>	<b>100</b>
<b>Part (%)</b>	<b>78</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	

**Tableau 9 : Secteur de consommation et énergies consommées (en Ktep), 2012**

SOUS-SECTEURS	Biomasse	Produits Pétroliers	Electricité	TOTAL	Part (%)
Résidentiel	2123,02	12,71	47,31	2183	69,16
Industrie	0	17,93	57,52	75	2,39
Transports	0	644,37	0	644	20,41
Autres : (Commerce, Administration, Agriculture)	226,34	4,30	23,23	254	8,04
<b>TOTAL</b>	<b>2349</b>	<b>679</b>	<b>128</b>	<b>3157</b>	<b>100</b>
<b>Part (%)</b>	<b>74,4</b>	<b>21,5</b>	<b>4,1</b>	<b>100</b>	

Sur la période 2007-2012 la consommation de biomasse a subi une croissance de 34,61%. La croissance a été de 67,24% pour les produits pétroliers et 30% pour l'électricité. La forte croissance au niveau des produits pétroliers s'explique, certes, par l'accroissement du parc automobile. Les figures 5.a et 5.b donnent un aperçu sectoriel des consommations en 2007 et en 2012.

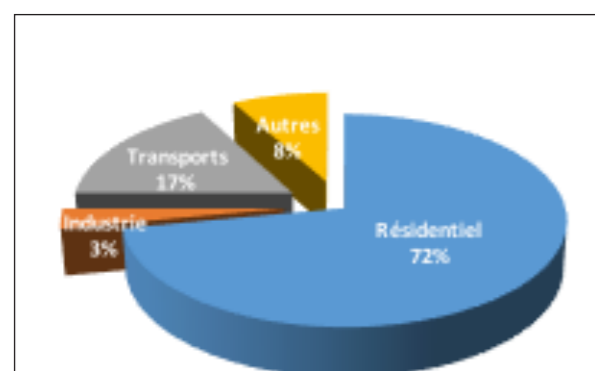


Figure 5.a : répartition de la consommation en 2007

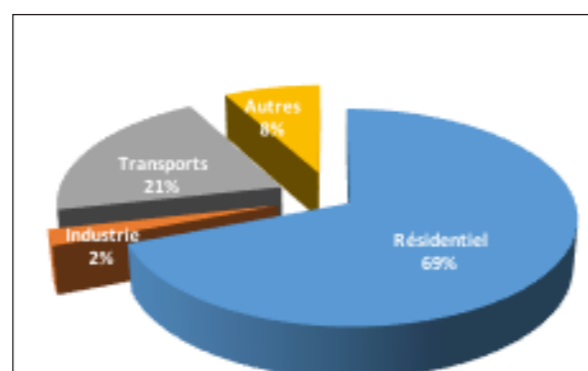


Figure 5.b : répartition de la consommation en 2012

### 2.1.10.2. Pénétration équipements dans les ménages

La biomasse est consommée dans les secteurs des ménages, du commerce/administration et des industries manufacturières.

Dans le secteur des ménages les utilisations pour ce combustible concernent, dans une large majorité :

- les foyers traditionnels que sont les foyers 3 pierres, les foyers trépiéd, les foyers en terre cuite (singo) et le fourneau « malgache » ;
- les foyers améliorés qui regroupent les foyers en banco « nafaman », les foyers métalliques « téliman » et « nafacaman », les fourneaux « daamu », « wassa » et « sewa ».

Ces équipements sont diversement utilisés en fonction des ménages et des habitudes culinaires. Dans les tableaux ci-dessous sont consignées les caractéristiques des équipements.

**Tableau 10 : Taux de pénétration des équipements au sein des ménages**

Type d'équipement	Taux de pénétration (%)
Foyer 3 Pierres amélioré (3PA)	04,18
Foyers/Fourneaux améliorés (F/Fa)	73,31
Utilisation F/Fa (3 fois par jour : 3xj)	67,43
Utilisation F/Fa (2 fois par jour : 2xj)	24,00

Source: DNE

F/Fa : Foyers/Fourneaux améliorés.

**Tableau 11 : Caractéristiques énergétiques des équipements**

Equipement	Combustible utilisé	Consommation spécifique (kg/personne/jour)	Rendement (%)
Foyer 3 pierres	Bois	0,995	12 – 15
Foyer 3 pierres améliorés	Bois	0,673	27
Téliman	Bois	0,535	29
Nafacaman	Bois	0,535	28
Wassa	Charbon	0,448	33
Daamu	Charbon	0,448	33
Sewa	Charbon	0,448	33
Nafacaman	Charbon	0,448	30
Fourneau malgache	Charbon	0,598	20

Source: DNE

**Tableau 12 : Pénétration des combustibles dans les ménages**

	Bko	Kayes	Kouli-koro	Sikasso	Ségou	Mopti	Tombouctou	Gao	Kidal	Moy
Bois de feu	32,28	76	45,97	70,47	72,84	64,84	5,08	61,22	53,34	53,56
Charbon de bois	40,35	11	41,89	8,92	11,41	15,4	69,5	15,3	6,66	24,49
Briquelette combustible	0	0	1,74	0,37	2,17	0	0	0	0	0,48
Pétrole lampant	0,73	0	0,4	0	0	0,56	0	0	0	0,19
Gaz butane	27,37	13	10	20,24	13,58	19,2	25,42	23,48	40	21,37

Source : [Seconde Communication nationale, 2012]

### Les produits pétroliers

Comme déjà évoqué, l'importation de ces produits a progressé annuellement de 3,82%. Dans le lot, la consommation du gasoil a considérablement augmenté passant de 241 531 tonnes en 2000 à 411 881 tonnes en 2006 soit un accroissement de plus de 70%. En 2006 la part de consommation de gasoil a représenté 67,42% de la consommation globale des produits pétroliers. Cela est dû d'une part à la forte demande de véhicules diesel, et d'autre part à l'accroissement de l'électrification rurale qui utilise des centrales thermiques diesel.

### 2.1.11. Le bilan énergétique

#### L'offre énergétique

De 2007 à 2012 l'approvisionnement en énergie est passé de 3543 à 4755 ktep, soit une progression de 34,21% sur les trois ans. Les sources d'énergie concernées sont répertoriées dans le tableau 13.

Tableau 13 : Répartition de l'approvisionnement en énergie

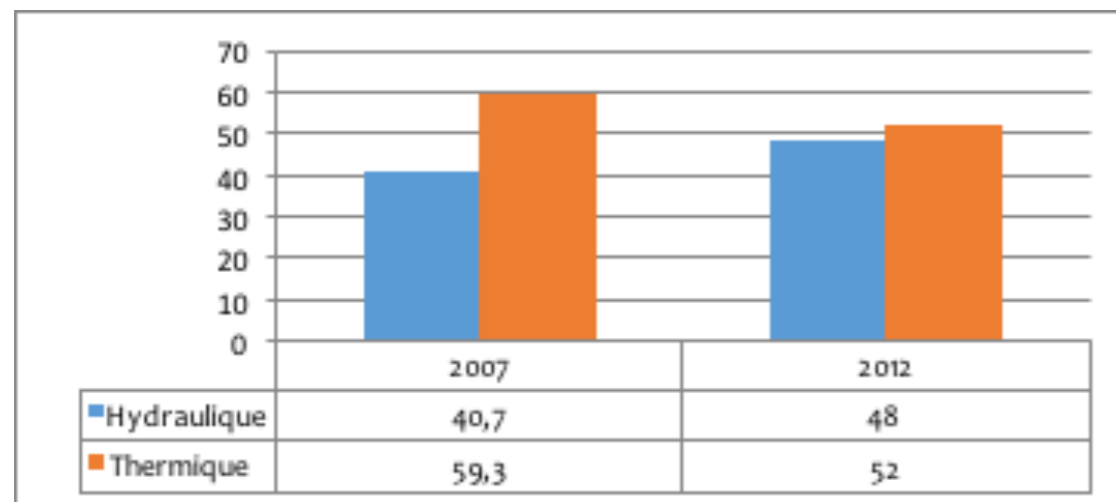
	2007	2012
<b>Approvisionnement (ktep)</b>	<b>3543</b>	<b>4755</b>
- Biomasse (%)	77	77
- Produits pétroliers (%)	18	20
- Electricité (%)	5	3

Source : [DNE]

La biomasse inclut le bois énergie (bois de feu, charbon de bois) et les résidus agricoles. L'électricité est d'origine thermique et hydraulique et provient d'une part de l'ensemble des systèmes affiliés à EDM SA, et d'autre part des systèmes diesel d'auto producteurs (Permissionnaires de AMADER, Industries minières, textiles de la CMDT) et des centrales à base de biomasse des sucreries.

Dans les différents bilans la part de l'électricité solaire PV ne ressort pas à cause de sa part relativement faible environ 15 MWc installés. Cette forme d'énergie est utilisée dans les domaines variés.

Sur le plan de l'électricité fournie par EDM SA, le mix énergétique qui a atteint 40,7% pour l'hydraulique et 59,3% pour la thermique en 2007, est passé à 48% pour l'hydraulique, et 52% pour la thermique en 2012 (Figure 6). Il faut rappeler que la production totale d'EDM SA a atteint 1 264 213,5 MWh en 2012 contre 942 450,77 MWh en 2007. [2]



Source : [CDN-MALI, 2015]

Figure 6 : évolution du mix énergétique

### 2.1.12. Estimation des émissions de gaz à effet de serre

Les résultats de l'inventaire montrent que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est de loin le plus dominant parmi les gaz à effet de serre émis dans les domaines de la production et de la consommation de l'énergie.

Les émissions de GES issues de la consommation des combustibles ont été évaluées et réparties en fonction des secteurs de consommation d'une part, et d'autre part en fonction des combustibles.

### 2.1.12.1. Emissions de gaz à effet de serre de 2007 et 2012

La synthèse des émissions entre 2007 et 2012 est présentée dans le tableau ci-dessous. On constate que les émissions des gaz à effet de serre ont augmenté légèrement. La combustion de la biomasse reste la principale source d'émissions des gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie.

Tableau 14 : Émissions (Gg) de certains gaz à effet de serre de 2007 à 2012

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOX	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>	TOTAL
<b>2007</b>	2063,944	1137,230	232,489	31,970	919,656	116,663	3,581	3433,662
<b>2008</b>	2263,563	1134,351	230,093	35,127	917,418	117,558	4,161	3628,007
<b>2009</b>	2312,518	1377,071	278,457	37,987	1108,351	141,530	4,081	3968,046
<b>2010</b>	2676,416	1340,057	271,473	34,120	1074,665	137,404	4,465	4287,946
<b>2011</b>	3408,542	1127,044	231,458	38,703	914,121	119,091	5,244	4767,044
<b>2012</b>	2782,082	1439,168	292,704	43,905	1162,380	149,347	7,706	4513,955

La répartition des émissions par secteur d'activités pour les années 2010 (année de base) et l'année 2012 est présentée sur les deux figures qui suivent.

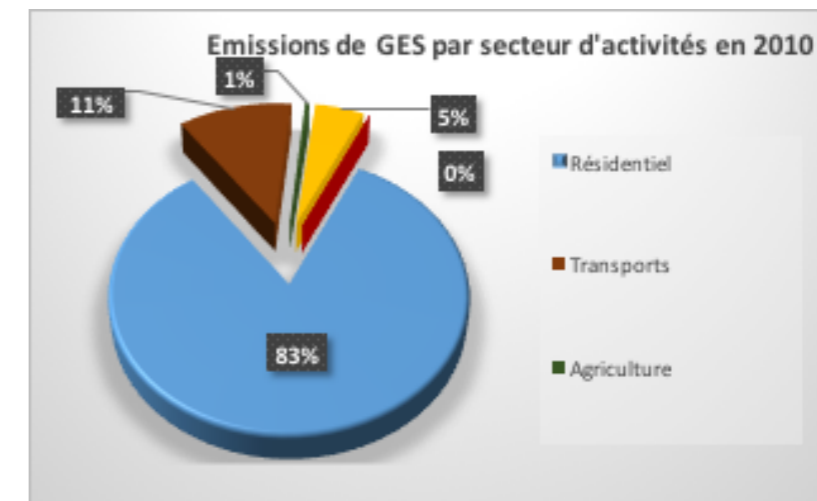


Figure 7 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> par secteur d'activité pour l'année 2010

Au plan sectoriel, le secteur résidentiel est le plus polluant puisqu'il est le secteur qui consomme presque entièrement la biomasse solide. Il est suivi par le secteur de transport qui utilise essentiellement l'essence et le gasoil.

Il est à constater que la part de biomasse a légèrement diminué passant de 83% en 2007 à 82% en 2012.

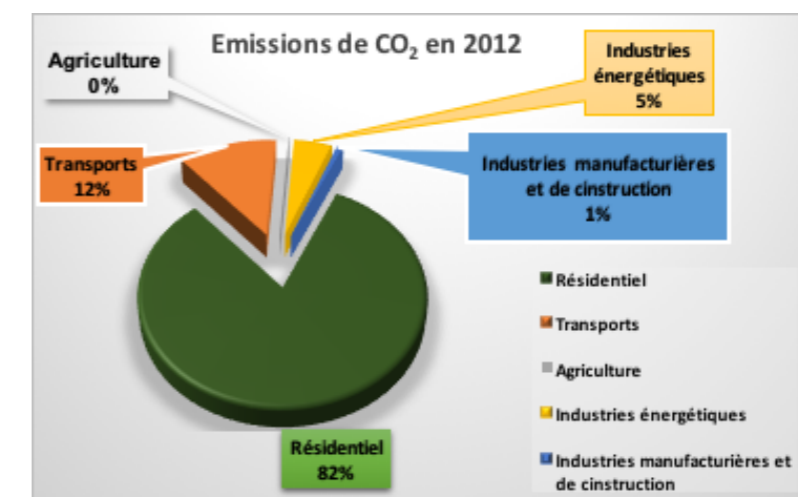


Figure 8 : répartition des émissions de CO<sub>2</sub> par secteur d'activités pour l'année 2012

### 2.1.12.2. Emissions de CO<sub>2</sub> par type de combustible

Concernant spécifiquement le dioxyde de carbone, ses émissions par secteur d'activité sont montrées par les figures 9 et 10.

On constate notamment une légère augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> due à la combustion de la biomasse solide (bois, charbon de bois et les résidus agricoles utilisés à des fins énergétiques).

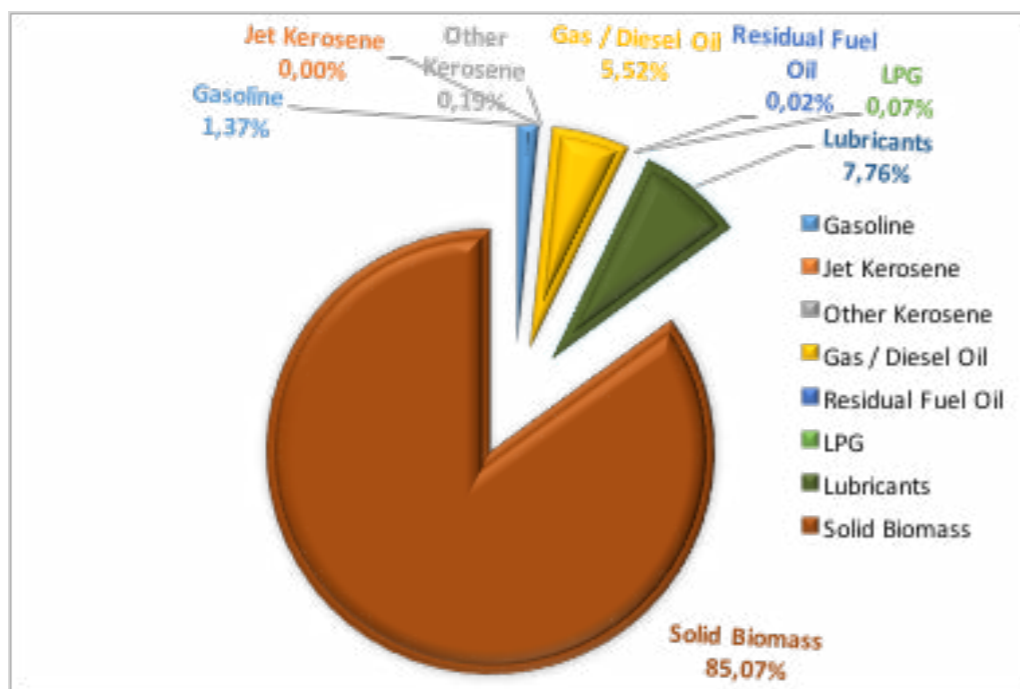


Figure 9 : Emissions du dioxyde de carbone par type de combustible pour l'année 2007

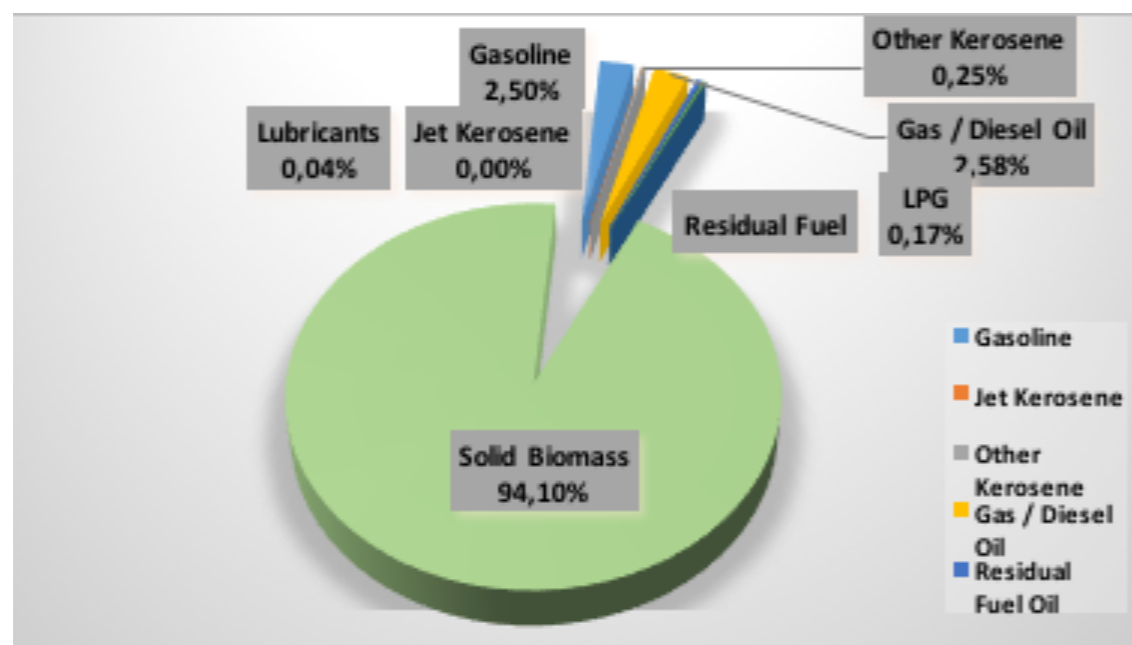


Figure 10 : Emissions du dioxyde de carbone par type de combustible pour l'année 2012

### 2.1.12.3. Projection des émissions de GES par type de de 2007 à 2050

Les émissions des différents gaz obtenues à partir des estimations obtenues en utilisant les feuilles de calcul de l'IPCCC, ont permis de faire des projections jusqu'à l'année 2050.

Tableau 15 : Projections des émissions jusqu'en 2050 (TECO<sub>2</sub>)

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOX	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>	TOTAL
PRG	1	21	310	néant	néant	néant	néant	
2007	2063,944	1137,230	232,489	31,970	919,656	116,663	3,581	3433,662
2008	2263,563	1134,351	230,093	35,127	917,418	117,558	4,161	3628,007
2009	2312,518	1377,071	278,457	37,987	1108,351	141,530	4,081	3968,046
2010	2676,416	1340,057	271,473	34,120	1074,665	137,404	4,465	4287,946
2011	3408,542	1127,044	231,458	38,703	914,121	119,091	5,244	4767,044
2012	2782,082	1439,168	292,704	43,905	1162,380	149,347	7,706	4513,955
2013	3323,463	1404,229	285,931	43,623	1133,103	146,655	7,298	5013,624
2014	3538,463	1435,921	293,211	45,392	1159,670	150,327	8,226	5267,595
2015	3751,355	1433,804	293,378	47,695	1160,065	150,925	9,339	5478,537
2016	3877,304	1499,413	306,827	51,005	1214,104	158,153	10,337	5683,544
2017	3993,531	1577,674	322,533	52,519	1275,861	166,121	11,154	5893,738
2018	4337,532	1562,631	320,297	54,109	1265,278	165,485	11,757	6220,461
2019	4459,758	1613,900	331,021	56,769	1307,696	171,154	12,893	6404,679
2020	4641,114	1656,021	339,763	59,012	1342,198	175,939	13,759	6636,898
2021	4830,782	1701,191	349,197	61,065	1378,952	180,973	14,577	6881,169
2022	5039,906	1731,325	355,699	62,991	1403,915	184,560	15,428	7126,930
2023	5239,735	1763,062	362,545	65,291	1430,563	188,383	16,330	7365,343
2024	5402,251	1811,315	372,558	67,536	1469,951	193,723	17,253	7586,123
2025	5607,336	1846,636	380,050	69,570	1499,012	197,831	18,076	7834,022
2026	5801,389	1883,110	387,805	71,694	1529,137	202,055	18,956	8072,304
2027	5992,017	1919,818	395,587	73,871	1559,482	206,311	19,846	8307,422
2028	6178,832	1959,670	403,979	76,057	1592,272	210,865	20,727	8542,481
2029	6369,477	1998,438	412,155	78,165	1624,129	215,301	21,596	8780,070
2030	6566,009	2034,307	419,778	80,294	1653,765	219,473	22,465	9020,093
2031	6754,288	2072,749	427,900	82,464	1685,452	223,889	23,352	9254,936
2032	6944,713	2111,058	435,989	84,613	1717,001	228,292	24,228	9491,761
2033	7136,194	2149,137	444,038	86,750	1748,361	232,670	25,101	9729,369
2034	7328,332	2186,590	451,965	88,889	1779,238	236,989	25,977	9966,887
2035	7519,361	2224,403	459,963	91,043	1810,413	241,346	26,855	10203,727
2036	7709,520	2262,716	468,056	93,191	1841,968	245,748	27,733	10440,292
2037	7901,292	2300,508	476,048	95,331	1873,108	250,100	28,607	10677,848
2038	8092,625	2338,315	484,044	97,476	1904,267	254,454	29,483	10914,985
2039	8283,674	2376,207	492,056	99,624	1935,495	258,816	30,361	11151,937
2040	8474,628	2414,218	500,091	101,771	1966,814	263,190	31,237	11388,937
2041	8665,863	2452,130	508,107	103,914	1998,052	267,553	32,113	11626,100
2042	8857,211	2489,958	516,107	106,059	2029,228	271,909	32,989	11863,276
2043	9048,242	2527,893	524,127	108,206	2060,488	276,276	33,866	12100,263
2044	9239,367	2565,826	532,147	110,352	2091,745	280,642	34,743	12337,340
2045	9430,563	2603,733	540,162	112,497	2122,981	285,005	35,619	12574,459
2046	9621,767	2641,620	548,173	114,642	2154,202	289,367	36,495	12811,560
2047	9812,906	2679,531	556,189	116,788	2185,443	293,731	37,372	13048,626
2048	10004,034	2717,455	564,208	118,934	2216,693	298,096	38,248	13285,697
2049	10195,224	2755,358	572,222	121,079	2247,926	302,459	39,125	13522,804
2050	10386,394	2793,261	580,236	123,224	2279,160	306,822	40,001	13759,891

Les projections sont résumées dans le Tableau 16 pour les années 2010 à 2050 avec un pas de 5 ans.

Tableau 16 : Evolution des émissions de GES dans le secteur de l'énergie de 2010 à 2050

Année	Types de GES			Total
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
2010	2676,47	1340,057	271,473	4 287,95
2015	3751,35	1433,804	293,378	5 478,54
2020	4641,11	1656,021	339,763	6 636,98
2025	5607,33	1846,636	380,050	7 834,02
2030	6566,01	2034,307	419,778	9 020,10
2035	7519,36	2224,403	459,963	10 203,70
2040	8474,69	2414,218	500,091	11 388,9
2045	9430,56	2603,733	540,162	12 574,46
2050	10386,39	2793,261	580,236	13 759,89

Entre 1995 et 2000, l'accroissement a été de 60,32%, tandis qu'il a atteint 83,63% entre 2000 et 2012. Dans la période 1995-2012, les émissions de CO<sub>2</sub> sont passées de 945 Gg à 2782 Gg, soit un accroissement de plus de 190% sur les 17 années. La figure 4 représente l'évolution des GES dans le secteur de l'Energie entre 2007 et 2014. *Source* : [2]

### Conclusion

Les émissions des différents GES par secteur d'activités, évaluées à partir du logiciel de l'IPCC, sont consignées dans les tableaux présentés en annexe de ce document. La période couverte va de 2007 à 2012.

Même si la collecte des données s'améliore à cause de l'utilisation de l'informatique, l'état malien doit, pour faciliter ses futures communications, demander aux services pourvoyeurs de désagréger les données et de les adapter au format de l'IPCC. Cela requiert une collaboration entre le service qui pilote la rédaction des communications et les différents services concernés.

### 2.1.13. Synthèse des émissions de GES dans le secteur de l'ENERGIE

La synthèse des émissions de GES dans le secteur de l'énergie pour l'année de base 2010 est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau.17 : Synthèse des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'énergie au Mali en 2010

	Dioxyde de carbone	Méthane	Oxyde Azoteux
	(Gg)	(Gg)	(Gg)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>MODULE 1 : ENERGIE</b>			
Energies conventionnelles			
Transformation	692,245	0,19	0,193
Consommation finale	13 775,49	3,645	3,663
<b>TOTAL</b>	<b>14467,735</b>	<b>3,835</b>	<b>3,856</b>
Potentiel de Réchauffement Global (PRG)	1	21	310
intégration sur 100 ans			
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>14 467,736</b>	<b>80,535</b>	<b>1195,36</b>
<b>Total des émissions en TE-CO<sub>2</sub></b>		<b>15 743, 63</b>	

## 2.2. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des procédés industriels

Les émissions de gaz à effet de serre imputables à ces procédés sont essentiellement celles de CO<sub>2</sub> et de SO<sub>2</sub> non liées à l'énergie. Il s'agit d'émissions liées à la production de ciment et de chaux. Les résultats des calculs sont portés dans le tableau 2.2.1.

### 2.2.1. Collecte des données

D'après les renseignements fournis par la Comptabilité Nationale, le secteur de l'industrie contribue à moins de 15% au produit national brut. Les unités industrielles sont essentiellement des unités de fabrication de produits alimentaires (70%) généralement à partir de produits semi finis et des éditions-imprimeries et reproductions. L'équipe chargée de l'inventaire dans le secteur des procédés industriels a eu comme lors des deux communications précédentes des difficultés d'accès aux données d'activités auprès des unités industrielles. Toutefois, il y a eu une amélioration par rapport aux deux précédentes éditions à cause de la présence dans l'équipe d'agents qui ont des entrées au niveau de certaines structures clés pour la fourniture de données.

#### 2.2.1.1 Production de ciment

Le dioxyde de carbone est produit au cours de la production de clinker, un produit intermédiaire à partir duquel le ciment est fabriqué. Les hautes températures dans les fours à ciment provoquent la transformation chimique des matières premières en clinker de ciment. Le carbonate de calcium est chauffé au cours d'un processus appelé *calcination* ou *cuisson*, ce qui produit de la chaux et du dioxyde de carbone.

Les émissions de SO proviendront du soufre contenu dans le combustible et dans la matière première argileuse. Les émissions de combustibles sont comptabilisées comme des émissions dues à l'énergie tandis que celles de SO provenant de l'argile devront être comptabilisées comme des émissions de non combustion.

Pour la production de ciments, deux unités industrielles (Gangoutaré et Dio gare) sont actuellement en activité et totalisent une production de 725 984 tonnes (2013-2014). C'est dire que la production de ciment occupera une place de plus en plus importante dans les émissions de CO<sub>2</sub> et de SO<sub>2</sub> dans les années à venir.

#### 2.2.1.2. Production d'or

Quant aux productions d'or (de 2010 à 2014), elles s'élèvent à 223 220,144 tonnes pour l'ensemble des dix (10) sites qui ont mené des activités et il est à signaler que 207 956,15 t de cyanure ont été consommées au cours de ces productions.

#### 2.2.1.3. Autres productions

- La production de calcaire (de 2011 à 2014) est estimée à 214 625 t,
- celle de la dolerite est 516 049 t pour la même période ;
- la quantité de dolomie ayant servi à la production de chaux est de 1490 t (2012-2014).
- L'usine Stones a produit 323 932,39 m<sup>3</sup> de carbonate et carreaux entre 2013 et 2014.
- Le Mali a produit 631 030 t de minerai de fer de 2011 à 2014 et en a exporté 552 777 t ;
- pour la production de peinture, l'usine SYATELS a utilisé 1740 t de solvant (2010-2014) tandis que TOLMALI en a utilisé 10 752 t pour la même période.

### 2.2.2. Calcul des émissions de GES

Divers procédés industriels non liés à l'énergie génèrent des émissions de gaz à effet de serre. Les principales sources d'émission sont issues de procédés industriels dans lesquels les matériaux subissent une transformation physique ou chimique. Au cours de ces procédés, différents gaz à effet de serre comprenant le CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et les PFC peuvent être émis.

Particulièrement au Mali les différents gaz émis par les procédés industriels de manière significative sont :

- le CO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> pendant la production de ciment ;
- le CO<sub>2</sub> au cours de la production d'or, de fer, l'usage du calcaire et de la dolérite ;
- le SF<sub>6</sub> au cours de l'usage du cyanure (production d'or) ;
- l'halocarbure au cours de l'usage des solvants (fabrication des peintures).

### Méthodologie générale

La méthodologie générale utilisée pour l'estimation des émissions liées à chacun des procédés industriels est le produit de la donnée du niveau d'activité, c'est-à-dire la quantité produite ou consommée de matériau, et d'un facteur d'émission par unité de consommation/production associée exprimé dans l'équation suivante :

$$TOTAL_{ij} = A_j \times FE_{ij}$$

Où :

TOTAL<sub>ij</sub> = émission (en tonnes) du procédé du gaz i provenant du secteur industriel ;

TOTAL<sub>ij</sub> = émission (en tonnes) du procédé du gaz i provenant du secteur industriel j ;

A<sub>j</sub> = la quantité d'activité ou de production du matériau dans le secteur industriel j (tonnes/année) ;

FE<sub>ij</sub> = facteur d'émission associé au gaz i par unité d'activité dans le secteur industriel j (tonne/tonne)

En l'absence de données locales, les facteurs d'émission utilisés pour le calcul des émissions de GES sont ceux fournis par le GIEC. Les facteurs par défaut utilisés proviennent des directives du GIEC 1996.

Les données et les résultats des calculs sont résumés dans le tableau ci-dessous.

### 2.2.3. Synthèse des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des procédés industriels

La synthèse des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des procédés industriels pour l'année de base 2010 est présentée dans le tableau 18.

Tableau 18 : synthèse des émissions de gaz à effet de serre au Mali en 2010 dans le secteur des procédés industriels

	Dioxyde de carbone (Gg)	Méthane (Gg)	Oxyde Azoteux (Gg)	Halocarbure (Gg)	Sulfonade (Gg)	Composés organique (Gg)	oxyde sulfureux (Gg)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		SF <sub>6</sub>	NM VOC	SO <sub>2</sub>
<b>MODULE 2 : PROCÉDES INDUSTRIELS</b>							
CO <sub>2</sub> et SO <sub>2</sub> émis lors de la production de ciment (Usage du Clinker)	-						
CO <sub>2</sub> émis lors de la production d'OR	67,25						
Usage du calcaire	-						
CO <sub>2</sub> émis lors de la production de chaux							
Usage de la Cyanure					5,59		
SO <sub>2</sub> émis lors de la production de Carreaux							-
Usage de la Dolérite	-						
CO <sub>2</sub> émis lors de la production du Fer	-						
Usage du Solvant				0,00			
<b>Sous-total module 2</b>	<b>67,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5,59</b>	<b>0</b>	<b>-</b>
Potentiel de Réchauffement Global (PRG) intégration sur 100 ans	1	21	310				
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>67,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>				

### Recommandations :

- Trouver une bonne approche pour récupérer les données auprès des industriels.
- Créer un comité de collecte de données regroupant l'ensemble des services techniques concernés.

### Conclusion

Dans l'ensemble le nombre de sous-secteurs renseignés dépasse de loin celui de la 2<sup>e</sup> communication et les tendances sont légèrement à la hausse.

Tableau 19 : Synthèse des données de production et de consommation des produits émettant des GES (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, SF<sub>6</sub> ...) pour les années 2010, 2011, 2012, 2013 et 2014.

Année 2010		Année 2011		Année 2012		Année 2013		Année 2014	
Clinker (t)	CO <sub>2</sub> émis (Gg)	Clinker (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Clinker (t)	CO <sub>2</sub> émis (Gg)	Clinker (t)	CO <sub>2</sub> émis (Gg)	Clinker (t)	CO <sub>2</sub> émis (Gg)
-	-	-	-	-	-	134 000	105,86	493 645	449,22
Ciment (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Ciment (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Ciment (t)	SO <sub>2</sub> émis (Gg)	Ciment (t)	SO <sub>2</sub> émis (Gg)	Ciment (t)	SO <sub>2</sub> émis (Gg)
-	-	-	-	-	-	436 736	0,35	651758	0,59
Or (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Or (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Or (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Or (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Or (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)
42033,371	67,25	42038,533	67,26	46272,483	74,04	47006,567	75,21	45869,19	73,39
Calcaire (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Calcaire (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Calcaire (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Calcaire (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Calcaire (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)
-	-	4364	3,97	4665	4,25	15720	14,31	189877	172,79
Dolérite (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Dolérite (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Dolérite (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Dolérite (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Dolérite (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)
-	-	-	-	117013	106,48	136923	124,60	262113	238,52
Chaux (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Chaux (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Chaux (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Chaux (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Chaux (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)
-	-	-	-	80	0,00	110	0,0001	1300	0,001
Cyanure (t)	SF <sub>6</sub> (Gg)	Cyanure (t)	SF <sub>6</sub> (Gg)	Cyanure (t)	SF <sub>6</sub> (Gg)	Cyanure (t)	SF <sub>6</sub> (Gg)	Cyanure (t)	SF <sub>6</sub> (Gg)
5590,8	5,59	166603	166,60	20429	20,43	8320	8,32	7013,35	7,01
Carreaux (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Carreaux (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Carreaux (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Carreaux (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)	Carreaux (t)	SO <sub>2</sub> (Gg)
-	-	-	-	-	-	4299,5	0,00	19622,89	0,08
Fer (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Fer (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Fer (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Fer (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)	Fer (t)	CO <sub>2</sub> (Gg)
-	-	187514	300,02	267530	428,05	149356	238,97	26630	42,61
Solvant PFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant PFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant PFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant PFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant PFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)
-	-	3168	0,01	3280	0,01	4181	0,02	-	-
Solvant HFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant HFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant HFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant HFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)	Solvant HFCS (t)	Halo carbone émis (Gg)
828	0,0002	988	0,0003	925	0,0004	42	0,00	90	0,00

## 2.3. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur de l'agriculture

### 2.3.1. Calcul des émissions dans le secteur de l'élevage

#### 2.3.1.1 Introduction

Au Mali, le secteur de l'élevage contribue substantiellement dans l'économie nationale. Les données collectées relatives aux effectifs des animaux sont dans la plupart des cas des données estimées à partir des enquêtes sur le terrain basées sur des données approximatives provenant des rapports, notamment le recensement agricole réalisé en 1984 par la DNSI (Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique) dont un volet a été consacré à l'élevage.

#### 2.3.1.2. Méthodes de collecte des données

La collecte des données du cheptel a été beaucoup axée sur les documents disponibles, les rapports nationaux de la Cellule de Planification Statistique (CPS) et des structures en charge de l'élevage au Mali.

Les estimations ont été faites sur la base des données du recensement national du cheptel de 1992 auxquelles ont été appliqués des taux de croît moyens annuels de 3% pour les bovins, 5% pour les ovins/caprins, 10% pour les équins, 2% pour les arins, 2% pour les camelins et 1% pour les porcins. Une méthodologie de calcul liée au nombre de femelles adultes par rapport à l'effectif (36%) et aux taux de fécondité (65%) a été appliquée afin de définir le nombre de vaches laitières.

Aussi, les facteurs d'émission sont ceux définis par défaut dans le guide de l'IPCC et figurent dans le tableau 20 ci-dessous.

Tableau 20 : Effectifs des animaux et de la volaille au Mali de 2007 à 2014

Type d'animaux	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Facteur entéric.	Facteur de fumure	Next	
											2014	2014
Vaches laitières	1 905 101	1 962 255	2 081 756	2 144 208	2 208 535	2 274 791	2 343 035	2 433 260	36	1	60	
Autres Vaches	6 236 358	6 423 448	6 814 636	7 019 076	7 229 647	7 446 537	7 669 933	7 900 031	32	1	40	
Moutons	9761578	10249657	11300247	11865259	12458522	13081448	13735520	1 422 296	5	0.21	12	
Chèvres	13593063	14272716	15735670	16522454	17348576	18216005	19126805	2 083 145	5	.0.21	12	
Chameaux	852 880	869 305	904 425	922 514	940 964	959 783	978 979	998 559	46	2.56	40	
Chevaux	357 414	393 834	478 187	487 751	497 506	507 456	517 605	543 485	18	2.18	40	
Anes	807 491	825 277	861 820	880 694	899 981	919 691	939 832	858 629	10	1.19	40	
Porcs	71 875	72 666	74 272	75 015	75 765	76 523	77 365	78 138	1	2	16	
Volailles	30000000	3 3 9 5 0 141	35 000 000	35 050 800	35 082 450	35 095 598	36 850 378	36 970 210				

Sources : Facteurs obtenus de la seconde communication nationale (SCN) en rapport avec le guide d'IPCC  
Next fourni par le guide d'IPCC  
Rapports annuels DNPIA

### 2.3.1.3. Résultats des émissions dues à l'élevage

Les données traitées selon les procédures de l'IPCC donnent les émissions de CH<sub>4</sub> (Gg) dues à la **fermentation entérique** (voir tableaux 21 et figures 1).

Tableau 21.a : Résultats de la fermentation entérique pour l'année 2014

MODULE	AGRICULTURE	Année 2014		
SUBMODULE	METHANE AND NITROUS OXIDE EMISSIONS FROM DOMESTIC LIVESTOCK			
	ENTERIC FERMENTATION AND MANURE MANAGEMENT			
WORKSHEET	4-1 (SUPPLEMENTAL)			
SPECIFY AWMS	PASTURE RANGE AND PADDOCK			
SHEET	NITROGEN EXCRETION FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM			
COUNTRY	0			
YEAR	0			
Type	A Nombre d'animaux en milliers	B Nitrogen Excretion Nex (kg/head/yr)	C Fraction of Manure Nitrogen per AWMS (%/100) (fraction)	D Nitrogen Excretion per AWMS, Nex (kg/N/yr)
				D = (A x B x C)
Vache	7900,031	40	96	30 336 119,04
Vache laitière	2433,3	60	83	12 117 834,00
Volaille	36970,21	0,6	81	1 796 752,21
Mouton	14422,296	12	99	17 133 687,65
Porc	78,1	16	0	0,00
Autres	20083,145	40	99	79 529 254,20
<b>TOTAL</b>				<b>140 913 647,09</b>

Source : Traitements étude TCN

Tableau 21.b : Résultats de la fermentation entérique de 2007 à 2014

Années	Emissions CH <sub>4</sub> (en Gg) par Type d'animaux pour la fermentation entérique			
	Vaches Laitières	Moutons	Chèvres	Chameaux
2007	268	49	68	39
2008	276	51	71	40
2009	293	57	79	42
2010	302	59	83	42
2011	311	62	87	43
2012	320	65	91	44
2013	330	69	96	45
2014	340	72	100	46
<b>Moyenne</b>	<b>305</b>	<b>61</b>	<b>84</b>	<b>43</b>

Source: Traitements Etude TCN

Les émissions de méthane dues aux autres types d'animaux restent en dessous de 10 Gg soit moins de 201 TE-CO<sub>2</sub>.

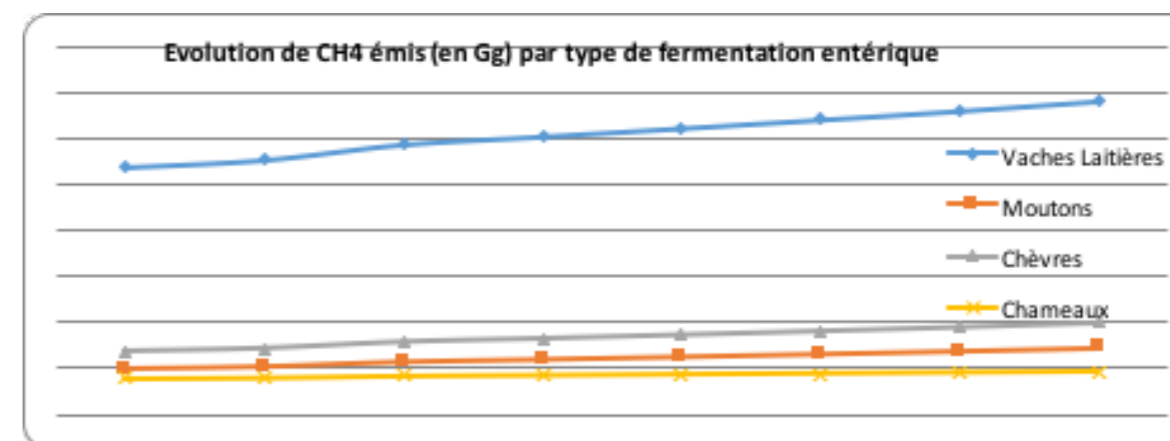


Figure 11.a : Evolution de CH<sub>4</sub> émis par la fermentation entérique

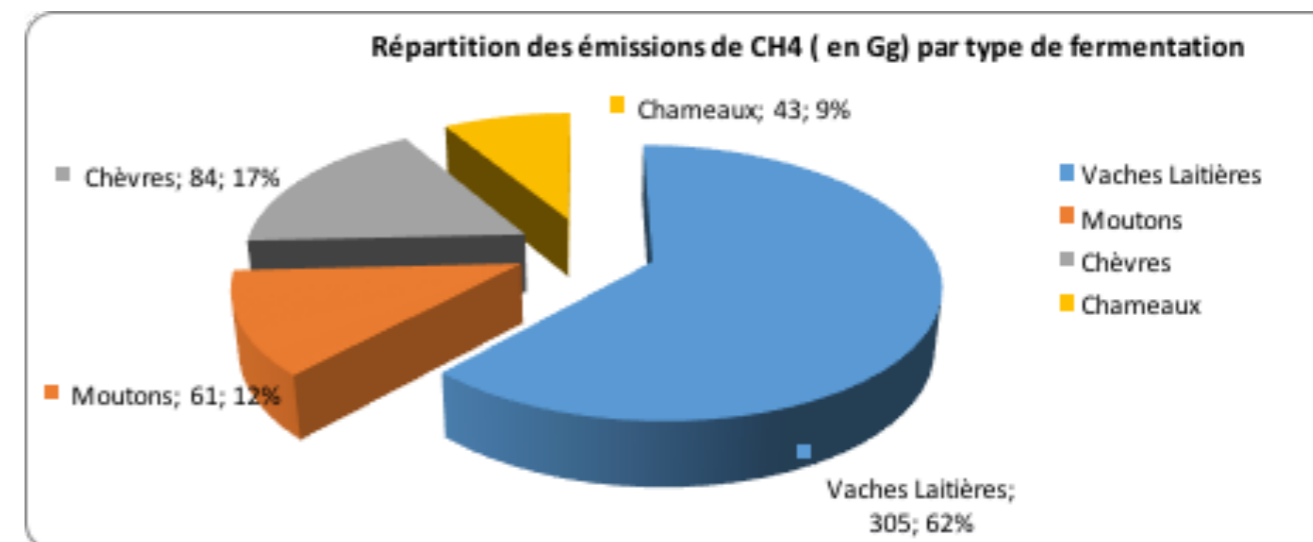


Figure 11.b : Poids de CH<sub>4</sub> émis par la fermentation entérique

On note **une augmentation** des émissions de méthane de **27% entre 2007 et 2014 notamment pour les vaches laitières** qui restent en parc plus longtemps et qui constituent 62% des émissions de CH<sub>4</sub> dues à l'Elevage au Mali.

Les émissions de méthane dues aux fumures organiques figurent dans le tableau 22 suivant.

Tableau 22 : Emissions de CH<sub>4</sub> fumures organiques

Année	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Emissions totales de CH <sub>4</sub> (Gg) dues à la fumure organique	18	19	20	21	21	22	23	22

Source: Traitements Etude TCN

Pour les fumures, les vaches fournissent le maximum de méthane.

### 2.3.2. Calcul des émissions dans le sous-secteur de la riziculture

#### 2.3.2.1 Introduction

Le Mali, actuellement 4<sup>ème</sup> producteur de l'UEMOA (Union Economique et Monétaire Ouest Africaine) est un des seuls pays de la sous-région à pouvoir atteindre l'autosuffisance en riz à court ou moyen terme. Ce résultat est, en grande partie, le fruit d'un effort de réhabilitation de la zone de l'Office du Niger (politique de soutien du prix au producteur, libéralisation progressive de la filière).

De 2004 à 2008 la production du riz a connu une augmentation continue variant de 2,7 à 31,6% (718086 à 1082384 tonnes avec une superficie variant de 314915 à 391869 ha.

Avec l'initiative Riz du Gouvernement en 2009, la valorisation de riz NERICA (New Rice Crop for Africa) a révolutionné la production du riz au Mali passant de 1082384 tonnes à 1607647 tonnes sur une superficie de 626573ha.

Cette culture occupe plus de 25% des produits de consommation au Mali soit 57 kg à 69 kg par habitant /an (CORAF, 2014). Elle est réalisée dans différentes typologies de gestion de l'eau. Le tableau 23 ci-dessous donne la répartition des zones rizicoles dans les systèmes d'irrigation.

**Tableau 23 : Typologie des systèmes rizicoles**

Système d'irrigation	Structures
<b>Maîtrise totale</b>	ON, SAWOUEST (DRA), OPIB, PAPIM, ODRS, ORM ? PDIAM, Daye (Tombouctou), SAOONE (Tombouctou), PIV (DRA Tombouctou, DRA GAO)
<b>Submersion contrôlée</b>	ODRS, DRA (PMB), ORM (Mopti), PDRIK (Kayes), PRODECA (Gao)
<b>Submersion libre</b>	DRA (Ségou), OHVN (Koulikoro), DRA (Mopti), DRA (Tombouctou), DRA (Gao)
<b>Bas – fonds</b>	DRA (Mopti), DRA (Tombouctou), DRA (Gao)
<b>NERIKA</b>	DRA (Ségou, Koulikoro, Sikasso, Kayes, Bamako)

Référence : Rapport bilan Initiative Riz – Juin 2009

Au Mali, la production du Riz a évolué et cela de façon spectaculaire à partir de 2009, où il a été enregistré plus de 50% d'augmentation de la production. Dès lors cette tendance à la hausse s'est maintenue.

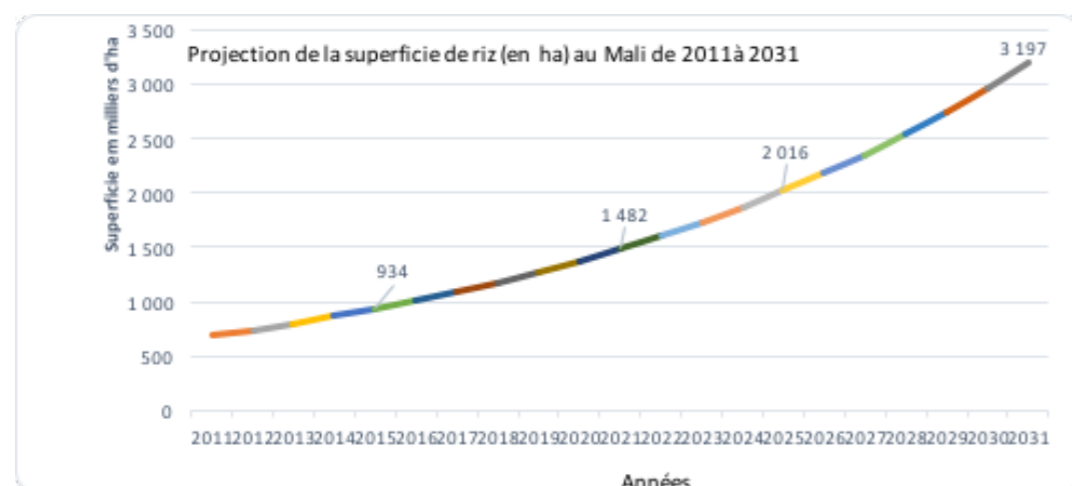
La production moyenne enregistrée ces dix dernières années est de 1 225 255 tonnes de riz paddy avec un taux moyen de croissance de 13% sur une superficie moyenne de 477 439 ha avec un taux par an de croissance de 7,9%.

Dans ce contexte l'évolution de la superficie se résume dans le tableau 24 ci-dessous de **2011 à 2031**.

**Tableau 24 : Evolution de la superficie de riz**

Années	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Superficie	686 496	741 416	800 729	864 787	933 970	1 008 688	1 089 382
Années	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Superficie	1 176 534	1 270 656	1 372 309	1 482 093	1 600 661	1 728 714	1 867 011
Années	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Superficie	2 016 372	2 177 681	2 351 896	2 540 048	2 743 251	2 962 712	3 196 766

Sources : DNA et traitements Etude TCN



**Figure 12 : Projection de la superficie de riz (en ha) au Mali de 2011 à 2031**

### 2.3.2.2. Caractérisation du système de production de riz au Mali

#### La riziculture de submersion libre

L'irrigation par submersion libre dans les plaines d'inondation et les mares est une pratique très ancienne. La riziculture en submersion combine les pluies utiles qui précèdent la crue du fleuve pour semer et permettre la germination du riz, et l'inondation de la mare (ou de la plaine) pour la croissance et la maturité des plants. **Elle constitue 10% de la riziculture totale au Mali.**

#### La riziculture de bas-fonds

Les bas-fonds sont de petits périmètres pouvant atteindre une centaine d'hectares de superficies. Sont appelés bas-fonds (Selon M. Raunnet, 1985), "les fonds plats ou conservés des vallons, petites vallées et gouttières d'écoulement inondables, qui constituent les axes de drainage élémentaires. Ce sont les axes de convergence préférentiels des eaux de surface, des écoulements hypodermiques et des nappes phréatiques alimentés par les pluies." Les aménagements de bas-fonds se trouvent surtout en zone Mali Sud et dans la région de Kayes (rives du fleuve Sénégal et affluents). Le potentiel total en bas-fonds est évalué à plus de 300 000 ha.

**Les bas-fonds constituant 13% de la riziculture totale au Mali**, avec la péjoration climatique, sont de plus en plus des zones refuges, faisant l'objet de convoitises et de conflits dans le pays.

#### La riziculture de submersion contrôlée

La submersion contrôlée a été développée dans les plaines submersibles des régions de Ségou (ORS), de Mopti (ORM). Le périmètre de Kléla, en région de Sikasso, fait aussi partie de ce type. Malgré une certaine sécurité obtenue dans la production; avec des rendements moyens variant entre 0,8 t/ha et 1,5 t/ha, la submersion contrôlée a révélé beaucoup de limites et **constitue 18% de la riziculture totale au Mali.**

Aujourd'hui, une nouvelle amélioration consiste à irriguer par appoint, avant l'arrivée de la crue dans certains casiers de submersion contrôlée par motopompes, ce qui permet de pratiquer le labour sur pré irrigation; le semis de la pépinière et le repiquage, comme dans les PIV intensifs.

Par ailleurs l'aménagement parcellaire en **courbes de niveau** permettrait aussi une meilleure gestion de l'eau, adaptée aux variétés utilisées, les coûts de pompage pouvant constituer un facteur limitant pour la rentabilité de la production.

#### La riziculture irriguée par gravité (maîtrise totale)

Grâce à des infrastructures et systèmes hydrauliques, elle assure l'approvisionnement en eau du fleuve au périmètre, du périmètre aux casiers et parcelles, et le drainage en aval des parcelles. On distingue deux (2) systèmes de maîtrise totale de l'eau selon que l'alimentation soit faite par gravité (Office du Niger, Sélingué, Baguinéda) ou par pompage. La riziculture par maîtrise totale de l'eau, permet des rendements élevés, grâce à l'utilisation des techniques culturales intensives: variétés de semences à haut rendement, en pépinières ainsi de repiquage, pré irrigation, labours et désherbage, apports suffisants d'engrais et d'eau d'irrigation. **Ce type de riziculture constitue 40% de la riziculture totale au Mali.**

### 2.3.2.3. Méthodologie de Collecte des données et résultats (Source DNSI)

Les données sur l'évolution des superficies cultivées et des productions de 2007 à 2014 ont été collectées par Bureau de Statistiques et de Suivi-Evaluation (BSSE) de la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA) et au niveau de ses structures déconcentrées.

En riziculture irriguée et surtout dans les zones de submersions contrôlées et de maîtrise totale, les superficies mises en valeur sont connues des différentes structures techniques de l'Etat. Les données de superficies collectées figurent dans le tableau 25.



Tableau 25 : Types de riziculture au Mali

Caractéristique	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Facteur méthane	Facteur de Correction	Facteur saison
	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha	Superficie en ha			
Inondation continue									1	2	20
Maîtrise de l'eau ou inondation avec une seule aération	163 398	156 748	193 021	210 714	246 374	230 584	240 840	241 898	0,5	2	20
Inondation avec aérations multiples									0	2	20
Submersion libre	40 850	39 187	48 255	52 678	61 594	57 646	60 210	60 475	0,8	2	20
Submersion contrôlée	73 529	70 536	86 859	94 821	110 868	103 763	108 378	108 854	0,4	2	20
Basfonds 50-100 cm	53 104	50 943	62 732	68 482	80 072	74 940	78 273	78 617	0,8	2	20

Sources : Référence SCN et rapports annuels DNA

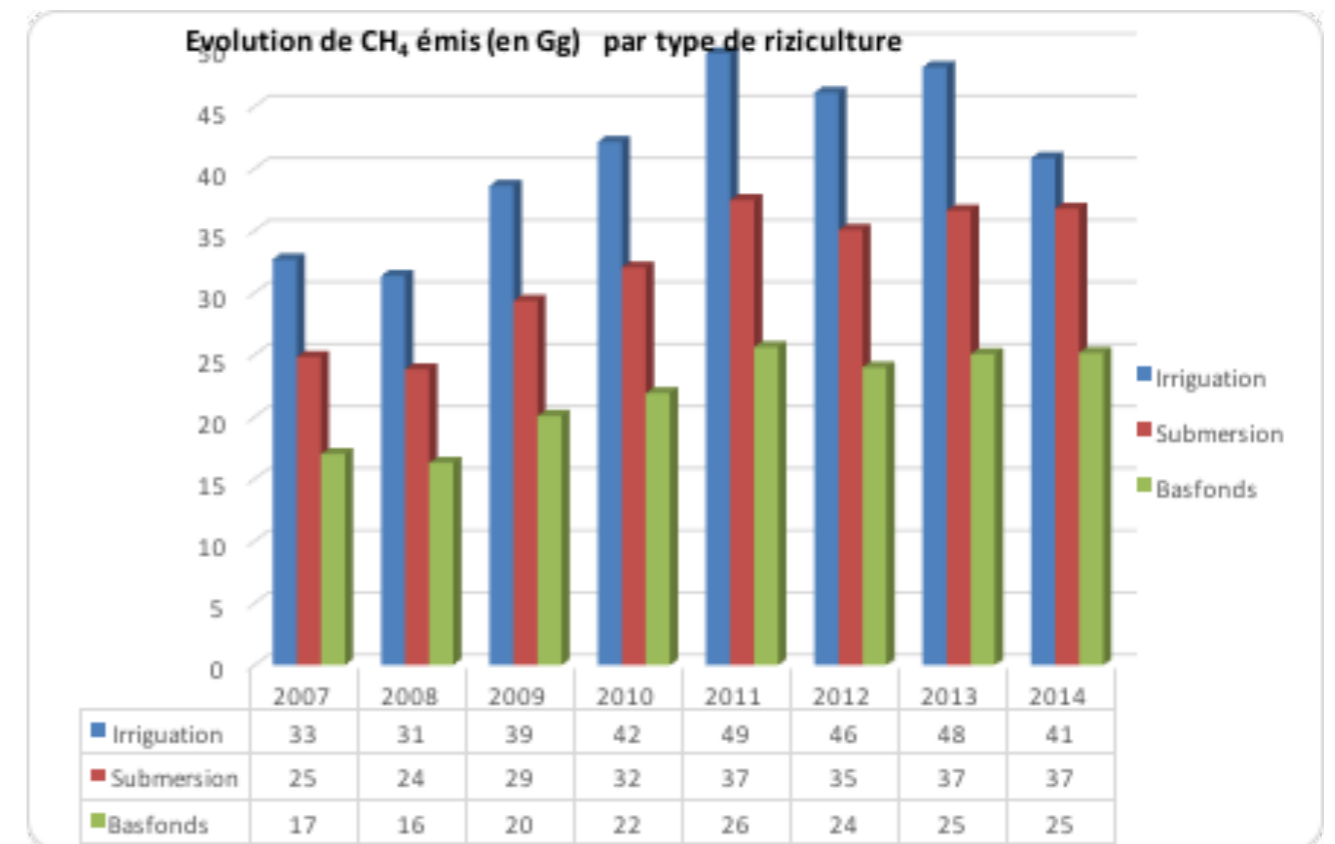


Figure 13.a : Evolution de CH<sub>4</sub> émis par type de riziculture

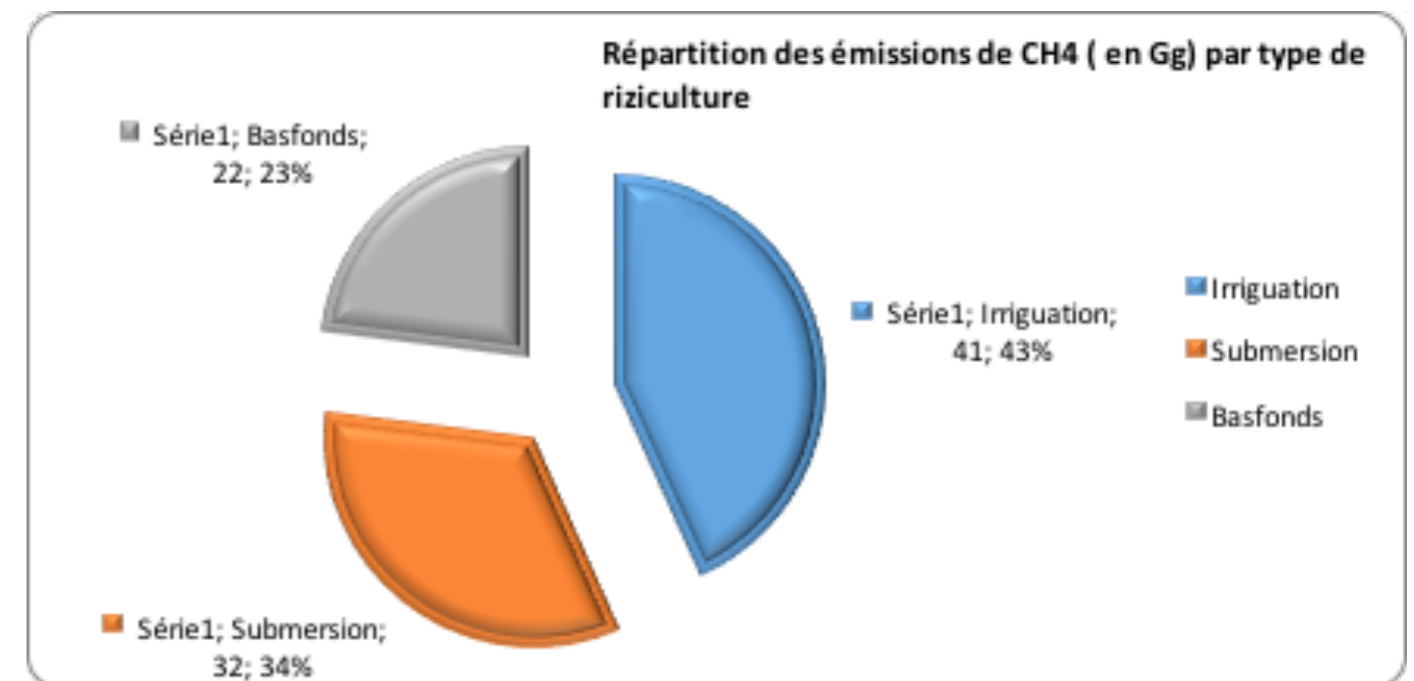


Figure 13.b : Poids de CH<sub>4</sub> émis par type de riziculture

#### 2.3.2.4 Calcul des émissions dans la riziculture

Les rizières constituent l'une des principales sources anthropiques de méthane atmosphérique. Le méthane est produit par action de bactéries méthanogènes sur la matière organique du sédiment dans des conditions anaérobies. Cependant dans les zones de riziculture pluviale (en dehors des bas-fonds) il y a très peu de décompositions anaérobies et les émissions sont peu significatives à cause de la durée de l'inondation considérée comme nulle.

L'essentiel des émissions de méthane proviennent du Delta Intérieur du Niger où est pratiquée la riziculture par submersion libre et les types d'irrigation simple.

La méthodologie pour estimer la quantité de méthane émis à travers les surfaces rizicoles est celle utilisée dans le dernier guide du GIEC. L'émission de Méthane CH<sub>4</sub> est donnée par la formule (1) :

$$E = (A \times B \times C \times D) \quad (1)$$

**A** : Superficies cultivées (m<sup>2</sup> x 10<sup>-9</sup>),  
**B** : Facteur d'échelle  
**C** : Facteur de correction pour l'amendement organique  
**D** : Facteur d'émission saisonnier intégré pour le riz permanent inondé sans amendement organique (g/m<sup>2</sup>) ;  
**E** : Emission de Méthane CH<sub>4</sub> (en Giga grammes).

Les émissions de méthane CH<sub>4</sub> (Gg) dues à la Riziculture sont données dans le tableau 26.

**Tableau 26** : Emissions de CH<sub>4</sub> (en Gg) dues à la Riziculture

Années	Emissions CH <sub>4</sub> (en Gg) par Type de Riziculture			Total CH <sub>4</sub> en Gg
	Irrigation	Submersion	Basfonds	
2007	33	25	17	74
2008	31	24	16	71
2009	39	29	20	88
2010	42	32	22	96
2011	49	37	26	112
2012	46	35	24	105
2013	48	37	25	110
2014	41	37	25	103
<b>Moyenne</b>	<b>41</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	

Source : Traitements Etude TCN (2007 à 2014)

De 2007 à 2014, les émissions de méthane ont varié de 16 à 49 Giga grammes. **La riziculture sous maîtrise de l'eau ou irrigation constitue en moyenne 43% des émissions de méthane dues à la riziculture au Mali (figure 4). Des dispositions sont à développer en vue de réduire ces émissions.**

### 2.3.3. Calcul des émissions dans le brûlage des savanes et des résidus agricoles

#### 2.3.3.1 Les données sur les feux de brousse

Les feux de brousse causent d'énormes problèmes environnementaux de dégradation des ressources naturelles. La disponibilité des données de superficies brûlées reste une très grande problématique au Mali. **Il urge de mettre en place un système continu de collecte des données. Ceci passe par une incitation de recherche universitaire.**

Par ailleurs plusieurs méthodes d'estimation des superficies brûlées existent notamment les imageries satellitaires qui constituent une base plus fiable.

Depuis la seconde communication nationale les données obtenues à partir des estimations et des enquêtes de la DNCN ont évolué. Les feux précoces et les feux tardifs constituent les éléments principaux et ont des impacts différents sur l'état de la végétation. **Les feux précoces** constituent environ 27% des superficies brûlées et sont mis à volonté pour amoindrir la densité du couvert végétal pour des activités anthropiques à but économique. L'avantage est d'éviter de brûler le pâturage et le couvert végétal protégeant le sol contre l'érosion avec des effets bénéfiques pour certaines espèces herbacées et ligneuses de se régénérer. Ce qui enrichit la brousse en fourrage pour le cheptel et l'habitat de la faune sauvage.

**En revanche les feux tardifs, représentant 63% des superficies brûlées**, demeurent une préoccupation et cela en dépit d'une législation adaptée au contexte de la décentralisation. Ils restent un danger face au régime des pluies précoces défavorisant l'environnement et les ressources naturelles.

De 1996 à 2006, les superficies totales brûlées sont évaluées à 1 567 858 ha (DNCN, 2009) dont 11% sont des feux précoces et le reste des feux tardifs. Cela représente une moyenne annuelle de 17 246 ha pour les feux précoces et 139 539 ha pour les feux tardifs. Dans le rapport de 1997, il est mentionné une moyenne de 14,5 millions d'ha brûlés chaque année. Cette superficie correspond à 17% de la superficie totale du pays

Les données disponibles à la DNCN dans le tableau 27 représentent une évolution en baisse des superficies brûlées entre 2007 et 2014. Ce qui dénote une prise de conscience des populations des effets des feux de brousses.

Le programme Africain de gestion de l'Environnement pour le Développement Durable (AMESD dans sa phase MESA en cours) auquel participe le Mali à travers l'Institut d'Economie Rural (IER) et MALI-METEO, pourrait apporter une solution à cette situation grâce à l'accès aux données d'informations environnementales (y compris les feux de brousse) par satellite délivrées par des technologies d'observation de la terre comme le système MOSIS.

**L'observatoire du Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement et du Développement Durable doit être renforcé avec une forte implication des étudiants et des chercheurs afin de rendre disponibles des données historiques sur les feux de brousse au Mali.**

**Tableau 27** : Superficies de feux de Brousse au Mali

Caractéristique	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Superficie brûlée (ha)	123 819	144 030	114 030	718 394	193 050	47 782	49 635	49 635
Densité de matière sèche (t dm/ha) ▲	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Taux de biomasse vivante (%) **	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Taux de biomasse morte (%) **	80	80	80	80	80	80	80	80
Fraction de biomasse brûlée **	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

Sources : . Rapport annuel 2009 de la Diversité biologique du Mali.\*\*Données de la SCN.

#### 2.3.3.2 Les données sur les résidus agricoles brûlés sur place

Les quantités de résidus agricoles issues des différents types de céréales sont estimées à partir des productions annuelles et des rapports de résidus de production (tableau 28).

Tableau 28 : Agriculture (superficies et productions-Résidus agricoles)

Type	Mil	Sorgho	Maïs	Arachide	Niébé	Coton	Riz	Fonio	Blé
	Sup en ha	1 425 862	217 053	412 484	334 671	213 194	408 495	45 772	3 565
2007	Prod en tonne	1 128 773	769 681	706 737	265 549	71 036	1 053 236	26 247	8 565
	Sup en ha	1 586 278	1 090 243	409 916	330 544	263 177	391 869	46 477	3 430
2008	Prod en tonne	1 175 407	900 791	689 918	324 187	58 291	1 090 243	28 692	4 585
	Sup en ha	1 576 208	99 0995	352 263	395 822	280 751	482 552	37 283	5 394
2009	Prod en tonne	1 413 908	1 027 202	695 073	388 383	77 906	1 624 246	41 275	13 166
	Sup en ha	1 439 713	919 407	374 075	335 031	283 665	526 784	30 307	5 101
2010	Prod en tonne	1 390 410	1 465 620	1 476 995	300 624	133 311	1 950 805	35 480	15 132
	Sup en ha	1 257 043	1 257 011	362 079	336 600	239 136	615 936	36 326	3 935
2011	Prod en tonne	1 373 342	1 256 806	1 403 576	314 458	128 949	2 305 612	52 346	23 788
	Sup en ha	1 784 179	863 457	495 385	475 984	340 344	576 460	37 755	4 810
2012	Prod en tonne	1 462 139	1 191 020	1 296 234	391 365	193 198	1 741 472	51 021	33 842
	Sup en ha	1 873 644	1 245 569	580 881	506 560	363 243	602 100	43 809	9 947
2013	Prod en tonne	1 772 275	1 212 440	1 773 736	415 820	219 936	1 914 867	40 071	21 038
	Sup en ha	1 477 037	937 525	640 526	537 136	386 142	604 745	34 255	6 900
2014	Prod en tonne	1 152 331	819 605	1 502 717	440 275	246 674	2 211 920	22 090	27 430
Rapport résidus/production*		1,4	1,4	1,0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3

Sources : \* données obtenues de SCN. Nb les valeurs de 2012 à 2014 pour l'arachide et le niébé ont été estimées à partir de la régression avec R2 supérieure 0.85.

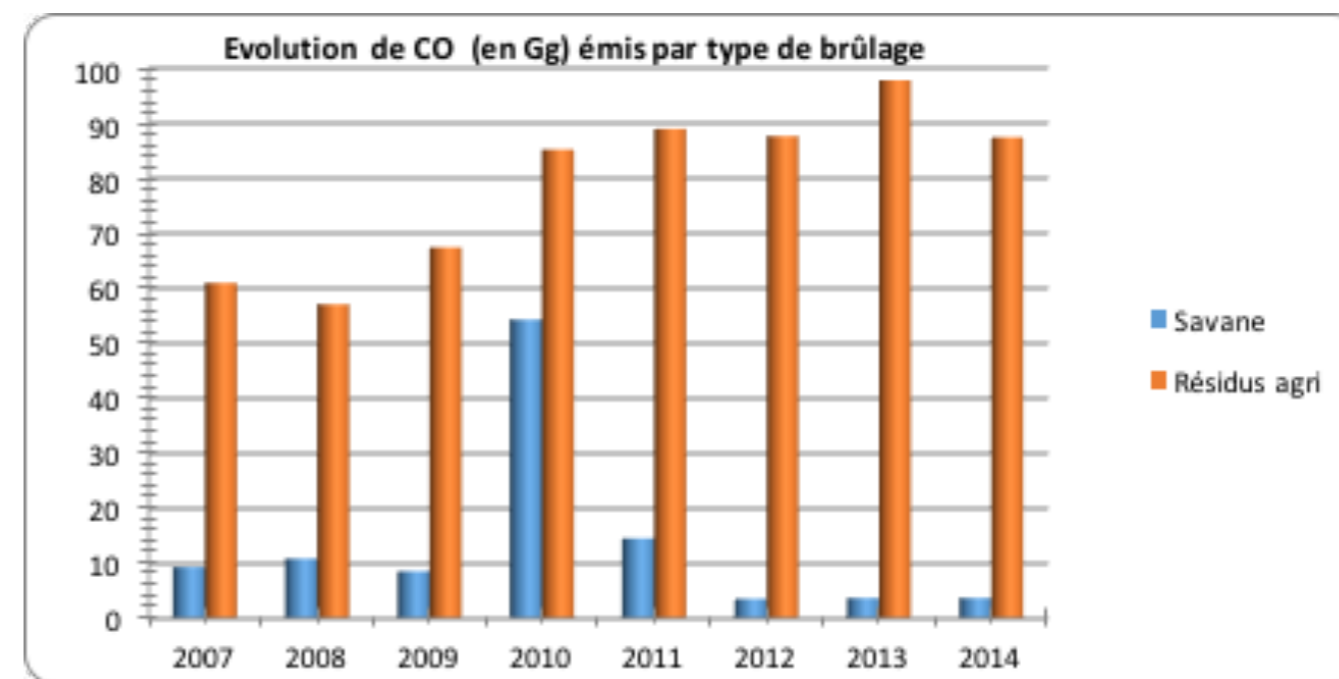
### 2.3.3.3 Résultats des émissions du sous-secteur brûlage de savane et résidus agricole

Les feuilles de calculs des émissions du sous-secteur sont présentées dans les tableaux présentés en annexe et les résultats de calculs sont résumés ci-dessous dans le tableau 29 et les figures 14.

Tableau 29 : Emissions de CO en Gg par Type de brûlage

Années	Emissions de CO (en Gg) par Type de brûlage	
	Savane	Résidus agricoles
2007	9	61
2008	11	57
2009	9	67
2010	54	85
2011	15	89
2012	4	88
2013	4	98
2014	4	87
Moyenne	14	79

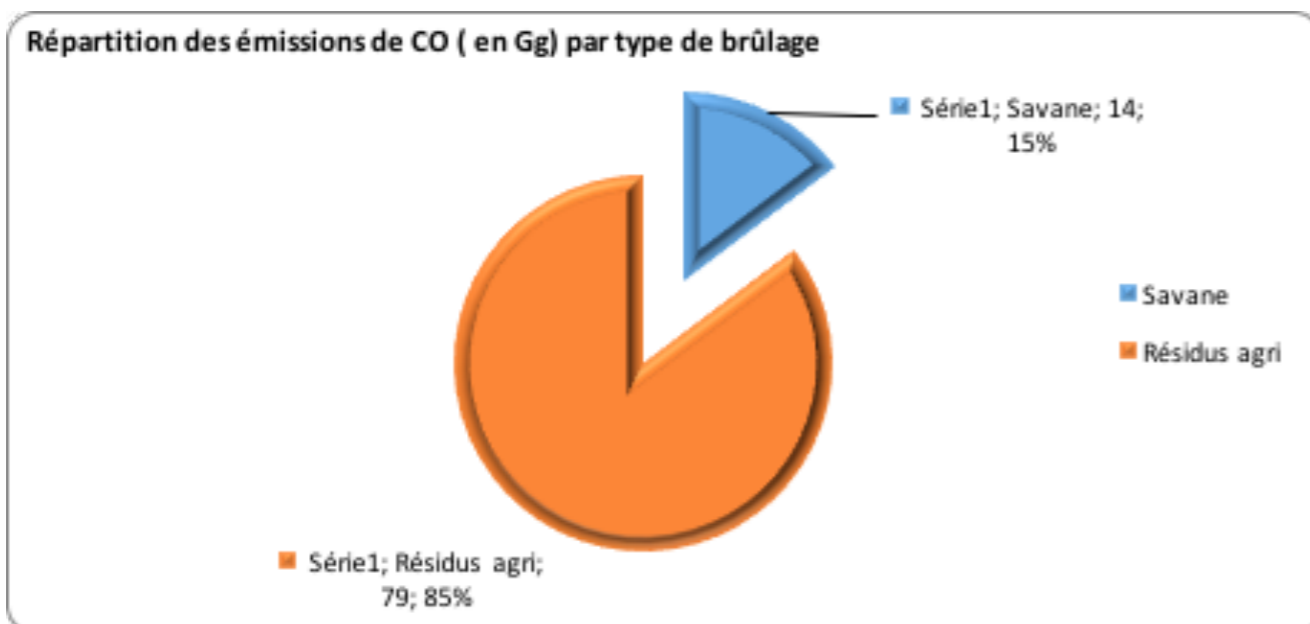
Source : Traitements Etude TCN



Figures 14.a : Evolution de CO émis par type de brûlage

Les émissions de CO bien qu'étant faibles, on note de 2007 à 2014 que le maximum a été atteint pour les feux de brousse en 2010, suivi d'une baisse considérable. Quant aux résidus agricoles, on constate une croissance des émissions de CO avec le maximum en 2013.

**Les résidus agricoles constituent 85% des émissions globales de CO dans le cadre de l'Agriculture au Mali.**



Figures 14.b : Poids de CO émis par type de brûlage

### 2.3.4. Emissions de N<sub>2</sub>O par les sols agricoles et la gestion du fumier

#### 2.3.4.1. Introduction

L'agriculture est pratiquée au Mali, de l'extrême sud à la limite septentrionale de la zone sahélienne. Les terres cultivées représentent 12 % de la superficie totale et 37 % de la superficie propice à l'agriculture (source : Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique: Enquête démographique et de santé, 1995-1996).

La pression agricole sur la terre est élevée dans les régions situées en majeure partie dans la zone sahélienne (Ségou, Mopti et Koulikoro dans une moindre mesure). Les techniques traditionnelles appliquées et trop extensives sont à la base de divers problèmes de dégradation des sols, de réduction de la fertilité. Les pertes en matières organiques sont assez considérables: 542 kg/ha en moyenne. Les pertes en azote sont de l'ordre de 31kg/ha en moyenne (source: Cellule de Planification se de Statistique de la Direction Nationale de l'Agriculture).

Par des apports d'engrais minéraux et de fumure organique, on cherche à compenser la baisse de fertilité des sols dans toutes les zones agricoles du pays.

Le tableau 30 suivant donne les quantités d'engrais et de fumures organiques de 2007 à 2014 ainsi que la teneur en azote (N) dans chaque type d'engrais (source : DNA Mali).

Les fumures organiques proviennent généralement des systèmes de production animale au Mali que sont :

- le pastoralisme "pur" de la zone aride du Nord. Très mobile, il n'a pratiquement pas de lien avec l'agriculture. On y élève principalement des chameaux.
- le pastoralisme allant de pair avec une agriculture pluviale au Centre-Nord et les régions semi-arides du Nord-Ouest. Les bovins, chèvres et moutons sont les principales espèces élevées. Il se caractérise par l'échange de fumier contre la pâture des résidus de récoltes.
- le pastoralisme lié au pâturage sur terres inondées et qui s'effectue parallèlement aux cultures de décrue. Il se pratique dans le Delta Intérieur du Niger et les principaux animaux élevés sont les bovins.

Tableau 30 : Quantités d'engrais utilisées au Mali de 2007 à 2014

Type		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Urée (tonnes)	Quantité en tonnes	62 473	57 172	39 918	32 806	53 474	41 095	57 388	60 257
	Teneur en azote (46%)	28 738	26 299	18 362	15 091	24 598	18 904	26 398	27 718
Phosphate d'ammonium (tonnes)	Quantité en tonnes	16 753	493	13 844	13 327	18 502	6 990	13 982	14 681
	Teneur en azote (18%)	3 016	89	2 492	2 399	3 330	1 258	2 517	2 643
Complexe (tonnes)	Quantité en tonnes	1 660	860	9 565	1 878	11 885	3 017	5 773	6 062
	Teneur en azote (15%)	249	129	1 435	282	1 783	453	866	909
Fumure (tonnes)	Quantité en tonnes	1 532 898	1 933 072	1 638 458	1 671 398	1 704 338	1 737 278	1 770 218	1 803 158
	Teneur en azote (1.03%)*	3	1	15	3	18	5	9	9

Sources:

Teneur en azote (%) voir rapport SCN Teneur en azote obtenue dans le rapport « Aménagement des Exploitation Agricoles et Utilisation des Fumures Organiques » 2008 Rapports Annuels DNA de 2007 à 2014 Recueils Statistiques, Annuaire et EAC de la CPS/SDR de 2007 à 2014

### 2.3.4.2 Sols agricoles

Les sols et les sédiments peuvent se comporter comme source d'émission d'Oxyde Nitreux (N<sub>2</sub>O) qui est un important gaz à effet de serre. Deux processus d'origine bactérienne sont principalement responsables de cette **émission**: la nitrification et la dénitrification. Les pratiques agricoles qui contribuent à accroître le taux d'émission de N<sub>2</sub>O sont :

- l'utilisation des engrais minéraux et de la fumure organique comme fertilisants des sols,
- la fixation biologique de l'azote par les plantes légumineuses,
- la biodégradation des résidus agricoles abandonnés dans les champs,
- la minéralisation des matières organiques des sols de culture.

Les quantités de N<sub>2</sub>O sont calculées à partir de la méthodologie GIEC.

### 2.3.4.3. Quantités d'azote transformé en N<sub>2</sub>O

Ces quantités sont calculées selon la version 1996 révisée du guide du GIEC à partir de la quantité totale d'azote contenue dans la quantité de fertilisants<sup>1</sup> pour l'année en cours.

Les **Fertilisants synthétiques (FSN)** se calculent par la formule (5) :

$$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - Fract_{GASF}) \quad (5)$$

Avec :

N<sub>FERT</sub> : Quantité totale d'azote des fertilisants utilisés dans le pays ; et,

Fract<sub>GASF</sub> : fraction de N<sub>FERT</sub> se volatilisant en NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub> : 0,1 kg N/ kg de N<sub>FERT</sub>

Les **déjections** du bétail utilisées comme fertilisants (FAW) se calculent comme suit :

$$F_{AW} = Nex * [1 - (Frac_{FUEL} + Frac_{GAZ} + Frac_{GASM})] \quad (6)$$

Avec :

Nex = N<sub>T</sub> \* Nex<sub>T</sub> : quantité totale d'azote des déjections d'animaux dans le pays: kg N/an

N<sub>T</sub> = Nombre d'animaux de type T, Nex<sub>T</sub> = Nex pour l'animal de type T

Frac<sub>FUEL</sub> = fraction de Nex brûlé: 0,0 kg N /kg N<sup>2</sup>.

Frac<sub>GAZ</sub> = fraction de Nex déposée au pâturage : 0,75 kg N / kg N

Frac<sub>GASM</sub> = fraction de Nex qui se volatilise en NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub> : 0,2 kg N/kg N.

<sup>1</sup> Les déchets utilisés comme source d'énergie sont prélevés soit au pâturage soit au parc : FRAC<sub>FUEL</sub> est une partie de FRAC<sub>GAZ</sub>

Le tableau 31 donne les fertilisants Synthétiques d'azote (FSN).

Tableau 31 : Fertilisants synthétiques d'azote

Année	NFERT = Nex kg N/an A	Fract Gasf	1- Fract Gasf B	Nfert x (1-frat) Fsn = A x B (kg N/an)
2007	32 003 000	0,1	0,9	28 802 700
2008	26 517 000	0,1	0,9	23 865 300
2009	22 289 000	0,1	0,9	20 060 100
2010	17 772 000	0,1	0,9	15 994 800
2011	29 711 000	0,1	0,9	26 739 900
2012	20 615 000	0,1	0,9	18 553 500
2013	29 781 000	0,1	0,9	26 802 900
2014	31 270 000	0,1	0,9	28 143 000

Source: Traitements Etude TCN

La fixation d'azote FBN pour les plantes légumineuses est donnée par la formule (7) :

$$FBN = 2 * CROP BF * frac \quad (7)$$

Les résultats d'évaluation sont indiqués dans le tableau 32.

Tableau 32 : Evaluation des fixations d'azote

Année	Total CROP Bf (kg) A	Frac <sub>NCRBF</sub> B	FBN = 2 x A x B (kg N/an)
2007	336 585 000	0,03	20 195 100
2008	382 478 000	0,03	22 948 680
2009	466 289 000	0,03	27 977 340
2010	433 935 000	0,03	26 036 100
2011	443 407 000	0,03	26 604 420
2012	584 563 000	0,03	35 073 780
2013	635 756 000	0,03	38 145 360
2014	686 949 000	0,03	41 216 940

Source : Traitements Etude TCN

La Fixation d'azote atmosphérique par les racines des plantes légumineuses (FBN) se calcule comme suit :

$$F_{BN} = 2 * Crop_{BF} * Frac_{NCRBF} \quad (8)$$

avec :

Frac<sub>NCRBF</sub> = fraction d'azote fixée sur la production: 0,03 kg N / kg de biomasse sèche

Pour les Résidus agricoles (Fcr), la biodégradation des résidus de récoltes libère des nitrates dans le sol selon la formule (9).

$$F_{CR} = 2 * (Crop_0 * Frac_{NCR0} + Crop_{BF} * Frac_{NCRBF}) * (1 - Frac_R) * (1 - Frac_{BURN}) \quad (9)$$

avec :

Crop<sub>0</sub> = production des céréales ne fixant pas l'azote

Frac<sub>NCR0</sub> = fraction d'azote dans Crop<sub>0</sub> : 0,015 kg N / kg de biomasse sèche

Frac<sub>R</sub> = fraction de résidus enlevés des champs: 0,45 kg N/kg de biomasse sèche

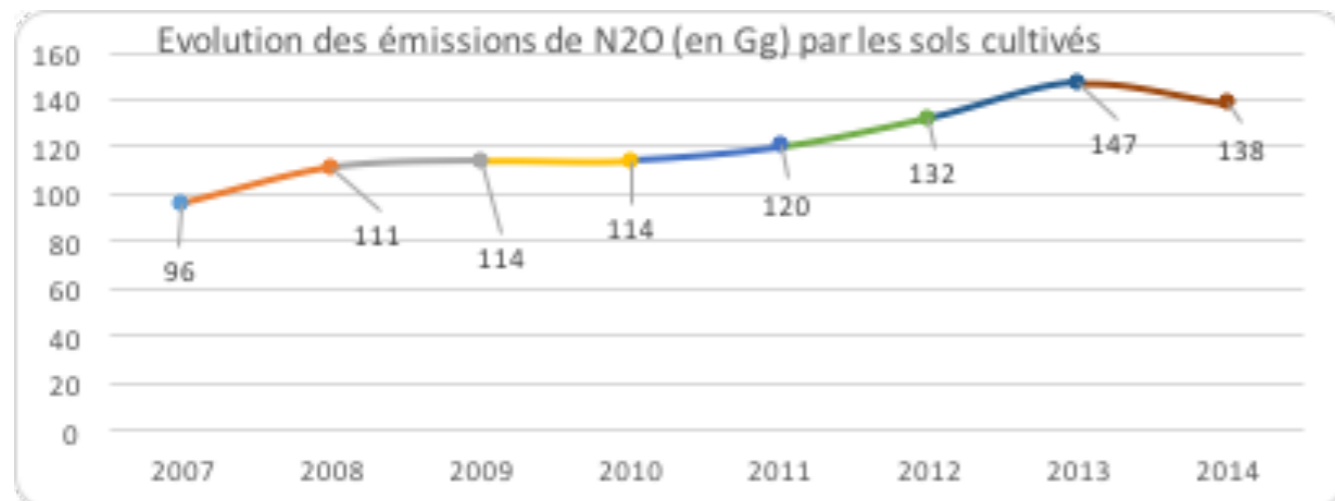
Frac<sub>BURN</sub> = fraction de résidus brûlés au champ: 0,25 kg N/kg de biomasse sèche.

Le tableau 33 et la figure 15 suivants donnent les émissions de N<sub>2</sub>O dues aux sols agricoles de 2007 à 2014 au Mali.

**Tableau 33** : Emission de N<sub>2</sub>O dues aux sols agricoles

Années	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Emissions totales de N <sub>2</sub> O (Gg)	95	110	113	112	119	131	145	136

Source : Traitements Etude TCN



**Figure 15** : Evolution des émissions de N<sub>2</sub>O par les sols cultivés

A cause de son pouvoir de réchauffement global élevé, les émissions de N<sub>2</sub>O semblent importantes soit plus de 42 000 TE-CO<sub>2</sub>.

#### 2.3.4.4 Gestion du fumier (AWMS)

Le système de gestion du fumier au Mali est essentiellement lié au caractère de l'élevage extensif. Dans ce type d'élevage, durant le jour, les animaux sont paies dans la nature pendant l'hivernage où libérés à eux-mêmes durant la saison sèche.

Durant l'hivernage, le bétail est parqué pendant la nuit. Les conditions de dépôt des déchets (dépôt à ciel ouvert, faible quantité de déchets) ne permettent pas des dégagements significatifs de N<sub>2</sub>O, surtout que ces déchets bénéficient de fort ensoleillement le lendemain (plein soleil).

Enfin, il faut signaler qu'actuellement, il y a un besoin accru du fumier dans l'agriculture. Dans ces conditions, les propriétaires au Mali procèdent à des rotations fréquentes des enclos à travers le champ; ce qui ne permet pas des dépôts importants de déjection occasionnant des émissions significatives (**N<sub>ex</sub> AWMS = 0**).

**Il y a une nécessité de mener des études sur les impacts des bouches de vache au Mali.**

#### 2.3.4.5 Emissions indirectes de N<sub>2</sub>O par les sols agricoles

NH<sub>3</sub> et NO<sub>x</sub> volatilisés à partir des fertilisants et de la gestion du fumier sont convertis en nitrates dans l'atmosphère. Le nitrate formé se dépose au sol et à la surface des eaux et produit par processus biogénique du N<sub>2</sub>O. Ce processus nécessitant des conditions d'anaérobiose, il n'est valable au Mali que dans la zone de l'Office du Niger. On applique alors la formule :

$$N_{2O_{AWMS}} = \sum ( N_{(T)} * Nex_{(T)} * AWMS_{(T)} * EF_{3(AWMS)} ) \quad (10)$$

avec :

AWMS<sub>(T)</sub> = fraction de Nex<sub>(T)</sub> géré par différents systèmes de gestion du fumier

EF<sub>3(AWMS)</sub> = facteur d'émission de N<sub>2</sub>O pour un AWMS

### 2.3.5. Synthèse des émissions de GES dans le secteur de l'Agriculture

#### 2.3.5.1 Bilan global des émissions de GES

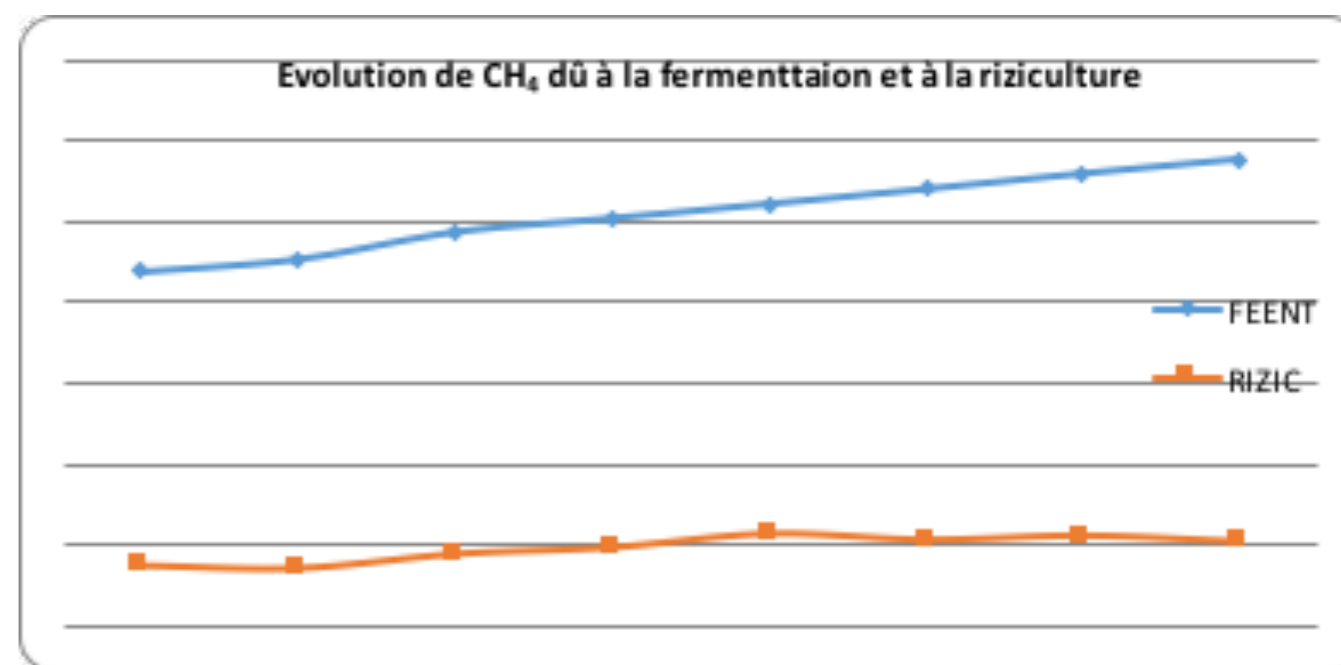
Le tableau 34 et les figures 16 ci-dessous présentent la synthèse des émissions de CH<sub>4</sub> du secteur de l'Agriculture au Mali de 2007 à 2014.

Dans secteur de l'Agriculture, le CH<sub>4</sub> provient principalement de : (i) **la Fermentation entérique (FEENT) qui constitue 81% des émissions de CH<sub>4</sub>**, (ii) la Gestion du fumier (GESFU), (iii) de la Riziculture (RIZIC), (iv) du Brûlage des résidus agricoles (BRAGR).

**Tableau 34** : Emission du CH<sub>4</sub> dans le secteur de l'Agriculture

Années	FEENT	GESFU	RIZIC	BRAGR	TOTAL
2007	439	18	74	3	534
2008	454	19	71	3	547
2009	487	20	88	3	599
2010	504	21	96	4	627
2011	521	21	112	4	660
2012	539	22	105	4	671
2013	558	23	110	5	695
2014	576	23	103	4	705
<b>Moyenne</b>	<b>510</b>	<b>21</b>	<b>95</b>	<b>4</b>	<b>630</b>

Sources : Etude TCN - traitement des données



**Figure 16.a** : Evolution de CH<sub>4</sub> dû à la fermentation et à la riziculture

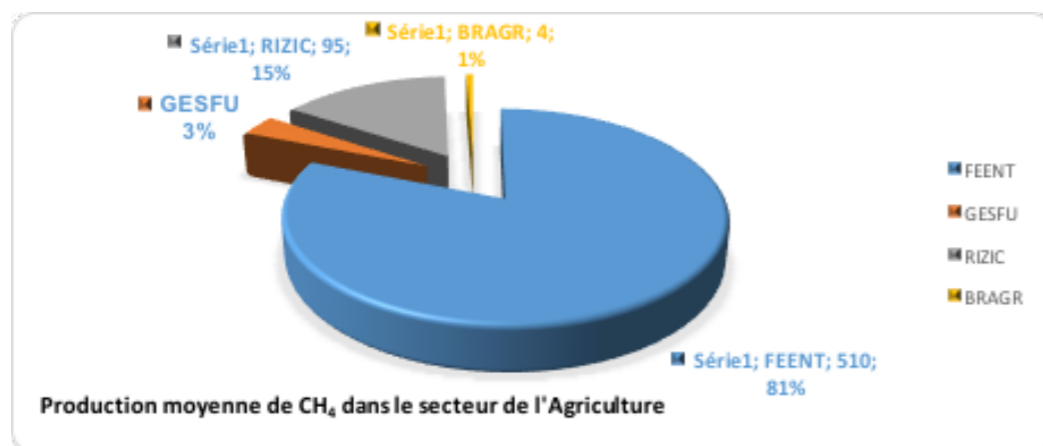


Figure 16.b : Poids d'émission de CH<sub>4</sub> dû à la fermentation et à la riziculture

Pour l'ensemble des émissions de GES dans le secteur de l'Agriculture de 2007 à 2014, les données sont présentées dans le tableau 35 et la figure 8.

Tableau 35 : Emissions de GES de 2007- 2014 dans le secteur de l'Agriculture au Mali

Année	Bilan annuel d'émission de GES (en Gg) du secteur de l'Agriculture				Total de GES (Gg)
	CH <sub>4</sub> méthane	N <sub>2</sub> O Oxyde nitreux	NO <sub>x</sub> oxyde d'azote	CO monoxyde de carbone	
2007	534	96	3	70	703
2008	547	111	3	68	729
2009	599	114	3	76	792
2010	627	114	5	140	886
2011	660	120	4	104	888
2012	671	132	4	91	898
2013	695	147	5	102	949
2014	705	138	4	91	938
<b>Moyenne</b>	<b>630</b>	<b>122</b>	<b>4</b>	<b>93</b>	<b>849</b>

Source : Traitements Etude TCN

Le CH<sub>4</sub> constitue plus de 74% (Figure 17) des émissions de GES pour l'Agriculture au Mali. Le taux annuel d'augmentation de CH<sub>4</sub> est de 4.08%.

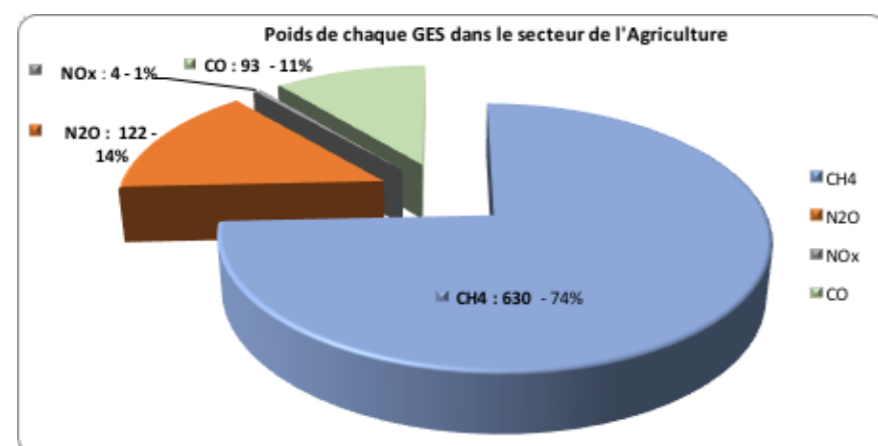


Figure 17 : Poids de chaque GES dans le secteur de l'Agriculture

Avec la projection des émissions de GES de 2007 à 2031 dans le scénario actuel (scénario de base), le CH<sub>4</sub> pourrait atteindre environ 877 Gg en 2020, 1007 Gg en 2025 et 1 200 Gg en 2030 (figure 18).

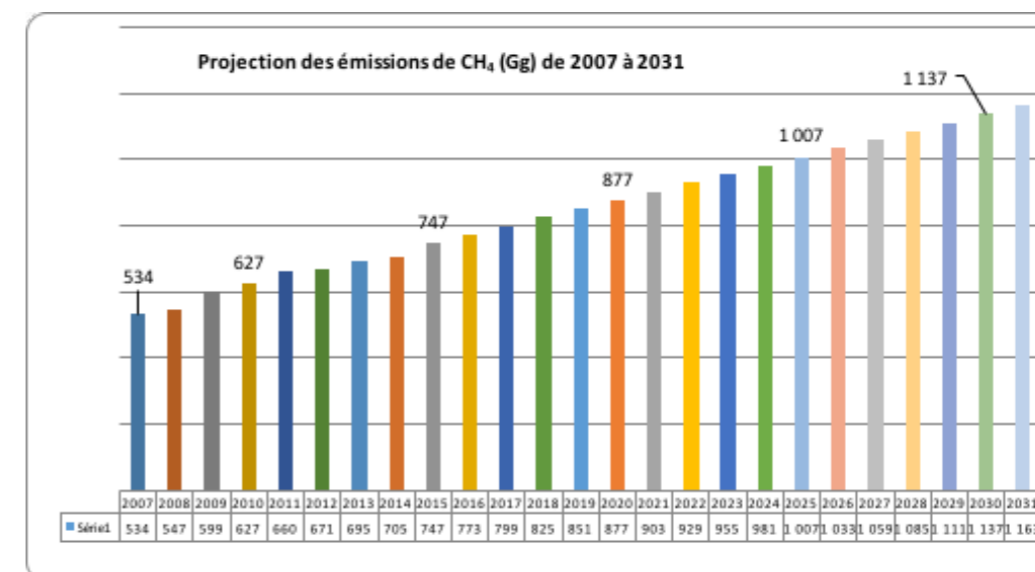


Figure 18 : Projection des émissions de CH<sub>4</sub> (en Gg) de 2007 à 2031 dans l'Agriculture

### 2.3.5.2. Synthèse des émissions de GES du secteur de l'Agriculture pour l'année de base

La synthèse des résultats annuels des émissions de GES du secteur de l'Agriculture pour l'année de base 2010, suite à nos traitements de données, est indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 36 : Synthèse des émissions de gaz à effet de serre au Mali en 2010 dans le secteur de l'agriculture

	Dioxyde de carbone (Gg)	Méthane (Gg)	Oxyde Azoteux (Gg)	Monoxyde de carbone (Gg)	Oxydes d'azote (Gg)	Composés organique (Gg)	oxyde sulfureux (Gg)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NOx	NM VOC	SO <sub>2</sub>
<b>MODULE AGRICULTURE</b>							
Emissions de méthane des animaux et du fumier animal		524,39	1,23				
Sols agricoles et gestion du fumier (utilisation d'engrais chimiques et fumier)		0,00	112,46				
Emissions de méthane générées par la riziculture		96,09					
Incinération de la savane	2,07			54,31	0,93		
Incinération ouverte des résidus agricoles	4,06			85,21	4,00		
<b>Sous-total module 4</b>	<b>0</b>	<b>626,60</b>	<b>113,69</b>	<b>139,52</b>	<b>4,92</b>		
<b>PRG)</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>310</b>				
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>0</b>	<b>13 158,60</b>					
<b>Total des émissions de CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O (TE-CO<sub>2</sub>)</b>		<b>48 402,50</b>					

SOURCE: ETUDE TCN

## 2.4. Inventaire des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie

### 2.4.1. Introduction

Le présent rapport traite les informations relatives à l'émission des Gaz à Effet de Serre (GES) dans le secteur du Changement d'Affectation de Terres et de la Foresterie (CATF). En plus de la présente introduction, il est structuré en quatre chapitres. Le chapitre deux présente les objectifs de l'étude suivi du chapitre trois qui détermine l'approche méthodologique adoptée. Le chapitre quatre présente les résultats obtenus et le chapitre cinq les principales conclusions et recommandations de l'étude.

### 2.4.2. Objectifs de l'étude

#### Objectif global

L'objectif global de l'étude est de déterminer le pouvoir d'émission ou de séquestration de carbone du patrimoine forestier à travers la biomasse ligneuse sur pieds ou exploitée.

#### Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de l'étude sont :

Déterminer l'évolution de la superficie du patrimoine forestier et la production annuelle de biomasse ligneuse et son équivalent en carbone séquestré ;

Déterminer la quantité de biomasse exploitée et son équivalent en carbone libéré dans l'atmosphère ;

Déterminer l'évolution des émissions de  $\text{CO}_2$  provenant des superficies forestières annuellement converties et celle des prairies ;

Déterminer l'évolution de la superficie des terres abandonnées ;

Déterminer les émissions ou la séquestration du dioxyde de carbone par le sol suite au changement d'affectation des terres et à leur gestion.

### 2.4.3. Approche méthodologique

La méthode d'approche utilisée pour l'inventaire des gaz à effet de serre dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie comporte deux phases :

- La constitution et formation des groupes d'experts ;
- La collecte des données et le calcul des émissions de gaz à effet de serre.

#### 2.4.3.1. Constitution des groupes d'experts et renforcement de capacité dans l'inventaire et le calcul des émissions des GES

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de la (TCN) a nécessité la mise en place de groupes d'experts dans tous les secteurs concernés. Pour se faire le Coordinateur National du projet TCN a contacté toutes les structures techniques relevant des différents secteurs concernés pour choisir les personnes ressources compétentes afin de constituer le groupe d'experts maliens.

Après identification des experts, il a été convié par le coordonnateur du Projet (TCN – Mali), une réunion de concertation des groupes d'experts le 10 février 2015, dans la salle de réunion de l'Agence de l'Environnementale pour le Développement Durable (AEDD). La rencontre a regroupé au total 26 experts répartis entre 5 Modules pour l'Inventaire des Gaz à Effet de Serre (IGES).

Du 30 mars au 4 avril 2015, un atelier de formation a été organisé à l'intention des groupes d'experts à Sélingué afin de renforcer leur capacité dans l'IGES. Des manuels du GIEC pour les inventaires nationaux de GES ainsi que le logiciel de saisie pour chaque module ont été fournis à chaque participant.

#### 2.4.3.2. Collecte des données et calcul des émissions de gaz à effet de serre

Faut-il le rappeler que la collecte des données et le calcul des émissions des gaz à effet de serre pour la troisième communication nationale couvrent la période allant de 2007 à 2014.

Dans le cadre du secteur CATF, il a été adopté pour chaque objectif spécifique une approche méthodologique. Ces approches font l'objet des chapitres ci-dessous spécifiés. Le module 5 du logiciel GIEC est celui qui a été utilisé pour le calcul émissions dans ce secteur.

Il est important de rappeler que la formule utilisée pour le calcul des émissions est la suivante :

« **Emission = Données activité x facteur d'émission** »

##### 2.4.3.2.1. Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse

L'Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse est un sous module qui concerne les émissions ou l'absorption de carbone (et de dioxyde de carbone) imputables à l'évolution du patrimoine forestier en terme de superficie et aux autres stocks de biomasse ligneuses ayant subi l'influence de l'activité de l'homme (GIEC, 1996).

En Afrique subsaharienne, le bois demeure la principale source d'énergie pour la satisfaction des besoins énergétiques des populations d'une part mais aussi d'autres besoins à base du bois (bois d'œuvre et bois de service). Pour Ce faire, le patrimoine forestier est constamment soumis à divers types d'exploitations qui sont des agressions souvent préjudiciables à sa pérennité si les quotas d'exploitation dépassent la capacité à se régénérer (Sow. M., 1990; Didier B., 1997. Parmi ces agressions, il faut citer:

- Le volume de bois (biomasse) annuellement exploité pour satisfaire les besoins en bois d'œuvre et de service ;
- La quantité de biomasse annuellement exploitée pour la satisfaction des besoins énergétiques (bois de feu et charbon de bois).

Dans ces dernières années, les agressions sur les ressources ligneuses commencent à être inquiétantes.

Les données à collecter pour renseigner les feuilles de calcul du Modul5 par rapport à cette composante ou sous-module sont :

- La superficie annuelle des plantations forestières réalisées exprimée en kilo hectare (Kha) c'est-à-dire en milliers d'hectare ;
- La superficie annuelle du patrimoine forestier exprimée en kilo hectare (Kha) c'est-à-dire en milliers d'hectare;
- Le volume annuel de bois d'œuvre commercialisé exprimé en milliers de  $\text{m}^3$  (1000  $\text{m}^3$ ) ;
- Le volume annuel de bois de service commercialisé exprimé en milliers de  $\text{m}^3$  (1000  $\text{m}^3$ ) ;
- La quantité annuelle de bois énergie ou bois de feu commercialisée exprimée en kilo tonne de matière sèche (Kt MS), (1 kt = 1000 tonnes de MS) ;
- La quantité annuelle de bois énergie ou bois de feu consommé localement (consommation rurale) exprimée en kilo tonne de matière sèche (Kt MS).

Les données a, c, d et e, ont été fournies par la Direction Nationale des Eaux et Forêts (Rapport annuels, 2013 et 2014). Ces rapports ont été fournis par les agents de la DNEF membres du groupe d'experts du module5 (CATF).

Dans les rapports annuels de la DNEF, les superficies plantées sont de deux types. Une partie des superficies plantées est exprimée en hectare tandis que l'autre partie est exprimée en mètre linéaire. Cette dernière a été convertie en nombre de plant en divisant la longueur totale des plantations exprimée en mètre par 4 (4 mètre est l'écartement moyen adopté pour les plantations forestière au Mali). L'écartement 4 m x 4 m ; soit 16  $\text{m}^2$ , donne 625 plants par hectare. Le nombre



total de plants obtenu sur les plantations en lignes est divisé par 625 pour avoir la superficie des plantations linéaires en hectare. Cette valeur est additionnée à la superficie plantée en hectare pour obtenir la plantation annuelle toute en hectare.

Quant à la superficie du patrimoine forestier, elle a été déterminée sur la base d'une cartographie d'occupation des terres réalisée en 2014 par un Consortium composé de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), l'Agence pour l'Environnement et le Développement Durable (AEDD), la Banque Mondiale (BM) et la Direction Générale de la Protection Civile (DGPC). L'étude a abouti à la réalisation du premier ATLAS des cartes d'occupation du sol au Mali. L'étude a été faite dans le cadre du projet ILWAC sur fond de la Banque Mondiale (BM). Les cartes d'occupation du sol ont été réalisées dans le Laboratoire SIG de l'IER basé à Sotuba, elles couvrent l'ensemble du territoire national. Dans l'ATLAS figure la carte de stock de carbone à l'échelle nationale. La superficie du patrimoine forestier regroupe l'ensemble des formations végétales ligneuses (Savanes boisées, savane arborée, savane arbustive, galeries forestières, les steppes et prairies, les savanes vergers, etc.). A l'issue de cette activité, la superficie du patrimoine forestier cartographiée couvre 68 147 289, 97 ha.

Dans le recueil et les annuaires des statistiques du secteur du développement rural réalisé par l'Institut National de la Statistique (INSAT) en 2012, 2013 et 2015, il y a l'évolution des superficies cultivées de 1984 à 2014.

Ainsi pour avoir l'évolution du patrimoine forestier en terme de superficie, on soustraire pour chaque année la superficie totale cultivée.

Concernant les bois d'œuvre et de service, les données fournies par la DNEF sont exprimées en nombre. De ce fait, une conversion a été faite pour obtenir leur valeur en volume. Pour cela nous avons utilisé la formule de calcul de surface de la section moyenne du bois d'œuvre et de service suivant les normes techniques d'inventaire forestier au Mali (DNEF, 2006). Selon ces normes on note :

- Le bois d'œuvre a une longueur moyenne de 2,5 m et une circonférence moyenne de 0,5m ;
- Le bois de service a une longueur moyenne 3 m et une circonférence moyenne 0,17m ;

Le bois énergie est constitué du bois de chauffe et du charbon de bois. La quantité annuellement commercialisées est fournie dans les rapports annuels de la DNEF. Quant à la quantité localement consommée, elle a été calculée à partir de la consommation de bois d'une personne obtenue au cours des enquêtes réalisées dans le cadre des études sur le bois-énergie au Sahel (Sow. M, 1990) et la filière bois énergie au Mali (Didier B., 1997). Selon ses études, la consommation journalière par personne en milieu rural varie de 0,8 à 2,05 kg, soit une moyenne de 1,36 kg.

Cette valeur a été multipliée par 365 jours pour obtenir la consommation annuelle par personne. La consommation annuelle en bois énergie par personne en milieu rural a été multiplier par l'effectif de la population rurale qui représente 80% de la population totale (DNSI, 1998), (INSAT, 2012).

L'ensemble des données fournies dans ce sous modules servent à renseigner la feuille de calcul 5 notamment 5-1S1 ; 5-1S2 et 5-1S3. Les données sont rapportées dans des tableaux en Annexe1.

#### 2.4.3.2.2. Emissions de CO<sub>2</sub> provenant de la conversion des forêts et prairies

La conversion des forêts et prairies en terres cultivées ou en pâturages permanents est surtout une activité des zones tropicales. L'éclaircissement des forêts tropicales s'effectue habituellement par la coupe de des sous-bois et par l'abattage des arbres, suivi de la combustion de la biomasse sur place ou en tant que bois de feu. Aussi, en zone de savane tropicale, la mise en culture des terres des formations forestières est fondée sur le système de culture itinérant sur brûlis qui consiste à défricher la quasi-totalité du couvert ligneux des strates arborée, arbustive et basse ligneuse qui est ensuite brûlé, suivi de labour en début d'hivernage pour installer les cultures (cf. photo n°2). Par ces processus, une partie de la biomasse ligneuse est brûlée alors qu'une autre partie reste sur le sol où elle se décompose lentement (habituellement sur une période de dix ans dans les zones tropicales). Une petite fraction (5-10 pourcent) des matériaux calcinés est convertie en charbon qui reste à la décomposition pendant une centaine d'année ou d'avantage, tandis que le reste est instantanément libéré dans l'atmosphère sous forme de CO<sub>2</sub> (GIEC, 1996).

Dans le cadre de la TCN, dans ce sous module, nous n'avons tenu compte que des superficies annuellement défrichées pour les mises en cultures et celle des prairies pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> et celles de gaz traces comme, le méthane (CH<sub>4</sub>) le mono-oxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) et le mono-oxyde de carbone (CO).

Les superficies annuellement défrichées ont été fournies par la DNEF, à travers les rapports annuels 2013 et 2014. Elles couvrent la période allant de 2007 à 2014. Quant à la superficie des prairies, elle a été déterminée sur la base d'une cartographie d'occupation des terres réalisée en 2014, dans le cadre du projet ILWAC pour réaliser l'ATLAS des cartes d'occupation du sol au Mali. Les prairies couvrent au total 133 830 ha, soit 133, 830 kilo-hectare. En effet, la superficie des prairies n'a pas évoluée car elle résulte de la première cartographie du genre réalisée au Mali pour constituer un Atlas sur l'occupation des terres. D'ici la quatrième communication il sera réalisé une seconde cartographie pour déterminer leur évolution.

L'ensemble des données fournies dans ce sous module sert à renseigner la feuille de calcul 5 notamment 5-2S1 à 5-2S5 et 5-3S1. Les données sont rapportées dans des tableaux en Annexe2.

#### 2.4.3.2.3. Absorption de CO<sub>2</sub> résultant de l'abandon des terres exploitées

Dans le calcul d'émission des gaz à effet de serre, ce module traite des absorptions nettes de CO<sub>2</sub> dans l'accumulation de la biomasse résultant de l'absorption des terres exploitées. Ici il s'agit des terres abandonnées au cours des 20 années précédant l'année d'inventaire. Autrement dit, il s'agit des jachères de plus de 20 ans.

Dans le contexte malien, il est difficile de distinguer les jachères de 20 ans à plus de formations naturelles notamment les savanes arbustives et arborée. Pour cela les terres abandonnées ont été prises en compte dans le patrimoine forestier.

#### 2.4.3.2.4. Emission ou séquestration de CO<sub>2</sub> par les sols, dus au changement d'affectation des terres

Ce sous module traite l'estimation des émissions nettes de CO<sub>2</sub> (puits et sources) à partir de trois processus. 1) modification du carbone stocké dans le sol et la litière des sols minéraux, en raison des changements de pratiques d'utilisation de la terre, 2) émission de CO<sub>2</sub> provenant des sols organiques convertis en terres agricoles ou plantations, et 3) émissions de CO<sub>2</sub> en provenant des du phosphate des terres agricoles. Dans notre cas précis le troisième processus n'a pas été pris en compte du fait qu'au Mali le phosphate est moins utilisé dans la fertilisation des terres cultivées. Pour cela il n'existe pas de données statistiques de l'INSAT à travers la Cellule de Planification du Ministère de l'agriculture.

Il est important de signaler qu'en zone tropicale sèche, les terres sont utilisées à deux principales fins qui sont l'agriculture et le Sylvo-pastoralisme qui constituent les deux principales activités socio-économiques. Dans le cadre de la TCN du Mali, nous avons déterminé la superficie totale des sols minéraux à travers le Laboratoire de sol de l'Institut d'Economie Rurale (IER) qui en a fait une cartographie complète sur la base des données PIRT, 1983. Les sols minéraux sont ensuite catégorisés en trois grands types suivant leur degré d'importance pour l'agriculture. IL s'agit :

- des sols à haut potentiel de production agricole correspondant aux sols à haute activité du GIEC ;
- des sols à potentiel moyen de production agricole correspondant aux sols à faible activité du GIEC ;
- des sols à potentiel faible de production agricole correspondant aux sols sablonneux du GIEC ;
- Sur la base des résultats de la cartographie de sol réalisée par le PIT, 1983 les sols minéraux couvrent au Mali 14 586 300 ha. Selon les travaux de Ballo, 1999, ils couvrent 15 138 700 ha. Nous avons utilisé les données du PIRT pour calculer les émissions de CO<sub>2</sub> dans ce sous-module.
- La proportion de chacune des trois types est la suivante :
- les sols à haute activité représentent 63,17 % des sols minéraux groupe de sol PL) ;

- les sols à faible activité agricoles représentent 22,15 % (groupe de sol PA et TH);
- les sols sablonneux représentent 14,68 % (groupe de sol PS).

Sur la base de ces données, nous avons déterminé l'évolution des superficies cultivées de 1987 à 2014 et cela afin de prendre en compte les superficies cultivées 20 ans avant 2007 qui est l'année de départ pour les calculs des GES dans le cadre de la TCN.

Ainsi pour chaque année à partir de 2007, la superficie totale des cultures est soustraite de la superficie totale des sols minéraux pour obtenir la superficie des terres minérales affectées au sylvo-pastoralisme. Pour chaque système d'affectation, les ratios ci-dessus ont été appliqués pour déterminer la proportion de chaque type de sol dans les deux systèmes d'affectation (Agriculture et sylvo-pastoralisme).

Dans ce sous module, le calcul des changements de stocks de carbone nécessite une période d'inventaire correspondant à vingt années. De ce fait, une estimation de la répartition des systèmes d'affectation des terres pour les différents types de sol devra être effectué à la fois pour le présent (c'est-à-dire l'année de l'inventaire) et pour une période correspondant aux vingt années antérieures.

Ainsi, dans cette troisième communication nationale, les superficies des systèmes d'affectation de terres qui sont utilisées dans les calculs d'émission de CO<sub>2</sub> à partir de 2007 jusqu'à 2014, sont comparées à celles qui remontent de 1987 jusqu'à 1994. Autrement dit, les superficies utilisées dans ce sous module pour chaque systèmes d'affectation de terres concernent les données de 1987 à 2014.

L'ensemble des données fournies dans ce sous modules servent à renseigner la feuille de calcul 5 notamment 5-5S1 à 5-5S4. Les données sont rapportées dans des tableaux en Annexe3.

#### 2.4.3.2.5. Traitement de données

Pour le traitement et l'analyses des données, il a été utilisé les méthodes graphiques et de tableaux.

Les résultats présentés font l'objet du chapitre suivant.

#### 2.4.4. Résultats

Les résultats présentés concernent :

- Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse ;
- Emissions de CO<sub>2</sub> provenant de la conversion des forêts et prairies ;
- Emission ou séquestration de CO<sub>2</sub> par le sol, due au changement d'affectation des terres ;
- Bilan des émissions des GES dans le secteur de l'UTCATF ;

##### 2.4.4.1. Evolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse

Dans ce chapitre il sera présenté l'évolution des paramètres qui déterminent la séquestration de carbone ou l'émission du CO<sub>2</sub>. Ces paramètres sont:

- la superficie du patrimoine forestier ;
- les superficies des plantations réalisées ;
- La quantité de biomasse ligneuse annuellement prélevée ;
- La production annuelle de la biomasse ligneuse et l'émission nette du dioxyde de carbone

##### 2.4.4.1.1. Evolution de la superficie du patrimoine forestier

L'évolution de la superficie du patrimoine forestier est caractérisée par une tendance globale à la baisse au cours du temps (cf. Figure 19). Les valeurs de la superficie du patrimoine entre 2001 et 2014 sont rapportées dans le tableau 1. En effet, la superficie initiale du patrimoine forestier estimée à 68 147 289,97 hectares a passée de 64 516 008,97 hectares en 2001 à 61 982 300,57 hectares en 2014, soit une régression de -3,93%.

Cette régression de la superficie du patrimoine forestier s'explique par la déforestation au profit de l'agriculture dont les superficies cultivées sont marquées par une progression dans le temps (cf. Figure 20). Les superficies cultivées ont passé de 3 631 281 hectares en 2001 à 6 164 989 hectares en 2014, soit une progression de 69, 77%.

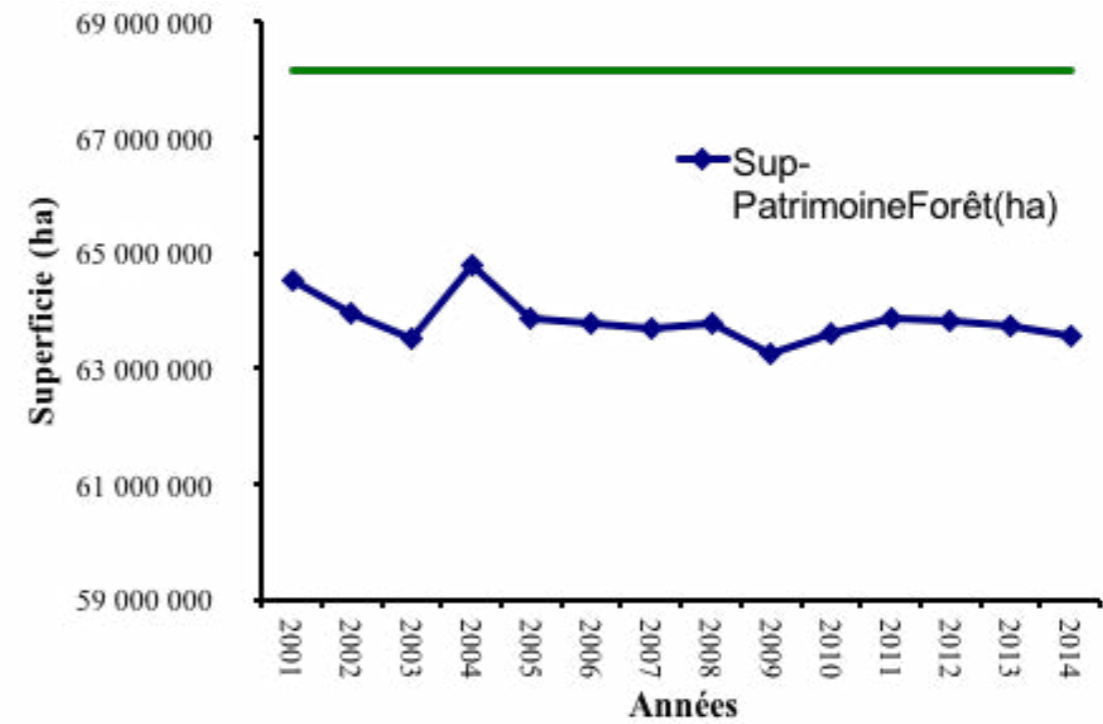


Figure 19 : Evolution de la superficie du patrimoine forestier entre 2001 et 2014 au Mali

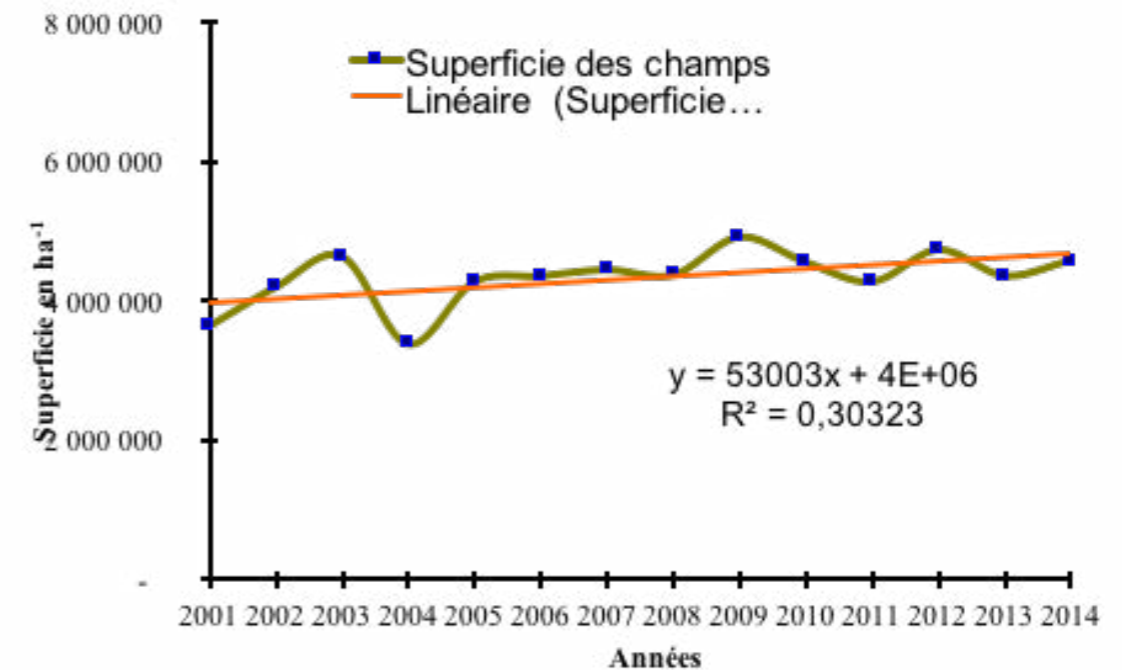


Figure 20 : Evolution de la superficie des cultures entre 2001 et 2014 au Mali

Tableau 37 : Evolution de la superficie du patrimoine forestier et des cultures au Mali entre 2001 et 2014.

Année	Superficie du Patrimoine Forestier (ha)	Superficie des cultures (ha)
2001	64 516 008,97	3 631 281
2002	63 961 537,97	4 185 752
2003	63 523 279,97	4 624 010
2004	64 771 608,97	3 375 681
2005	63 886 757,97	4 260 532
2006	63 802 179,97	4 345 110
2007	63 713 780,97	4 433 509
2008	63 784 007,97	4 363 282
2009	63 245 862,97	4 901 427
2010	63 606 932,97	4 540 357
2011	63 881 195,87	4 266 094
2012	63 427 137,97	4 720 152
2013	63 795 529,97	4 351 760
2014	63 577 997,27	4 569 293
Augmentation	-	938 012
Diminution	- 938 011,70	-
<b>Taux (%)</b>	<b>-1,45</b>	<b>21,15</b>

#### 2.4.4.1.2. Evolution de la superficie des plantations forestières

Le boisement est une activité importante au Mali réalisée par le ministère de l'environnement à travers la Direction Nationale des Eaux et Forêts. La figure 21 montre l'évolution des superficies reboisées au Mali entre 2007 et 2014. Elle est marquée par une forte progression des superficies reboisées. Entre 2007 et 2014, les superficies plantées ont passé de 9 079,37 hectares à 80 387,41 hectares, soit environ 9 fois. Les données relatives aux superficies des plantations forestières sont rapportées dans le tableau 5 en Annexe1

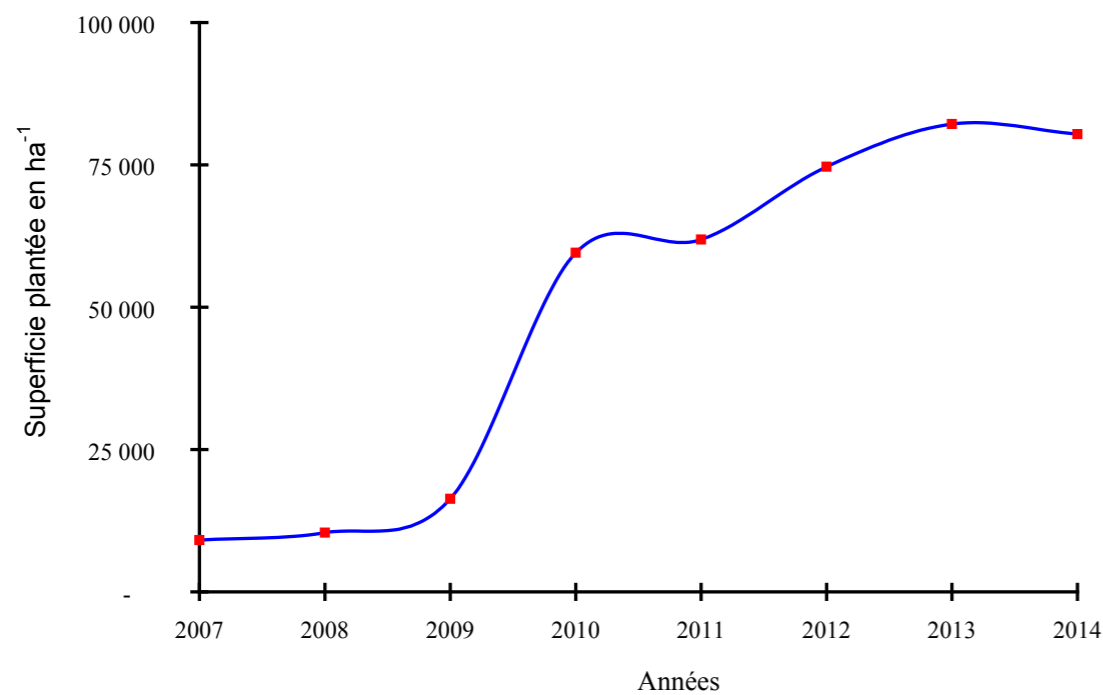


Figure 21 : Evolution de la superficie des plantations réalisées au Mali entre 2007 et 2014.

#### 2.4.4.1.3. Evolution de la quantité de biomasse ligneuse annuellement exploitée

Les exploitations ligneuses sont de deux types :

- Les bois d'œuvres et de service ;
- Le bois énergie (bois de chauffe et charbon de bois).

##### 2.4.4.1.3.1. Evolution de la quantité de bois d'œuvre et de service exploités

L'exploitation de bois pour la satisfaction des besoins des populations en bois d'œuvre et en bois de service est une activité source d'émission de gaz à effet de serre notamment le dioxyde de carbone. A cet effet, la figure 22 montre l'évolution des quantités de bois d'œuvre et de service exprimées en millier de m<sup>3</sup> exploité dans le patrimoine forestier entre 2007 et 2014.

Les statistiques montrent que les bois de services font plus l'objet d'exploitation que les bois d'œuvres et cela pendant toute la période 2007-2014. Quelque soit le type de bois, la quantité exploitée augmente dans le temps excepté 2011 et 2012 où on observe une régression. Cette situation pourrait s'expliquer par le manque des données statistiques fiables pour ces périodes qui ont coïncidé avec l'instabilité politique au Mali à cause des rebellions et du coup d'Etat survenus à l'époque. Pendant cette période l'administration aussi bien que les services techniques n'ont pas fonctionné correctement.

Ici, il est important de rappeler qu'au jour d'aujourd'hui les formations forestières sont soumises à une forte pression de l'homme pour satisfaire ses besoins divers en bois. Si les données statistiques montrent un niveau faible d'exploitation des bois d'œuvre, force est de constater que les grands arbres dans nos forêts sont beaucoup menacés à des exploitants très nombreux et bien équipés en tronçonneuses.

Si nous ne prenons pas garde, l'équilibre écologique risque d'être menacé à tel point qu'on aura pas les moyens financiers nécessaires pour reconstituer le couvert perdu. Ce risque va compromettre tous nos efforts entrepris dans les domaines de lutte contre la désertification, la conservation de la biodiversité et l'atténuation des effets pervers des changements climatiques.

Les données relatives au bois d'œuvre et de services exploités pour la commercialisation et qui sont de paramètres déterminants dans le calcul de l'émission des GES dans le cadre du programme GIEC sont rapportées dans le tableau 2.

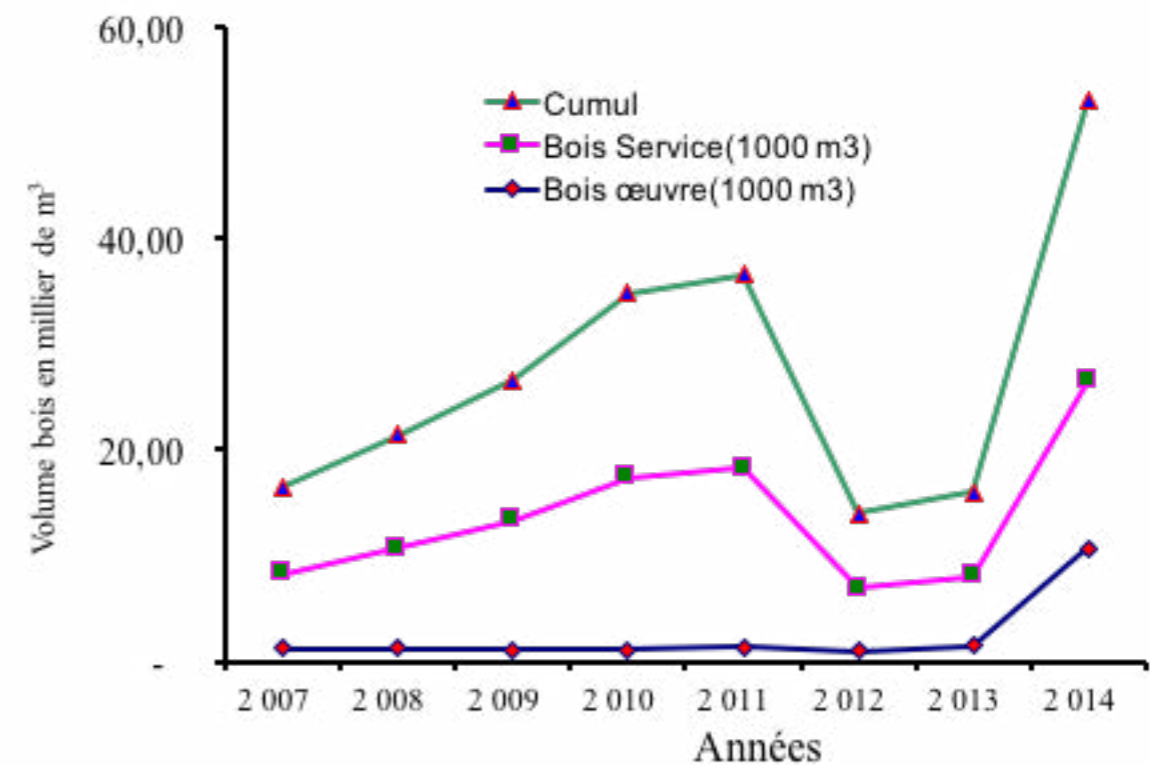


Figure 22 : Evolution de l'exploitation de bois d'œuvre et de service entre 2007 et 2014 au Mali

**Tableau 38 : Evolution de l'exploitation de bois commercialisé au Mali**

	Bois d'œuvre commercialisé (1000 m³)	Bois de service commercialisé (1000 m³)	Cumul bois commercialisé (1000 m³)	Ratio de conversion/expansion de la biomasse (t dm/ m³)	Observation
2007	1,22	7,05	8,27	0,95	Le ratio de conversion/expansion de la biomasse est une valeur par défaut
2008	1,27	9,48	10,75	0,95	
2009	1,13	12,17	13,30	0,95	
2010	1,10	16,29	17,40	0,95	
2011	1,41	16,90	18,31	0,95	
2012	0,99	5,98	6,97	0,95	
2013	1,54	6,49	8,02	0,95	
2014	10,64	15,90	26,54	0,95	

Source : DNEF (rapport annuel, 2013 et 2014)

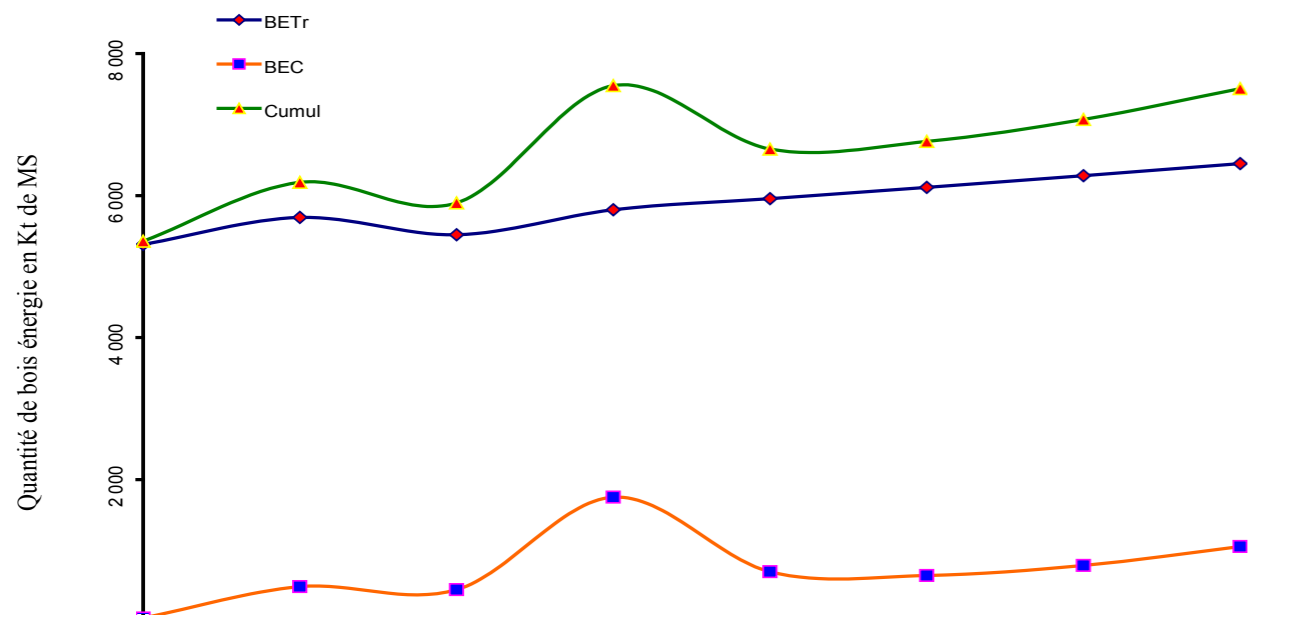
N.B. Les données du tableau sont renseignées dans la feuille 5-2S (colonne F) du module5

#### 2.4.4.1.3.2. Evolution de la quantité de bois énergie exploités

Dans le calcul des GES, pour le programme GIEC (IPCC), le bois énergie est comptabilisé dans les sources d'émission. A cet effet, les données collectées sont rapportées dans le tableau 39.

L'exploitation du bois énergie détermine le besoin énergétiques des populations en milieu rural et urbain. L'évolution des statistiques relatives au bois énergie entre 2007 et 2014 est illustrée par la figure 23. En effet, elle est caractérisée par une forte demande des populations ce qui explique son augmentation dans le temps et cela quel que soit le type de milieu (urbain et rural).

Cependant la consommation en milieu rural demeure plus importante qu'en milieu urbain. Cette situation pourrait trouver son explication à deux niveaux. Le premier niveau s'explique par le nombre de la population majoritairement rural et qui représente 80% de la population totale. Le second niveau s'explique par le fait que le gaz butane qui est une source d'énergie de substitution au bois énergie est quasiment utilisé en milieu urbain ce qui contribue à réduire la demande dans ce dernier.



**Figure 23 : Evolution de quantité de bois énergie exploitée entre 2007 et 2014 au Mali**

**Légende :**

BETr = bois énergie consommé au l'échelle locale, en milieu rural. Ce bois n'est pas commercialisé.  
 BEC = bois énergie consommé en milieu urbain. Ce bois est commercialisé car il fait l'objet de délivrance de permis de coupe par la DNEF ;

**Tableau 39 : Evolution de l'exploitation de bois énergie au Mali.**

	Consommation locale de bois de feu (kt dm)	Consommation bois énergie commercialisée (kt dms)	Consommation totale De bois de feu (kt dms)
2007	5 311	46,92	5 358
2008	5 693	492,07	6 185
2009	5 447	447,63	5 895
2010	5 799	1 750,74	7 549
2011	5 955	700,13	6 655
2012	6 116	646,71	6 763
2013	6 281	789,57	7 071
2014	6 451	1 056,37	7 507

Source : DNEF (rapport annuel, 2013 et 2014)

N.B. Les données du tableau sont renseignées dans la feuille 5-2S (colonne I) du module5.

#### 2.4.4.1.4. Evolution de la production annuelle de biomasse ligneuse et l'émission nette du CO<sub>2</sub>

Le patrimoine forestier constitue le principale puit de carbone à travers la masse importante de carbone annuellement séquestrée par les arbres suite à la photosynthèse. Parallèlement, il constitue une source d'émission de carbone à travers les exploitations réalisées pour satisfaire les besoins énergétiques et ceux en bois d'œuvre et en bois de construction des populations. La différence entre le prélèvement (émission ou libération de carbone) et la production de biomasse (séquestration) détermine l'émission nette du patrimoine forestier. Quand la valeur nette de l'émission exprimée en Gg de CO<sub>2</sub> est positive, alors le patrimoine forestier est considéré comme source d'émission de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. En revanche, quand la valeur est négative, le patrimoine forestier est alors un puit ou un réservoir de carbone.

Dans le cas cette étude, nous avons déterminé la quantité totale de biomasse exploitée exprimé en Gg de carbone. Nous avons aussi déterminé la biomasse annuellement produite exprimée en Gg de carbone. La seconde biomasse soustraite de la première nous a permis de déterminer l'émission nette. Ces données sont rapportées dans le tableau 4. Les différents facteurs d'émission par défaut utilisés ainsi que la fraction de carbone sont rapportés dans le tableau 5 en Annexe 1.

Quant au bilan nette de l'émission, l'évolution sur la période allant de 2007 à 2014 est illustrée par la figure 24. Au Mali, l'évolution du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse sont caractérisés par une prélèvement de biomasse nette inférieur à celle produite. Par ailleurs, nous observons une évolution positive de l'exploitation dans le temps :

- La quantité de biomasse prélevée exprimée en Gg de CO<sub>2</sub> a passé de **9 796,69 Gg en 2007** à **13 709,36 Gg en 2014**, soit un taux de progression de **39,94%** ;
- En revanche, la production annuelle de la biomasse ligneuse exprimée en Gg de CO<sub>2</sub> est en régression, elle a passé de **794 411,65 Gg en 2007** à **773 714,87 Gg en 2014**, soit une régression de **-2,61 Gg**.
- L'émission nette de CO<sub>2</sub> appelée aussi l'émission évitée ou la séquestration a passé de **-784 615 Gg en 2007** à **-760 006 Gg en 2014**, soit un taux de régression de **-3,14%** .

La progression de l'exploitation annuelle de la biomasse ligneuse et la régression de la production annuelle de la même biomasse pourrait s'expliquer par la demande croissante des besoins en bois des populations et le recul de la superficie du patrimoine forestier suite aux défrichements pour l'agriculture.

Tableau 40 : Evolution du stock de biomasse ligneuse et de la séquestration de carbone dans le patrimoine forestier au Mali

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		(= A-B)		(=C*D)	(=E*(44/12))	(données tableau 1)	(=H*(44/12))	(=G-E)	(=I*(44/12))	(=F-H)
BMS Total exploitée (kt dm)	Eclaircie (ktdms)	Biomasse nette exploitée (ktdm)	Fraction carbone	Carbone libéré à travers l'exploitation (Kt/ C)	Eqv-CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Séquestration du patrimoine forestier (kt C)	Eqv-CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Nette Séquestration (kt C)	Equivalent CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )	Nette émission CO <sub>2</sub> (Gg CO <sub>2</sub> )
2007	22,13	5 343,65	0,50	2 671,82	9 796,69	216 657,72	794 411,65	213 985,90	784 615,0	- 784 615,0
2008	63,75	6 131,53	0,50	3 065,77	11 241,14	216 900,96	795 303,52	213 835,19	784 062,4	-784 062,4
2009	36,00	5 871,27	0,50	2 935,63	10 763,99	215 091,48	788 668,76	212 155,85	777 905	- 777 905
2010	37,50	7 528,76	0,50	3 764,38	13 802,73	216 466,13	793 709,16	212 701,75	779 906	- 779 906
2011	57,38	6 615,14	0,50	3 307,57	12 127,76	217 406,44	797 156,94	214 098,87	785 029	-785 029
2012	37,13	6 732,20	0,50	3 366,10	12 342,37	215 906,15	791 655,90	212 540,05	779 314	-779 314
2013	35,25	7 042,95	0,50	3 521,47	12 912,07	217 184,15	796 341,87	213 662,67	783 430	-783 430
2014	54,75	7 477,83	0,50	3 738,92	13 709,36	211 013,15	773 714,87	207 274,23	760 006	- 60 006

PF= patrimoine forestier ;

Les valeurs dans la colonne K sont les résultats de calcul réalisés par le logiciel et récapitulés dans le tableau 5 d' Overview.

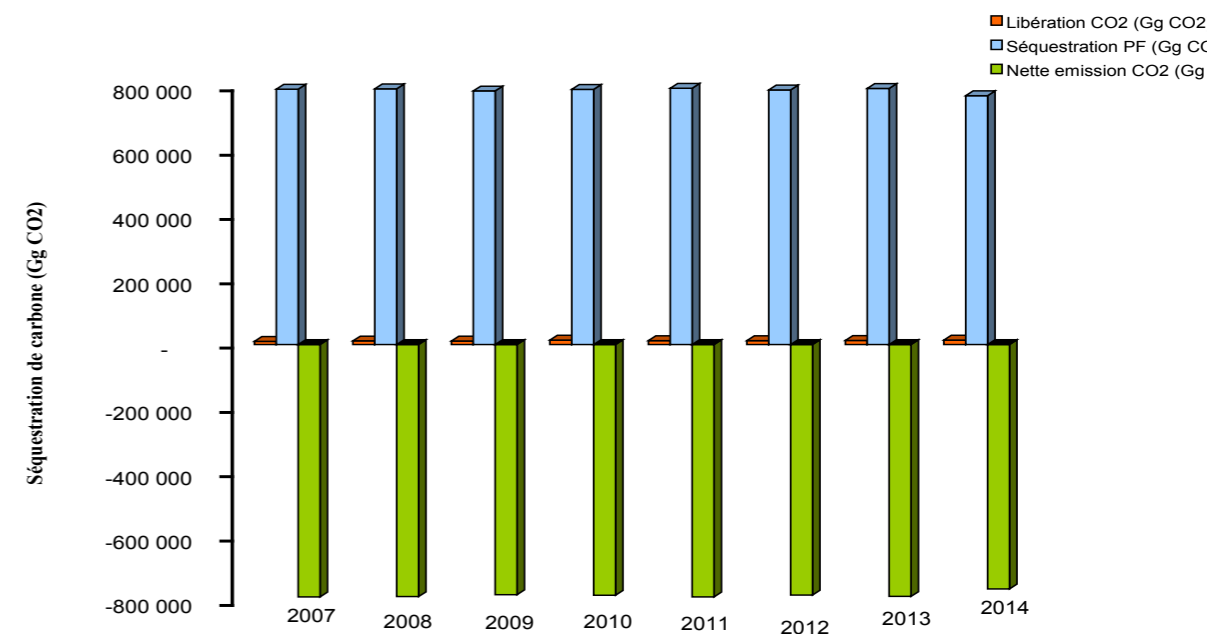


Figure 24 : Evolution de la production annuelle de biomasse ligneuse et l'émission nette du CO2 réalisée dans le patrimoine forestier au Mali.

#### 2.4.4.2. Emissions de CO<sub>2</sub> par la conversion des forêts et prairies

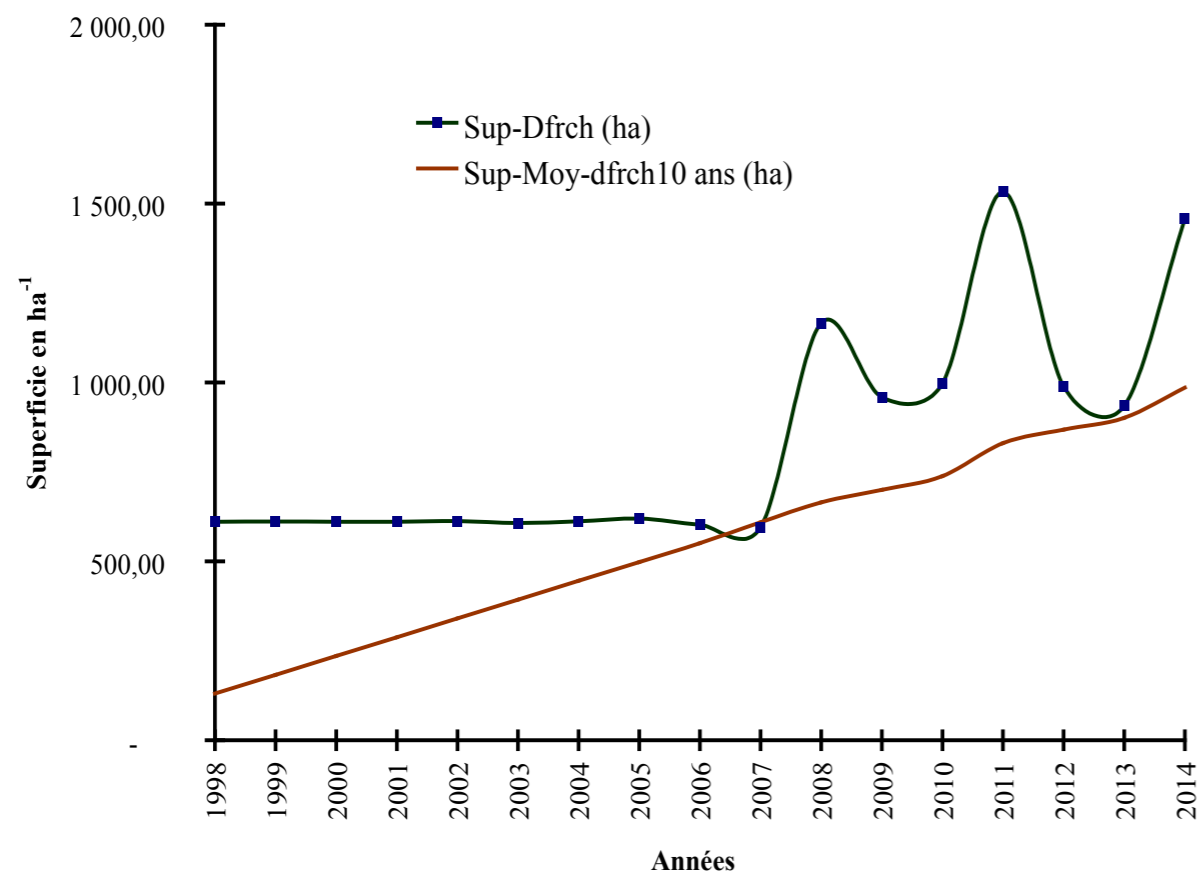
La conversion des forêts et prairie est aussi une des sources d'émission des gaz à effet de serre.

Les résultats présentés dans cette partie sont :

- l'évolution des superficies défrichées et la moyenne sur 10 ans pour chaque année de mesure ;
- l'émission de CO<sub>2</sub> et des gaz traces.

##### 2.4.4.2.1. Evolution des superficies défrichées

Le défrichement des forêts (conversion des forêts) pour les mises en cultures entre 2007 et 2014 est caractérisé par une augmentation des superficies dans le temps (cf. Figure 25). Cette évolution comporte 2 phases. La première phase comprise entre 1998 et 2007 est marquée par une tendance linéaire des superficies défrichées qui oscillent entre 500 et 600 hectares par an. Quant à la seconde phase, elle est observée à partir de l'année 2008 à partir de laquelle les superficies défrichées connaissent une forte progression. Le taux de progression observé entre 2008 et 2014 est de l'ordre de 25%, soit un taux moyen annuel de 4%. Cette situation pourrait s'expliquer par la politique de l'état dans le secteur où l'autosuffisance et la sécurité alimentaire étaient devenues une préoccupation nationale. Ceci se traduit par la mise à la disposition des producteurs des variétés performantes de semences et la subvention des intrants.



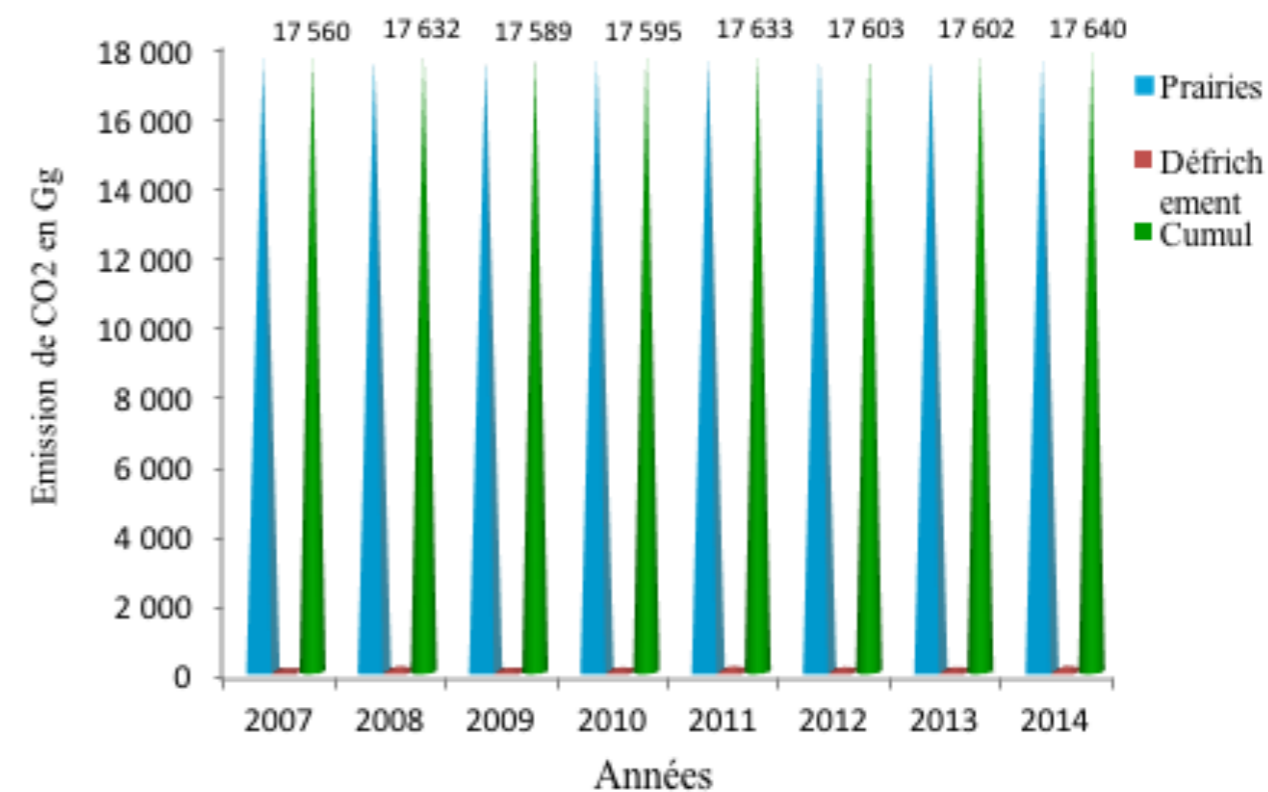
**Figure 25 : Evolution des superficies de forêts converties entre 2007 et 2014 au Mali**

**Légende :** La courbe verte oscillante représente les superficies défrichées annuellement et le trait orange celles des moyennes sur 10 ans.

#### 2.4.4.2.2. Evolution des émissions des gaz à effet de serre provenant de la conversion des forêts et prairies

La figure 26 illustre l'émission de CO<sub>2</sub> au cours du temps dans les prairies et les conversions de forêt entre 2007 et 2014. L'analyse montre que les prairies constituent les principales sources d'émission de CO<sub>2</sub> comparativement à la conversion de forêts. Dans les prairies, l'émission de CO<sub>2</sub> d'une année à l'autre demeure relativement faible. La quantité moyenne de CO<sub>2</sub> émis entre 2007 et 2014 est de 17 252 Gg avec un écart-type de 650,89 Gg et un coefficient de variation de 3,77%.

En plus du dioxyde de carbone, la conversion des forêts et prairies entraîne l'émission d'autres gaz dits gaz de traces. Il s'agit du méthane (CH<sub>4</sub>), le monoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) et le monoxyde de carbone (CO). Les quantités de ces différents gaz émises sont rapportées dans le tableau 6. L'ensemble des données fournies dans ce sous module qui ont servi à renseigner la feuille de calcul 5 notamment 5-2S1 à 5-2S5 et 5-3S1 sont rapportées dans des tableaux 7 en Annexe2.



**Figure 26 : Emission de CO<sub>2</sub> dans le temps, dans les prairies et forêts converties entre 2007 et 2014**

**Tableau 41 : Evolution de l'émission du dioxyde de carbone et des gaz de traces émanant de la conversion des forêts et prairie au Mali**

Année	CO <sub>2</sub> (Gg)			Gaz de traces (Gg)			
	Prairies	Défrichement	Cumul (CO <sub>2</sub> )	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
2007	17 482	78	17 560	18	0	5	159
2008	17 482	150	17 632	18	0	5	160
2009	17 482	107	17 589	18	0	5	159
2010	17 482	113	17 594	18	0	5	159
2011	17 482	151	17 633	18	0	5	160
2012	17 482	121	17 603	18	0	5	159
2013	17 482	120	17 602	18	0	5	159
2014	17 482	158	17 640	18	0	5	160
Moy	<b>17 482</b>	<b>125</b>	<b>17 607</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>159</b>
<b>Ecartype</b>	<b>0</b>	<b>27,01</b>	<b>656,18</b>	-	-	-	<b>0.52</b>
<b>CV (%)</b>	<b>3,77</b>	<b>21,65</b>	<b>0.15</b>				<b>0.32</b>

#### 2.4.4.3. Emission de CO<sub>2</sub> provenant des sols minéraux

Les sols minéraux suivant le système d'affectation, sont sources d'absorption ou d'émission de carbone. Dans ce sous module de changement d'affectation des terres et de foresterie, les résultats présentés concernent :

- L'évolution des superficies des sols minéraux suivant le système d'affectation ;
- L'évolution de l'émission nette de CO<sub>2</sub> par les sols minéraux.

L'ensemble des données fournies dans ce sous module ont servi à renseigner la feuille de calcul 5 notamment 5-5S1 à 5-5S4. Elles sont rapportées dans des tableaux en Annexe3.

#### 2.4.4.3.1. Evolution des superficies des sols minéraux suivant le système d'affectation

Au Mali, la superficie totale occupée par les sols minéraux est estimée à 14 586 300 hectares (cf. figure 12 en Annexe 3).

Ils sont repartis entre 4 catégories de sols qui sont :

- Les Plaine argileuses notées PA ;
- Les plaines limoneuses notées PL ;
- Les plaines sableuses notées PS et
- Les sols hydro morphes notés TH.
- Suivant leur qualité ou degré d'activité agricole, ils ont été groupés en trois types à savoir:
  - Les sols à haute activité, constitués par les PL ;
  - Les sols à faible activités, constitués par les PA et les TH ;
  - Les sols sableux constitués par les PS.

Au Mali comme dans beaucoup de pays subsaharien, les sols sont affectés à deux (02) grands systèmes qui sont : l'agriculture et le Sylvo-pastoralisme. Sur la base des données disponibles, nous avons établi l'évolution de la superficie des deux systèmes d'affectation entre 1984 et 2014. Aussi faut-il le rappeler chaque pour chaque année, la somme des superficies des deux systèmes d'affectation est égale à la superficie totale des sols minéraux, c'est à dire les 14 586 300 hectares (cf. Figure 8).

L'évolution des superficies des deux types d'affectation est caractérisée par une progression des champs dans le temps. En revanche, les superficies du domaine sylvopastoral régresse. Toutes fois, le second reste au-dessus du premier même si à la longue ils vont se recouper en laissant les champs prendre le dessus.

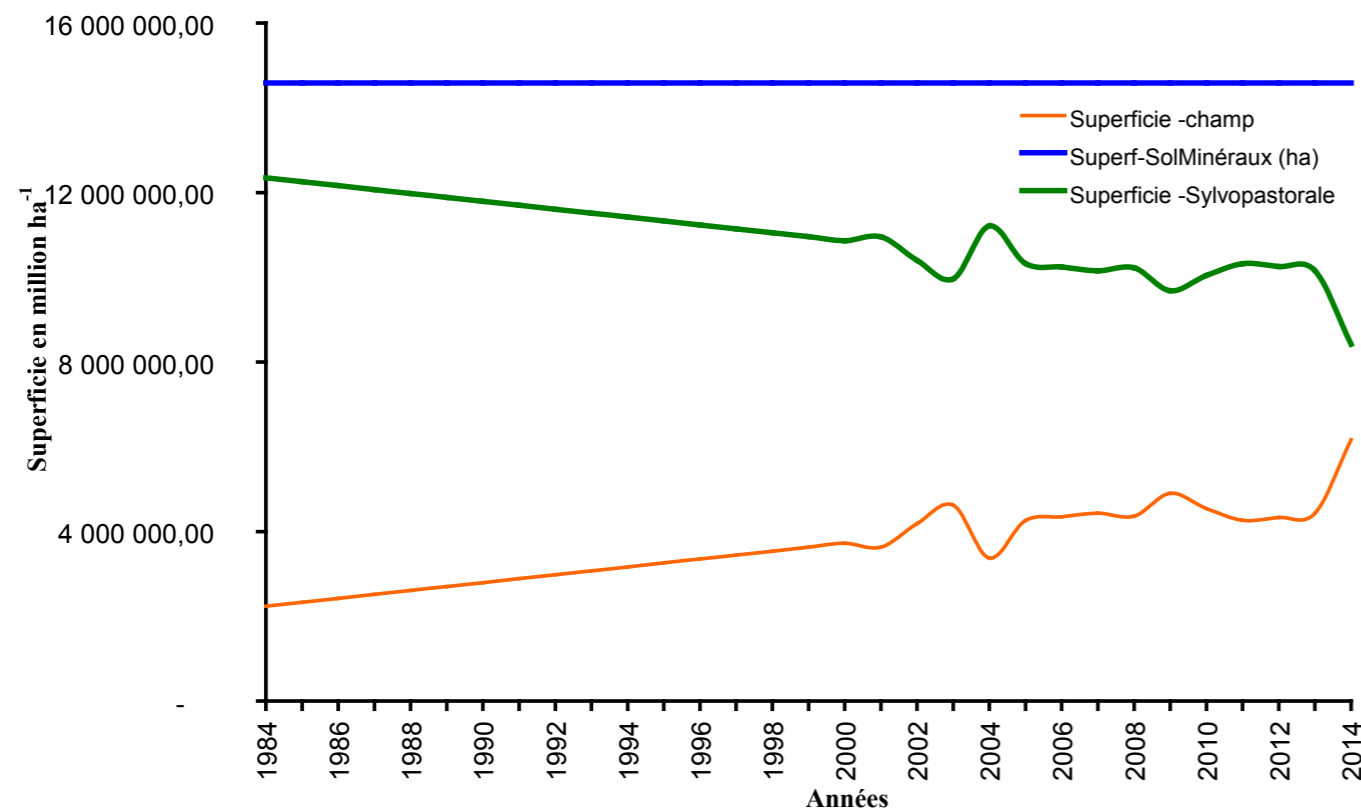


Figure 27 : Evolution des superficies des sols minéraux suivant le système d'affectation

**Légende :** le trait vert représente la superficie des champs ; le trait orange celles des parcours ou domaines sylvopastorales ; le trait bleu représente l'ensemble des sols minéraux.

#### 2.4.4.3.2. Evolution de l'émission de CO<sub>2</sub> provenant des sols

La figure 28 montre l'évolution de l'émission de carbone émanant des sols affectés aux systèmes d'agriculture et du sylvo-pastoralisme. Dans les systèmes d'affectation des terres, l'émission est caractérisée par une fluctuation des valeurs du CO<sub>2</sub> qui oscille entre 400 milles Gg et 700 milles selon les années. La plus petite valeur de l'émission est observée en 2011 avec 495 451 Gg de carbone. En revanche la plus forte émission est observée en 2014 avec 607 223 Gg de CO<sub>2</sub>. Il ressort aussi de l'analyse que les valeurs de l'émission de CO<sub>2</sub> entre 2007 et 2014 ne présentent pas un grand écart où le coefficient de variation calculé est de 7% ce qui montre une homogénéité relative des émissions.

Les valeurs de l'émission étant positive, alors il résulte que les sols minéraux quel que soit le système d'affectation, constituent une source d'émission de CO<sub>2</sub>. **Alors, ils ont plutôt un pouvoir faible d'absorption pour contribuer efficacement à l'atténuation des changements climatiques.**

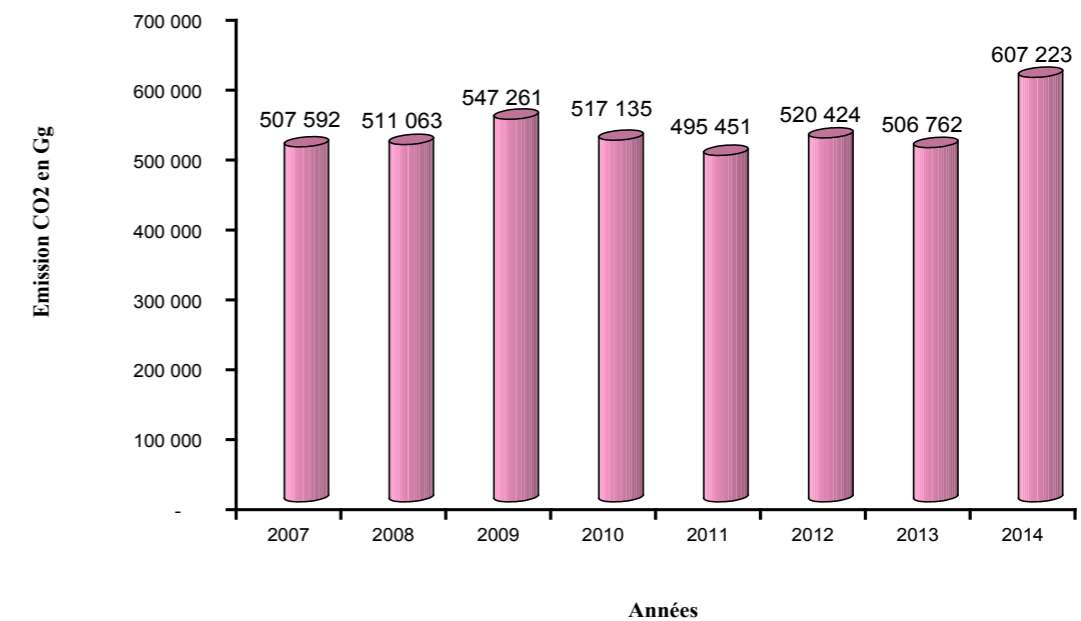


Figure 28 : Evolution du CO<sub>2</sub> émis par les sols des systèmes d'affectation de terre au Mali entre 2007 et 2014

#### 2.4.5. Bilan de l'émission des gaz à effet de serre dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie

Dans ce chapitre, les résultats présentés concernent le bilan de l'émission nette des GES. Pour cela nous avons fait pour chaque année de mesure :

- une synthèse des sources d'absorption et déterminé la quantité de carbone séquestrée exprimée en Gg de CO<sub>2</sub> ;
- identifié les principales sources d'émission et déterminé la quantité de carbone libérée exprimée en Gg de CO<sub>2</sub> ;
- établi le bilan net d'émission (+) ou d'absorption (-) dans le secteur de CATF ;
- déterminé l'émission des gaz de traces.

L'ensemble de ces données sont illustrées par la figure 29 et la synthèse rapportée dans le tableau 42.

Le bilan net de l'émission des gaz à effet de serre dans le secteur du CATF est caractérisé par une régression de la capacité du patrimoine forestier à séquestrer au profit des pratiques d'exploitation qui engendrent une forte émission de CO<sub>2</sub> et autres gaz de traces.

Concernant l'émission des gaz traces :

- le méthane ne présente pas une grande variation dans le temps où la moyenne annuelle émise est de 17 Gg de CO<sub>2</sub> ;
- Quant au dioxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) aucune émission n'a été observée dans le secteur pendant toute la période d'étude ;
- L'émission du monoxyde de carbone reste invariable avec une émission annuelle de 5 Gg de CO<sub>2</sub>.
- Parmi les gaz trace le NOx demeure la plus importante avec une émission moyenne de 150 Gg de CO<sub>2</sub> sur la période qui couvre l'étude (2007-2014).

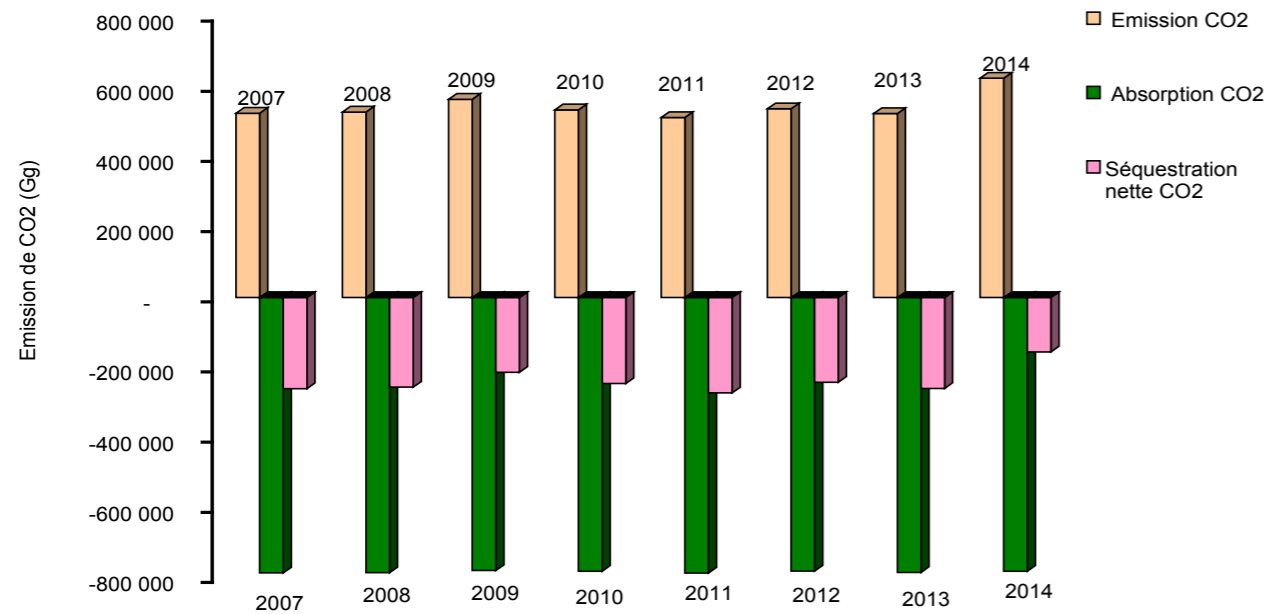


Figure 29 : Bilan nette des émissions des gaz à effet de serres dans le secteur de l'UTCATF

Tableau 42 : Bilan de l'émission nette de CO<sub>2</sub> et des gaz de traces dans le secteur du changement d'affectation de terres et de la foresterie

Années	Stock annuel de carbone dans la biomasse ligneuse des forêts : Eqv CO <sub>2</sub> (Gg)	Conversion des forêts et prairies	Emission et séquestration par le sol	Emission(+) Absorption(-) nette de CO <sub>2</sub> (Gg)	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NOx
2007	-784 615,0	17 560	507 592	-259 463	18	0	5	159
2008	-784 062,4	17 632	511 063	-255 368	18	0	5	160
2009	-77 905	17 589	547 261	-213 055	18	0	5	159
2010	-779 906	17 594	517 135	-245 177	18	0	5	159
2011	-785 029	17 633	495 451	-271 945	18	0	5	160
2012	-779 314	17 603	520 424	-241 287	18	0	5	159
2013	-783 430	17 602	506 762	-259 066	18	0	5	159
2014	-760 006	17 640	607 223	-155 035	18	0	5	160



## 2.4.6. Synthèse des émissions/absorptions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie

Tableau 43 : Synthèse des émissions/absorptions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie au Mali en 2010

Sous-secteurs	Dioxyde de carbone (Gg)	Méthane (Gg)	Oxyde Azoteux (Gg)	Mon-oxyde de carbone (Gg)	Oxydes d'azote (Gg)	Composés Organique (Gg)	oxyde sulfureux (Gg)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	Nox	NM VOC	SO <sub>2</sub>
Emissions annuelles générées par la conversion des forêts et prairies	17 594	18	0,00	159	0,00	5	
Forêts exploitées (variation dans le stock de biomasse)	-779 906						
Abandon des terres							
Sols minéraliers (variation de carbone lors de l'utilisation agricole des sols minéraliers)	517 135						
<b>Sous-total module 5</b>	<b>-245 177</b>	<b>18</b>	<b>0,00</b>	<b>159</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>
<b>Potentiel de Réchauffement Global (PRG) intégration sur 100 ans</b>	<b>1</b>	<b>21</b>	<b>310</b>				
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>-245 177</b>	<b>378</b>	<b>0,00</b>				
<b>Total des émissions en TE-CO<sub>2</sub></b>		<b>-244 799</b>					

## 2.4.7. Conclusions et recommandations

Au terme de cette étude de la Troisième Communication Nationale (TCN) sur le calcul de l'émission des gaz à effet de serre dans le secteur du Changement d'Affectation des Terres et de la foresterie (CATF), les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus sont les suivants :

- La superficie du patrimoine forestier est en régression au profit des cultures mais avec un taux relativement faible ;
- Malgré l'importance de l'exploitation des ressources ligneuses pour satisfaire les besoins fondamentaux notamment énergétiques des communautés, le patrimoine forestier demeure toujours un puits de carbone au Mali ;
- La conversion des forêts et prairies et l'affectation des terres notamment les sols minéraux à l'agriculture et au sylvo-pastoralisme demeurent les principales sources d'émission de gaz à effet de serre ;
- L'émission des gaz traces bien que faible dans l'ensemble est observée dans le secteur notamment pour le NO<sub>x</sub> ;
- Les superficies plantées dans le cadre du programme national de reboisement pendant la période qui couvre l'étude connaissent un essor remarquable.

En termes de recommandations une réflexion bien approfondie est nécessaire dans le secteur pour déterminer les actions pertinentes à réaliser afin de contribuer efficacement à l'atténuation des changements climatiques. Parmi ces actions nous recommandons que :

- Un accent particulier soit mis sur la nécessité et l'importance de l'aménagement du

patrimoine forestier notamment les forêts classées ;

- Renforcer la capacité du secteur privé dans la réalisation des plantations considérées comme sources génératrices de revenus comme l'Acacia Sénégal ; et le karité dans les systèmes agroforestiers ;
- Promouvoir la régénération naturelle assistée bien développée dans le pays Dogon et qui est aujourd'hui un bel exemple de réussite de cette communauté en matière de résilience aux changements climatiques ;
- Promouvoir les énergies renouvelables comme : les gaz butane, les plaques photovoltaïques, les biogaz et biocarburants, etc.

## 2.5 : inventaire des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des déchets

### 2.5.1. Introduction

L'émission de gaz à effet de serre (GES) à partir des déchets dépend de la nature, de la composition et du mode de traitement de ces déchets.

Selon leur nature, les déchets peuvent être classés en deux catégories : les déchets solides et les déchets liquides. Les sources de production sont :

- pour les déchets solides : (i) les décharges municipales recevant en partie les déchets domestiques, commerciaux et industriels ; (ii) les tas d'ordures ; (iii) les déchets incinérés ;
- pour les déchets liquides, il s'agit principalement des eaux usées produites dans le domestique, le commerce et l'industrie. Toutefois il faut également tenir compte des toilettes comprenant les chasses d'eau, les latrines et autres.

Au Mali, les types de traitement concernent la mise en décharge, le compostage, le recyclage, la récupération, l'incinération, le brûlage, la production de compost. La valorisation des déchets solides n'est pas une activité bien organisée au Mali. Les intervenants dans le secteur sont très souvent des structures informelles, voir personnelles.

Le tableau 44 récapitule les catégories de déchets, les sources d'émission correspondantes et les gaz à effet de serre susceptibles d'être produits.

Tableau 44 : Inventaire des sources et des gaz à effet de serre

DECHETS SOLIDES		DECHETS LIQUIDES	
Sources	Gaz émis	Sources	Gaz émis
Décharges municipales	CH <sub>4</sub>	Eaux usées domestiques et commerciales	CH <sub>4</sub>
Tas d'ordures	CH <sub>4</sub> et CO <sub>2</sub>	Eaux usées industrielles	CH <sub>4</sub>
Déchets incinérés	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub>	Toilettes	CH <sub>4</sub>

Dans le contexte malien l'incinération des déchets ne se fait pas à grande échelle faute d'installations adéquates. Seuls les hôpitaux et très peu d'unités industrielles se livrent à de telles activités. Aucune donnée statistique n'est disponible sur la quantité de déchets soumis à l'incinération.

Il faut également signaler que la nature des tas d'ordures, principalement produits dans le domestique, ne favorise pas le développement production de micro-organismes sujets à l'émission de gaz à effet de serre.

Pour ces considérations il ne sera pris en compte que les sources d'émission suivantes :

- les décharges municipales (déchets solides) ;
- les eaux usées domestiques, commerciales et industrielles ;
- les toilettes.

L'année de base prise pour l'évaluation des émissions de GES est 2010. Afin d'observer une tendance sur une période significative, l'espace temporel 2007-2013 a été considéré.

### 2.5.2. Collecte des données et leur portée

La connaissance de l'état des lieux de la gestion des déchets est un élément d'évaluation de la fiabilité des données entrant dans l'estimation des émissions de gaz à effet de serre.

Les données nécessaires pour l'estimation des émissions de GES liés aux déchets concernent, entre autres :

- le système de gestion des déchets (collecte et mise en décharge) ;
- la composition des ordures ;
- la quantité de déchets produite ;
- la quantité de déchets mise en décharge ;
- l'origine des déchets (ménages, industries) ;
- les types de traitement ;
- le nombre d'habitants et le taux d'accroissement de la population ;
- les caractéristiques des logements en matière d'assainissement.

### Structures dépositaires de données relatives aux déchets

Les structures à même de fournir des données relatives aux déchets quant à l'estimation des émissions des gaz à effet de serre sont :

- les structures de l'Etat,
- les Mairies ou Collectivités locales,
- les GIE,
- les ONG,
- les universités et grandes écoles.

Il faut noter que les ménages constituent le premier acteur dans le processus de la gestion des déchets. Le tableau 1 donne une identification des acteurs et de leurs rôles dans la gestion des déchets.

### Le système de collecte des données

Il faut distinguer le système d'acquisition d'informations par les structures telles que la DNACPN et l'INSTAT (ex DNSI), et le système de diffusion, au public, des données dans des formats appropriés.

Dans le cadre de l'acquisition, pour le cas de la DNACPN, le réseau de collecte d'informations est constitué par les services internes et les représentations assurées :

- au niveau de la région et du District de Bamako par la Direction Régionale de l'assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances ;
- au niveau subrégional par le Service de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances ;
- au niveau de la commune ou d'un groupe de communes par l'Antenne de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances.

Quant à l'INSTAT, son système d'acquisition des informations est principalement basé sur des enquêtes officielles et les données statistiques fournies par les différents ministères.

En général, quelle que soit la structure, les outils de collecte sont les missions de terrain, les rapports (services rattachés, projets, etc.) et les ateliers de restitution.

Dans cadre de la diffusion, les outils de collecte de l'information par le public sont les archives et les entretiens avec les agents des structures concernées. Dans le cas de l'INSAT, la diffusion a lieu sous format approprié dans les différentes publications accessibles au public.

La collecte des données auprès des autres acteurs est assurée par un système d'enquête au cours duquel des outils d'enquête sont élaborés et déposés auprès des enquêtés (ménages, unités industrielles, GIE, ONG). Au besoin des entretiens peuvent être sollicités.

### Portée des données

Au Mali l'inconvénient majeur, en termes de données sur les estimations de GES, dans le secteur des déchets est l'absence d'une archive de données sur les déchets : typologie, flux, composition, répartition spatiotemporelle. Les principales causes peuvent être résumées par :

- la non maîtrise du flux de déchets ;
- le manque de système adéquat de collecte et de centralisation des données ;
- le centrage des activités des acteurs de première ligne (GIE, voirie, ONG) à l'assainissement (nettoyage, ramassage) plus qu'à la caractérisation des déchets (pas d'obligation pour les GIE à fournir de données sur les déchets) ;
- le manque de synergie entre les acteurs travaillant sur la caractérisation des déchets (université, grandes écoles, instituts de recherche, ONG, etc.).

Cet état de fait a entraîné une certaine incohérence dans la structure des données recueillies, et a certes joué sur l'estimation des émissions de GES. Généralement les facteurs de calcul à introduire sont inexistant localement ce qui a conduit à la prise en compte des valeurs par défaut fournies par la documentation de IPCC. Aussi certaines caractéristiques, notamment la quantité de déchet produite par habitant, ont été estimées et appliquées à l'ensemble des localités considérées.

### 2.5.3. Déchets solides municipaux

Le mode de stockage ou de traitement des déchets est un facteur déterminant dans l'émission de gaz à effet de serre ; ce mode de stockage n'est obtenu qu'à travers une gestion appropriée des déchets solides. Au Mali, la problématique des déchets solides a fait l'objet de réflexions qui a abouti à l'élaboration de la stratégie de gestion des déchets solides (GDS), puis en 2009 à sa validation. Cette gestion concerne les ordures ménagères, les déchets industriels banals, les déchets issus des activités artisanales, commerciales ne nécessitant pas de traitements spécifiques.

Les objectifs spécifiques de la stratégie sont, entre autres :

- doter tous les chefs-lieux de cercle d'un plan stratégique de gestion des déchets solides ;
- équiper les villes dotées de Plan Stratégique d'Assainissement (PSA) et Bamako de dépôts de transit et de décharges finales aménagées et d'un système adéquat de collecte des déchets solides.

A ce jour, toutes les capitales régionales et quelques grandes villes disposent d'un Plan Stratégique d'Assainissement (PSA). Les données de base de calcul sont celles issues de ces villes. Dans le cas présent il a été considéré la population urbaine de vingt-cinq (25) villes réparties entre le district de Bamako et les huit (8) régions administratives du Mali (tableau 45).

**Tableau 45 : Distribution de la population urbaine en 2009 [1].**

CERCLES	Population en 2009	CERCLES	Population en 2009
DISTRICT DE BAMAKO	1 810 366	CERCLE DE SEGOU	133 501
CERCLE DE KAYES	149 129	CERCLE DE SAN	66 967
CERCLE DE DIEMA	8 339	CERCLE DE MOPTI	120 786
CERCLE DE KITA	54 548	CERCLE DE BANDIAGARA	17 166
CERCLE DE NIORO	53 295	CERCLE DE DJENNE	26 267
CERCLE DE YELIMANE	12 644	CERCLE DE DOUENTZA	24 005
CERCLE DE KOULIKORO	41 602	CERCLE DE TENENKOU	11 274
CERCLE DE KANGABA	6 376	CERCLE DE TOMBOUCTOU	54 629
CERCLE DE KATI	84 500	CERCLE DE DIRE	20 337
CERCLE DE SIKASSO	226 618	CERCLE DE GOUNDAM	12 586
CERCLE DE BOUGOUNI	58 538	CERCLE DE GAO	86 353
CERCLE DE KOUTIALA	141 444	CERCLE DE BOUREM	27 488
		CERCLE DE KIDAL	25 969
<b>Total population urbaine : 3 274 727</b>			

Source : INSTAT, 4è RGPH-2009 – Analyse des résultats définitifs – Thème : Urbanisation, Décembre 2012.

A partir des données sur la population du tableau 1, le nombre d'habitant des villes, pour l'année 2010 (année de référence) a été évalué grâce au taux d'évolution entre 1998 et 2009 de chaque région défini dans le tableau 46.

**Tableau 46 : Evolution de la population urbaine entre 1998 et 2009 [1]**

District et Régions	Population (Nombre d'habitations)		Evolution 1998-2009 (%)
	1998	2009	
Bamako	1 016 296	1 810 366	5,4
Kayes	121 551	277 955	7,8
Koulikoro	81 384	132 478	4,5
Sikasso	249 048	426 600	5,0
Ségou	151 936	200 468	2,6
Mopti	80 472	199 498	8,6
Tombouctou	29 732	87 552	10,3
Gao	52 201	113 841	7,3
Kidal	11 159	25 969	8,0
<b>Ensemble</b>	<b>1 793 779</b>	<b>3 274 727</b>	<b>5,6</b>

Source : INSTAT, 4è RGPH-2009 – Analyse des résultats définitifs – Thème : Urbanisation, Décembre 2012.

Les résultats de calcul relatif au nombre d'habitant en 2010 sont reportés dans le tableau 47 pour le district de Bamako et les huit régions administratives.

**Tableau 47 : Distribution de la population urbaine en 2010**

N°	Villes	Taux d'accroissement de la population urbaine (%)	Population en 2010 (estimée)
1	Bamako	5,4	1 908 126
2	Kayes	7,8	299 635
3	Koulikoro	4,5	138 440
4	Sikasso	5,0	447 930
5	Ségou	2,6	205 680
6	Mopti	8,6	216 655
7	Tombouctou	10,3	96 570
8	Gao	7,3	122 151
9	Kidal	8,0	28 047
	<b>Ensemble</b>		<b>3 463 234</b>

### 2.5.3.1. Génération, collecte et mise en décharge des déchets solides

Les déchets solides municipaux concernent les déchets solides ménagers et les rejets solides des unités industrielles et artisanales.

L'évaluation de la gestion des déchets peut être faite sur la base d'une analyse du cycle de vie des déchets. On peut admettre que ce cycle comporte les principales phases suivantes : la production de déchets, le tri et la collecte, la valorisation par le recyclage, le traitement de la fraction non valorisable, et enfin l'élimination finale dans un site aménagé du résidu « éco-compatible ».

Le schéma de la figure 30 donne un aperçu de la gestion des déchets. Il faut signaler qu'il existe très peu de systèmes de traitement. La seule décharge finale en norme est celle de Sikasso. Quelques tentatives ont été développées à Mopti et Tombouctou. A Bamako, les actions d'aménagement sont celles en cours dans la décharge de Noumoubougou. En général les anciennes carrières, les dépressions, les espaces libres et les champs servent de décharge.



**Figure 30 : Schéma de collecte des déchets**

Les dépôts de transit sont exploités par les GIE qui y acheminent les déchets des concessions. On note une insuffisance numérique notoire dans les grandes villes due surtout à leur utilisation à d'autres fins. D'où la prolifération de dépôts anarchiques et l'absence de dépôts de transit répondant aux normes.

### Production des déchets solides ménagers

Ils proviennent de la vie des ménages (cuisine, habillement, renouvellement de biens), de jardinage, de loisir, d'activités commerciales et administratives, etc. Ces déchets représentent environ 99% de l'ensemble des déchets municipaux produits.

Les quantités de déchets produites sont issues des PSA disponibles. A titre d'exemple ces quantités journalières sont de 259 m<sup>3</sup> de déchets à Ségou, contre 144,5 m<sup>3</sup> à Kayes, 141 m<sup>3</sup> à Sikasso et 135 m<sup>3</sup> à Koutiala [2]. Ces valeurs sont reproduites dans le tableau 48 avec leur année de référence [2].

**Tableau 48 : Production des déchets ménagers dans certaines villes**

Localités dotées de PSA	Production annuelle (m³)		Production journalière (m³)	Année de référence
	Par habitant	Total localité		
Sikasso	0.45	50 760	141	2006
Ségou	1.84	91 000	259	2003
Gao	0.43	24 963	68,58	2003
Kita	0.46	14560	40	2008
Tombouctou	0.48	13 790	38,0	2002
San	0.36	19 631	53,93	2007

Source : Rapport National 2011 sur l'état de l'environnement au Mali, Sept 2014.

Il ressort du tableau que l'année de référence n'est pas la même, ce qui exclut une comparaison entre les données.

En 2006, la production annuelle de Bamako a été estimée à 817 600 m<sup>3</sup> soit 2240 m<sup>3</sup> par jour. Ce qui représente 1,6 litre par personne et par jour [2].

Compte tenu de la difficulté à trouver pour la même année de référence un chiffre cohérent, il a été adopté une valeur se situant entre **0,85 et 1,6 litres par personne et par jour** en fonction des localités et au regard de la similarité des habitudes des populations.

Ces valeurs de déchets générés (DG) ont été appliquées aux différentes localités en fonction de leur population pour obtenir la quantité totale de déchets produite :

$$Dg = \text{Pop} \times Dg_{ht}$$

où Pop est la population, et Dg<sub>ht</sub> est la quantité de déchets générés par habitant.

La quantité de déchets mise en décharge n'est pas celle produite compte tenu des conditions de collecte, tant au niveau des ménages qu'au niveau des structures de collecte pour les dépôts de transit ou de décharge finale. Dans le cas du Mali, les services techniques admettent un taux de mis en décharge (TMD) de 40% de la quantité générée [ ]. De ce fait la quantité réellement mise (DMD) sera :

$$DMD = Dg \times TMD/100$$

où Dg est la quantité de déchets générée, et TMD est le taux de mis en décharge (en %).

#### Production des déchets industriels

Ces déchets proviennent d'environ 115 unités industrielles que compte le Mali. La majorité de ces industries sont installées dans la zone du district de Bamako. Dans le tableau 49 sont reportées les quantités de déchets produites du district de Bamako et de certaines régions.

**Tableau 49 : Quantités de déchets produites annuellement par les unités industrielles.**

Régions	Moins de 1000 tonnes	1000 à 449 999 tonnes	450 000 tonnes ou plus	Nombre d'entreprises	Quantité de déchets (tonnes)
Kayes	0	0	2	2	23 387 300
Koulikoro	3	2	0	5	2187,85
Sikasso	10	6	0	16	2608,81
Ségou	9	0	0	9	499,37
Mopti	6	0	0	6	11,37
Bamako	75	2	0	77	6432,21
<b>Total</b>	<b>103</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>115</b>	<b>23 409 039,61</b>

Source : Rapport National 2011 sur l'état de l'environnement au Mali, Sept 2014.

#### Production totale de déchets solides en milieu urbain

L'application de la méthode IPPC quant à l'estimation de la quantité de déchets mise en décharge est expliquée à travers le tableau 50 où il ressort que **234 767 Gg de déchets** ont été produits par l'ensemble des communautés considérées en 2010, ce qui représente **185,72 kg de déchets par habitant et par jour**. La quantité de déchets mise en décharge est de **157 529,02 Gg** soit 67,1 de la quantité générée.

**Tableau 50 : Déchets solides municipaux produits en 2010 et mis en décharge**

MODULE		DECHETS		
SOUS-MODULE		QUANTITE DE DECHETS SOLIDES MUNICIPAUX (DSM) MISE EN DECHARGE DANS LES SITES DE DECHARGE DE DECHETS SOLIDES (SDDS) UTILISATION DES DONNEES DU PAYS		
FEUILLE DE CALCUL		6-1A (SUPPLEMENTAIRE)		
FEUILLE		1 DE 1		
PAYS		MALI		
ANNEE		2010		
A	B	C	D	E
Population dont les déchets sont évacués dans les SDDS (urbaine ou totale) (personne)	Taux de production de DSM (kg/hab/jour)	Quantité annuelle de DSM générée (Gg MSW)	Fraction de DSM mise en décharge dans les SDDS (urbaine ou totale)	Total annuel de DSM mis en décharge dans les SDDS (Gg MSW)
		C = (A x B x 365)/1 000 000		E = (C x D)
<b>3 463 234</b>	<b>185,722</b>	<b>234 767,54</b>	<b>0,671</b>	<b>157 529,02</b>

#### 2.5.3.2. Composition des déchets

L'émission de gaz à effet de serre, bien qu'elle soit conditionnée au stockage des déchets, dépend fortement de la composition de ces derniers, surtout de leur teneur en **matière organique dégradable** (MOD).

En ce qui concerne les déchets ménagers, il ressort des différentes études que la composition des déchets n'a pas significativement évolué depuis des années. Il est surtout constaté que les inertes occupent la partie la plus importante des déchets ; une situation qui est de nature à réduire les potentialités de transformation.

A titre d'exemple les ordures ménagères de Bamako contiennent principalement : 51% de poussière ; 17,5% de débris végétaux ; 17,5% de reste de cuisine.

Les déchets solides dans les autres villes sont similaires à peu d'égard à ceux de Bamako. Toutefois les compositions des déchets étant liées au climat, le poids volumétrique des déchets est élevé dans les zones humides du pays notamment pendant la saison des pluies. Il varie entre 250 et 450 Kg/m<sup>3</sup>.

En 2004 le PSA élaboré de la ville de Sikasso a fait ressortir la composition suivante :

inertes (cendre, sable, poussières)	: 51%
feuilles mortes, pailles et bois	: 20%
reste de cuisine	: 9%
cuirs, caoutchouc	: 6%
papiers, cartons	: 3,5%
métaux	: 3,5%
plastique	: 2%
charbon	: 2%
textiles	: 1%
verres	: 1%
autres (piles, os, etc.)	: 1%

Dans le tableau 51 sont reportées les compositions moyennes des déchets ménagers en fonction des origines. Cette composition est valable pour toutes les localités considérées au regard des hypothèses déjà émises. Les valeurs, notamment celles des matières organiques, seront maintenues pour les calculs d'émissions de GES.

**Tableau 51 : Composition des ordures ménagères (% massique)**

CATEGORIE	ORIGINE DES DECHETS			MOYENNE PONDREE
	Commerces Restaurants Administration	Ménages grand standing	Quartiers populaires	
Papier, carton	20	5	2	3,5
Plastiques	2	3	2	2,0
Métaux	2	10	3	3,5
Verre	-	1	1	1
Cuir, caoutchouc	1	-	-	-
Textiles	1	2	1	1
Feuilles mortes, paille, bois	15	12	18	17,5
Charbon	-	-	2	2
Restes de cuisine	20	40	15	17,5
Matériaux inertes (cendres, sable, poussière)	38	25	54	51
Autres (os, piles, etc.)	1	2	2	1
Poids volumétrique				355 g/l

Source : Rapport National sur l'état de l'environnement au Mali 2007, Novembre 2008.

S'agissant des déchets solides industriels, leur composition ressort de l'étude de la stratégie de gestion des déchets solides pour le cas du District de Bamako et concernant 38 industries. La composition moyenne donne :

Plastiques	: 5 %
Résidus organiques	: 52%
Résidus verts	: 2%
Papiers et cartons	: 4%
Métaux ferreux	: 27%
Autres métaux	: 1%
Bois	: 6%
Autres	: 3%

Il est aisé de constater que les matières organiques concernées sont : le papier et carton, les textiles, les feuilles mortes, paille et bois, les restes de cuisine. Elles représentent en moyenne, et pour l'ensemble, 39,5 % de la masse des déchets mis en décharge.

Cependant, pour les besoins de calcul d'émissions de GES des déchets, l'IPCC a défini une méthode d'estimation de la fraction de **carbone organique dégradé (COD)** contenue dans les déchets. Elle prend en compte chaque composant de matière organique. Le tableau 52 donne le pourcentage de COD (par poids) des composants organiques des déchets.

**Tableau 52 : Valeur par défaut du COD pour les principaux composants de déchets**

Composant de déchets	Pourcentage de COD (par poids)
A. Papier et textiles	40
B. Déchets des jardins et parcs, et autres déchets organiques (non alimentaires) putrescibles	17
C. Déchets alimentaires	15
D. Déchets du bois et de la paille	30

A l'aide des valeurs du tableau 7, l'estimation du COD est faite à partir de la relation ci-dessous:

$$\text{Pourcentage de COD (par poids)} = 0,4(A) + 0,17(B) + 0,15(C) + 0,30(D)$$

- où
- A** = pourcentage de déchets solides du papier et des textiles ;
  - B** = pourcentage des déchets solides de jardins et des parcs, ou autres déchets non alimentaires putrescibles;
  - C** = pourcentage de déchets solides alimentaires ;
  - D** = pourcentage de déchets solides provenant du bois ou de la paille.

Dans le contexte du Mali, et au conformément au tableau 7, les valeurs de A, B, C et D sont respectivement : 4,5 ; 0 ; 17,5 ; 17,5. En application de l'expression ci-dessous, la valeur calculée du pourcentage de COD (par poids) est de **1,0025**.

### 2.5.3.3. Estimation de la quantité nette de méthane (CH<sub>4</sub>) émise

La méthodologie abordée pour cette estimation fait référence à celle établie par l'IPCC []. Certaines valeurs n'étant pas disponibles dans le contexte malien, on a eu recours aux valeurs de défaut contenues dans le manuel IPCC. Il s'agit:

- de la **fraction de MOD se dégradant réellement**, eu égard aux conditions de stockage et autre : **0,77** ;
- de la **fraction de carbone se transformant en CH<sub>4</sub>** : **0,50** ;
- et du **facteur de conversion** donnant la quantité réelle de CH<sub>4</sub> émise : **16/12**.

### Estimation de la quantité nette de CH<sub>4</sub> émise

Pour cette évaluation, recours a encore été fait à la méthodologie IPCC, de sorte que les valeurs par défaut précédemment évoquées ont été utilisées. Les valeurs consignées dans le tableau 53 sont les résultats des estimations des émissions de GES relatives aux déchets solides municipaux pour l'année de référence 2010.

Le seul gaz émis est le méthane CH<sub>4</sub> compte tenu des hypothèses de base, à savoir la part négligée de l'incinération faute de données fiables.

Il ressort des calculs issus de tables IPCC que la quantité la quantité de méthane (CH<sub>4</sub>) émise est de 4,51 Gg pour une population urbaine de **3 463 234 habitants**, ce qui représente environ **1302 g CH<sub>4</sub> par habitant** pour l'année 2010.

Tableau 53 : Estimation des émissions de méthane dues aux déchets solides municipaux

MODULE		WASTE													
SUBMODULE		METHANE EMISSIONS FROM SOLID WASTE DISPOSAL SITES													
WORKSHEET		6-1													
SHEET		1 OF 1													
COUNTRY		MALI													
YEAR		2010													
STEP 1	STEP 2	STEP 3						STEP 4							
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	Net Annual	Net Annual	
Total Annual MSW Disposed to SWDSs (Gg MSW)	Methane Correction Factor (MCF)	Fraction of DOC in MSW	Fraction of DOC which Actually Degrades	Fraction of Carbon Released as Methane	Conversion Ratio	Potential Methane Generation Rate per Unit of Waste (Gg CH <sub>4</sub> /Gg MSW)	Realised Methane Generation (Country-specific)	Gross Annual Methane Generation (Gg CH <sub>4</sub> )	Recovered Methane per Year (Gg CH <sub>4</sub> )	Net Annual Methane Generation (Gg CH <sub>4</sub> )	One Minus Methane Oxidation Correction Factor	N	Net Annual Methane Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )	Net Annual Methane Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )	
498	0,8	0,10025	0,77	0,11	16/12	0,01	0,01	4,51		4,51	1		4,51	4,51	
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$			$N = (L \times M)$		

## 2.5.4. Déchets liquides : eaux usées municipales et industrielles

Les déchets liquides, comprennent les rejets des ménages (eaux usées et excréta) et les rejets commerciaux, industriels et artisanaux.

La gestion de ces déchets liquides a fait l'objet de l'élaboration d'une stratégie qui a été adoptée en 2009.

L'objectif global de la stratégie est « de contribuer à l'amélioration du cadre de vie des populations et à l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement en matière de gestion des déchets liquides de 2009 à 2015 ». Les objectifs spécifiques visent, entre autres, à :

- Mettre en place un cadre cohérent et harmonieux permettant une meilleure gestion des déchets liquides.
- Doter tous les chefs-lieux de cercle d'un plan stratégique de gestion des déchets liquides ;
- Equiper les villes dotées de PSA et Bamako de stations de traitement des boues de vidanges et station d'épuration et d'un système adéquat de collecte et d'évacuation des déchets liquides ;
- Renforcer les capacités des acteurs impliqués dans la gestion des déchets liquides de Bamako et des villes disposant de PSA ;
- Procéder à la relecture des textes législatifs et réglementaires pour une meilleure application ;
- Mobiliser les ressources financières pour la mise en œuvre de la stratégie.

Il faut également noter que dans le cadre du CSCRP, l'accès des ménages à un service d'assainissement liquide adéquat devait passer de 20% en 2006 à 35% en 2011 et 50% en 2015. En 2008, selon le Joint Monitoring Program (JMP), le taux d'accès aux services d'assainissement améliorés étaient de 45% pour la population urbaine et 32% pour la population rurale.

L'atteinte de ces objectifs a conduit à l'adoption de l'Assainissement Total Piloté par la Communauté (ATPC), encore appelé Approche ATPC. Il s'agit d'une approche intégrée qui consiste à encourager la communauté à analyser sa propre situation en matière d'hygiène et d'assainissement, ses pratiques en matière de défécation et leurs conséquences, suscitant ainsi une action collective visant à atteindre et maintenir un état de Fin de la Défécation à l'Air Libre (FédAL), par la construction de latrines par la communauté sans subvention extérieure.

### 2.5.4.1. Production et gestion des déchets liquides domestiques

Les ménages produisent d'importantes quantités d'eau usées domestiques (lessive, cuisine, lingerie, etc.) et d'excréta. Le tableau 54 donne, pour quelques villes dotées de PSA, la production de déchets liquides.

Tableau 54 : Production de déchets liquides

Villes	Population	Production journalière (m³)		Production annuelle (m³)	Année de référence
		Par habitant	Total localité		
Kita	39 607	0,054	2138,778	780 653,97	2008
Sikasso	105 056	0,028	2941,568	1 073 672,32	2006
San	96 950	0,011	1066,45	389 254,25	2007
Gao	59 120	0,055	3251,6	1 186 834	2003

Source : Rapport National sur l'état de l'environnement en 2011 au Mali, Sept 2014.

Les eaux vannes sont généralement évacuées dans des fosses septiques, des latrines, des fosses fixes. Quant aux eaux usées domestiques, elles sont évacuées dans des puisards, des puits d'infiltration, des caniveaux et rarement dans des égouts. En effet à Bamako et dans les autres parties du Mali l'assainissement des eaux usées est généralement de type individuel.

## Types de toilette

Au Mali les toilettes traditionnelles (fosses/latrines) sont de potentielles sources d'émission de gaz, notamment de méthane CH<sub>4</sub>. Ceci s'explique par le fait que la conception de ces ouvrages, les substrats et leur processus de transformation sont quasiment identiques à ceux des installations de productions effectives de gaz méthanique à usage énergétique. Toutefois une légère différence dans la conception est sans doute un facteur d'appréciation dans la production de gaz. En effet si pour les derniers l'objectif est la production de gaz (l'étanchéité étant assurée quant à la conservation du gaz), en ce qui concerne les premiers les conditions demeurent relativement insuffisantes pour une production quasi identique. Cependant les fosses/latrines dites améliorées peuvent offrir de bonnes conditions à la formation de gaz par rapport aux fosses classiques. Il en est de même des toilettes à chasse d'eau par rapport aux deux ci-dessus citées.

La répartition des types de toilettes en fonction des ménages qui a prévalu aux estimations ressort dans le tableau 55.

Tableau 55 : Répartition des toilettes en fonctions des ménages

Type de toilettes	Répartition en %
Chasse d'eau	2,75
Latrines améliorées	11,50
Latrines rudimentaires	46,25
Toilettes rudimentaires	39,50

## Production des boues

Les données disponibles concernent celles de Bamako où il est établi une production de 600 000m<sup>3</sup>/an.

Cependant, à partir des données issues de population et du tableau 11, il a été estimé la quantité d'eaux usées domestiques et la génération de boues qui en découle. Le tableau 56 fait état des calculs issus de la méthodologie IPCC.

Tableau 56 : Estimation des eaux usées et des boues

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	1 OF 4 ESTIMATION OF ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	MALI				
YEAR	2010				
STEP 1					
A	B	C	D	E	F
Region or City	Population (1,000 persons)	Degradable Organic Component (kg BOD/1000 persons/yr)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Domestic/Commercial Organic Wastewater (kg BOD/yr)	Total Domestic/Commercial Organic Sludge (kg BOD/yr)
				E = [B x C x (1-D)]	F = (B x C x D)
Communes urbaines	3641,293	13505	0,048899937	46 770 975,17	2 404 686,80
				0,00	0,00
				0,00	0,00
				0,00	0,00
			<b>Total</b>	<b>46 770 975,17</b>	<b>2 404 686,80</b>

## Estimation des émissions de GES par les eaux usées domestiques et les boues

Les valeurs des émissions issues de la méthodologie de calcul de l'IPCC sont reportées dans le tableau 57.

Tableau 57 : Estimation des émissions dues aux eaux usées et boues

MODULE		WASTE			
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC AND COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-2				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM DOMESTIC/COMMERCIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	MALI				
YEAR	2010				
STEP 4					
	A	B	C	D	E
	Total Organic Product (kg BOD/yr)	Emission Factor (kg CH <sub>4</sub> /kg BOD)	Methane Emissions Without Recovery/Flaring	Methane Recovered and/or Flared (kg CH <sub>4</sub> )	Net Methane Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )
	from Worksheet 6-2, Sheet 1	from Worksheet 6-2, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D)/1 000 000
Wastewater	46 770 975,17	0,20	9 354 195,03		9,35
Sludge	2 404 686,80	0,20	480 937,36		0,48
			<b>Total</b>		<b>9,84</b>

### 2.5.4.2. Eaux usées industrielles (EUI)

La production des eaux usées par les unités industrielles est décrite à travers le tableau 58 qui donne une situation des quantités produites par activité.

Tableau 58 : Répartition des quantités de déchets liquides produites par activité (m<sup>3</sup>/an)

Branches d'activités	Quantité Eaux usées	Quantité huiles usées	Total quantité de déchets liquides	%
Activités extractives	10099115,64	808,321	10 099923,96	94,80
Production et distribution d'électricité, de gaz et d'eau	2098	6,884	2104,884	0,02
Edition, imprimerie et reproduction d'enregistrement	3,707	4,4531	8,1601	0,00
Fabrication de produits alimentaires, boissons et de tabac	46957,203	2,088	39759,291	0,44
Fabrication de produits chimiques	1370,48165	0	1370,48165	0,01
Fabrication de produits en caoutchouc ou en matières plastiques	1000,1	0	1000,1	0,01
Fabrication de textiles et d'articles d'habillement	480000	37,6	480037,6	4,51
Fabrication d'ouvrages en métaux et travail des métaux	4	1	5	0,00
Production de verres, poteries et matériaux de construction	0,2	0	0,2	0,00
Travail du cuir, fabrication d'articles de voyage, de chaussures	23040	0	23040	0,22
<b>Total</b>	<b>10 653589,33</b>	<b>860,3461</b>	<b>10 654449,68</b>	<b>100,00</b>

Source : Stratégie Nationale Gestion des déchets liquide – DNACPN, Septembre 2007

Il faut rappeler que, selon IPCC les industries sont réparties en six grandes familles que sont :

- les industries alimentaires et de boissons,
- les industries pour les pâtes à papier et papier,
- les industries des produits pétrochimiques et chimiques,
- les industries textiles et des cuirs et peaux,
- les industries pour les caoutchoucs et plastiques,
- les autres industries.

Systèmes de traitement des eaux usées industrielles.

Tableau 59 : Évaluation des émissions de gaz à effet de serre par les industries

MODULE		WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE HANDLING					
WORKSHEET	6-3					
SHEET	1 OF 4 TOTAL ORGANIC WASTEWATER AND SLUDGE					
COUNTRY	MALI					
YEAR	2010					
STEP 1						
	A	B	C	D	E	F
	Total Industrial Output (t/yr)	Degradable Organic Component (kg COD/m <sup>3</sup> wastewater)	Wastewater Produced (m <sup>3</sup> /tonne product)	Fraction of Degradable Organic Component Removed as Sludge	Total Organic Wastewater from Industrial Source (kg COD/yr)	Total Organic Sludge from Industrial Source (kg COD/yr)
					E = [A x B x C x (1-D)]	F = (A x B x C x D)
<b>Iron and Steel</b>		1	0,1		1 009 911,56	0,00
<b>Non-ferrous metals</b>					0,00	0,00
<b>Fertiliser</b>					0,00	0,00
<b>Food &amp; Beverage</b>	Canneries				0,00	0,00
	Beer				0,00	0,00
	Wine				0,00	0,00
	Meatpacking				0,00	0,00
	Dairy products				0,00	0,00
	Sugar				0,00	0,00
	Fish processing				0,00	0,00
	Oil & grease				0,00	0,00
	Coffee				0,00	0,00
	Soft drinks				0,00	0,00
	Other	46957,203	22	7	7 231 409,26	0,00
<b>Paper &amp; Pulp</b>	Paper	3,707	5	97	1 797,90	0,00
	Pulp				0,00	0,00
	Other				0,00	0,00
<b>Petroleum refining/Petrochemicals</b>					0,00	0,00
	Bleaching				0,00	0,00
	Dying				0,00	0,00
	Other	1370,48165	30	1	41 114,45	0,00
<b>Rubber</b>		1000,1	30	1	30 003,00	0,00
<b>Other</b>		505142,2	5,8	1	2 929 824,76	0,00
					<b>Total</b>	<b>11 244 060,9</b>
						<b>0,00</b>



Les rejets d'eaux usées industrielles dépendent essentiellement du type d'industrie auquel l'on s'intéresse. Les industries agro-alimentaires (ULB, GAM) ou de traitement des peaux et cuirs (TAMALI, TAO, Abattoir Frigorifique) par exemple ont des effluents qui sont pour la plupart biodégradables

c'est-à-dire que le rapport :  $\frac{DBO_5}{DCO} \approx 0,6$ . L'absence de dioxygène, sous certaines conditions de pH, peut favoriser la méthanisation de ces eaux usées lors de leur épuration ou évacuation.

En réalité les systèmes de traitement, si l'on peut les appeler ainsi, sont aussi disparates que les industries elles-mêmes. Ils vont :

- du simple chenal d'évacuation des eaux vers le fleuve ;
- à des « lagunages » sous-dimensionnés en passant par de simples puisards, des bassins de décantation, etc.

Aucune des industries n'utilise ni de stations à boues activées, ni de traitements à biofilm, encore moins des lits bactériens contrôlés.

Les différentes considérations ont permis de renseigner le tableau 59 issue des tables de calcul IPCC.

Évaluation des émissions de gaz à effet de serre par les industries

Le tableau 60 fait ressortir les valeurs des émissions de GES dues aux industries.

Tableau 60 : Emissions de GES par les industries

MODULE	WASTE				
SUBMODULE	METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE TREATMENT				
WORKSHEET	6-3				
SHEET	4 OF 4 ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER AND SLUDGE				
COUNTRY	MALI				
YEAR	2010				
<b>STEP 4</b>					
	A	B	C	D	E
	Total Organic Product (kg COD/yr)	Emission Factor (kg CH <sub>4</sub> /kg COD)	Methane Emissions without Recovery/Flaring	Methane Recovered and/or Flared (kg CH <sub>4</sub> )	Net Methane Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )
	Worksheet 6-3, Sheet 1	Worksheets 6-3, Sheets 2 and 3	C = (A x B)		E = (C - D) / 1 000 000
Wastewater	11 244 060,93	0,02	168 660,91		0,17
Sludge	0,00	0,00	0,00		0,00
	<b>Total</b>				<b>0,17</b>

### 2.5.5. Emissions globales de GES dues aux déchets solides et liquides

Le tableau 61 fait un récapitulatif des émissions de GES dans le secteur des déchets au Mali pour l'année de référence 2010.

Tableau 61 : Emissions de GES dues aux déchets

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)						
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC
<b>Total Waste</b>	<b>0,00</b>	<b>14,51</b>	<b>0,00</b>			
<b>A Solid Waste Disposal on Land</b>	<b>0,00</b>	<b>4,51</b>	<b>0,00</b>			
1 Managed Waste Disposal on Land						
2 Unmanaged Waste Disposal Sites						
3 Other (please specify)						
<b>B Wastewater Handling</b>	<b>0,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,00</b>			
1 Industrial Wastewater		0,17				
2 Domestic and Commercial Wastewater		9,84	0,00			
3 Other (please specify)						
<b>C Waste Incineration</b>						
<b>D Other (please specify)</b>						

L'émission globale de GES a été de 14,51 Gg, et concerne le méthane (CH<sub>4</sub>). En 2000 cette émission a été de **10,38 Gg**, ce qui représente pour 2010, un **accroissement de 39,79 %**. En vingt-cinq ans, soit depuis 1995, l'accroissement a été de **163 %**. Il faut rappeler que 1995 est l'année de la Communication Initiale du Mali où l'émission de méthane due aux déchets a été de 5,50 Gg. La figure 31 montre l'évolution de cette émission de 1995 à 2010.

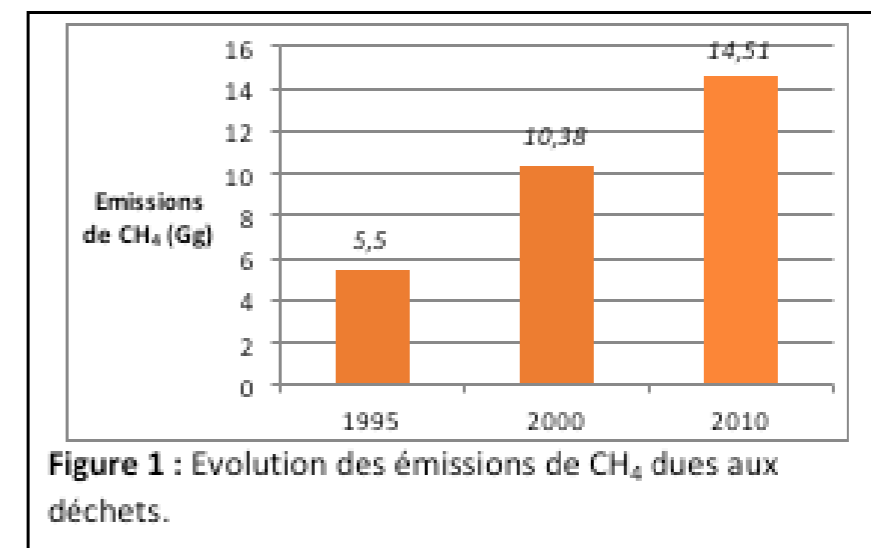


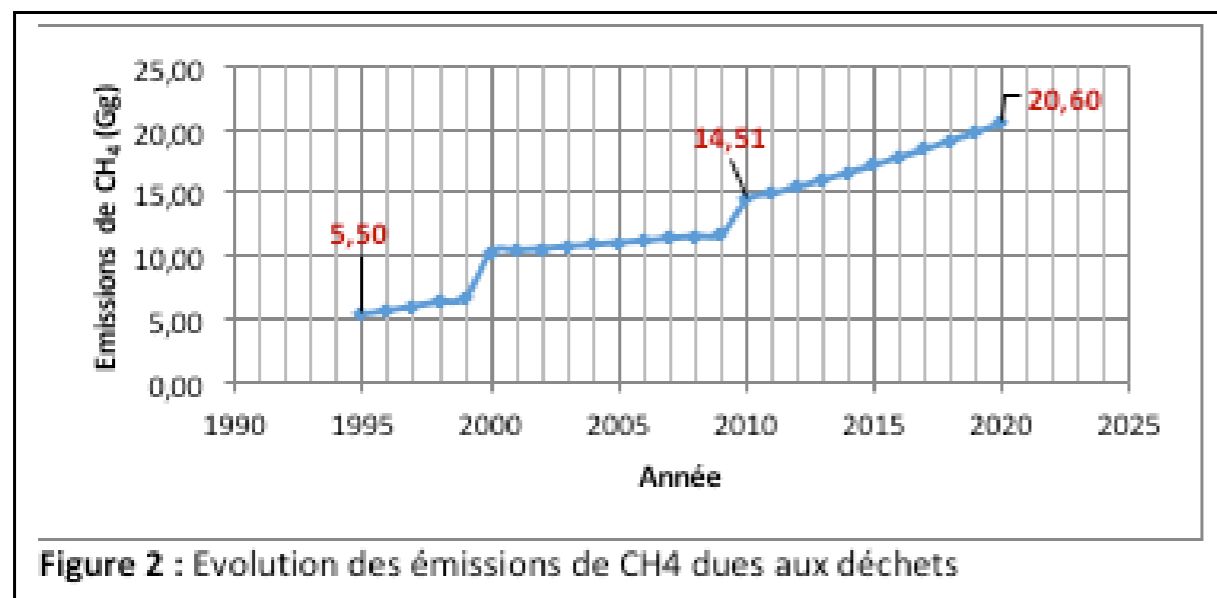
Figure 31 : Evolution des émissions dans le secteur des déchets de 1995 à 2010

### 2.5.6. Evolution des émissions (les tendances)

Les émissions de 1995, 2000 et 2010 permettent de distinguer trois périodes pour lesquelles un taux d'accroissement a été évalué :

- entre 1995 et 2000 le taux annuel moyen calculé est de **5,67%** ;
- entre 2000 et 2010 le taux annuel moyen est de **1,47%** ;
- au-delà de 2010, le taux annuel moyen est la moyenne des deux précédents taux, soit **3,57%**.

Sur la base de ces taux et des intervalles considérés, il a été possible de tracer l'évolution des émissions de CH<sub>4</sub> dues aux déchets. La figure 2 montre cette évolution en 1995 et 2020.



Figuree 32 : Evolution des émissions du secteur es déchets de 1990 à 2025

L'évolution montre que les émissions vont progresser de 5,50 Gg en 1995 à 20,60 Gg en 2020, soit un accroissement de 274,6 %.

### 2.5.7. Synthèse des émissions de GES dans le secteur des déchets

La synthèse des émissions de GES dans le secteur des déchets pour l'année de base 2010 est présentée dans le tableau qui suit.

Tableau 62 : Synthèse des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des déchets au Mali en 2010

Sous-secteurs	Dioxyde de carbone (Gg)	Méthane (Gg)	Oxyde Azoteux (Gg)	Monoxyde de carbone (Gg)	Oxydes d'azote (Gg)	Composés organique (Gg)	oxyde sulfureux (Gg)
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	NOx	NMVOC	SO <sub>2</sub>
<b>MODULE 3 : DECHETS</b>							
Emission nettes de méthanes générés par les déchets solides municipaux et industriels	0,00	4,51	0,00				
Emissions nettes de méthane générées par les eaux usées municipales	-	9,84	0,00				
Emissions nettes de méthane générées par les eaux usées industrielles	-	0,17	0,00				
<b>Sous-total module 3</b>	<b>0</b>	<b>14,52</b>	<b>0</b>				
Potentiel de Réchauffement Global (PRG) intégration sur 100 ans	1	21	310				
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>0</b>	<b>302,92</b>	<b>0</b>				
<b>Total des émissions de CH4 en TE-CO<sub>2</sub></b>		<b>302,92</b>					

### 2.6. Synthèse des émissions/absorptions des gaz à effet de serre au Mali pour l'année de base en 2010

Cette partie présente une synthèse des résultats des inventaires des émissions des GES pour l'année de base (2010). Elle résume également les tendances des émissions anthropiques nettes des GES au Mali durant la période allant de 1995 à 2010.

Avec les données d'activités de 2010, les émissions annuelles totales de GES du Mali s'établissent à près de **-180 280,70** tonnes équivalent de dioxyde de carbone (TE-CO<sub>2</sub>), soit **-180,28 Kt Eq-CO<sub>2</sub>**. La synthèse par secteur est présentée sur les tableaux (63 et 64) ci-dessous.

Tableau 63 : Synthèse par secteur des émissions de GES au Mali en 2010 (année de base de la TCN)

	Dioxyde de carbone (Gg)	Méthane (Gg)	Oxyde Azoteux (Gg)	Mon-oxyde carbone (Gg)	Oxydes d'azote (Gg)	Composés organique (Gg)	oxyde sulfureux (Gg)	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO	SF <sub>6</sub>	NOx	NMVOC	SO <sub>2</sub>
<b>ENERGIE</b>	14 467,735	3,835	3,856	3,855	0	3,838	3,855	3,647
PRG	1	21	310					
Téq CO <sub>2</sub>	14 467,76	80,54	1 195,36					
<b>Sous total ENERGIE (Téq CO<sub>2</sub>)</b>		<b>15 743,63</b>						
<b>PROCEDES INDUSTRIELS (PI)</b>	67,25	0	0	0	5,59	0	0	0
PRG	1	21	310					
Téq CO <sub>2</sub>	67,25	0	0					
<b>Sous total PI (Téq CO<sub>2</sub>)</b>		<b>67,5</b>						
<b>DECHETS</b>	0,00	14,52	0,00	0	0	0	0	0
PRG	1	21	310					
Téq CO <sub>2</sub>	0,00	304,9	0,00					
<b>Sous total DCHETS (Téq CO<sub>2</sub>)</b>		<b>304,9</b>						
<b>AGRICULTURE</b>	0,00	626,60	113,69	0	0	4,92	0	0
PRG	1	21	310					
Téq CO <sub>2</sub>	0	13 158,6	35 243,9					
<b>Sous total AGRICULTURE</b>		<b>48 402,5</b>						
<b>CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE</b>	-245 177	18	0	159	0	0	0	0
PRG	1	21	310					
Téq CO <sub>2</sub>	-245 177	378	0					
<b>Sous-total CATF</b>		<b>-244 799</b>						
<b>TOTAL</b>	<b>-230 642,02</b>	<b>662,96</b>	<b>117,55</b>	<b>302,38</b>	<b>5,59</b>	<b>13,76</b>	<b>3,86</b>	<b>3,65</b>
Potentiel de Réchauffement Global (PRG) intégration sur 100 ans	1	21	310					
<b>TE-CO<sub>2</sub></b>	<b>-230 642,02</b>	<b>13 922</b>	<b>36 439,26</b>					
<b>Total des émissions/absorptions en TE-CO<sub>2</sub></b>		<b>-180 280,70</b>						

Tableau 64 : Répartition des émissions et des absorptions de GES par secteur au Mali en 2010

Emissions/ absorptions	Secteurs	Emissions /absorp-tions (TE-CO2)	En % des émissions/ absorptions
<b>EMISSIONS</b>	Changement d'affectation des terres et foresterie	535 509	89,25
	Agriculture	48 402,50	8,07
	Energie	15 743,63	2,62
	Déchets	304,9	0,05
	Procédés industriels	67,5	0,01
<b>Total des émissions</b>		<b>600 027,53</b>	<b>100</b>
<b>ABSORPTION</b>	Changement d'affectation des terres et foresterie	-779 906	100
<b>Total émissions/absorptions</b>		<b>-180 280</b>	

Le secteur qui a émis le plus de gaz à effet de serre au Mali en 2010 est le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie (535 509 Téqu CO<sub>2</sub>, soit 89,25% du total des émissions. Il est suivi du secteur de l'agriculture (48 402,50 Téqu CO<sub>2</sub>), soit 8,07 % du total des émissions. Le secteur de l'énergie occupe la troisième position avec (15 743,63Téqu-CO<sub>2</sub>), soit 2,62 % du total. Les déchets et procédés industriels occupent respectivement la quatrième et la cinquième position avec 304,9 Téqu-CO<sub>2</sub>, (0,47 %) et 67,5 Téqu-CO<sub>2</sub> (0,10 %) des émissions totales en Téqu-CO<sub>2</sub>.

Le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie constitue un puits de CO<sub>2</sub> de (-244 799 Téqu-CO<sub>2</sub>). Dans les stratégies d'atténuation des émissions de GES, une priorité doit être donnée au renforcement de ces puits parallèlement à la mise en œuvre de stratégies d'atténuation dans les deux secteurs les plus émetteurs de GES à savoir l'Agriculture et l'Energie.

Par type de gaz, le dioxyde de carbone est le premier GES au Mali, avec près de -230 642 TE-CO<sub>2</sub> en 2010. Il devance largement les autres GES à effet de serre direct : N<sub>2</sub>O (36 439,3 TE-CO<sub>2</sub>) et CH<sub>4</sub> (36 439,3 TE-CO<sub>2</sub>). Cela est illustré sur la figure 33 qui suit.

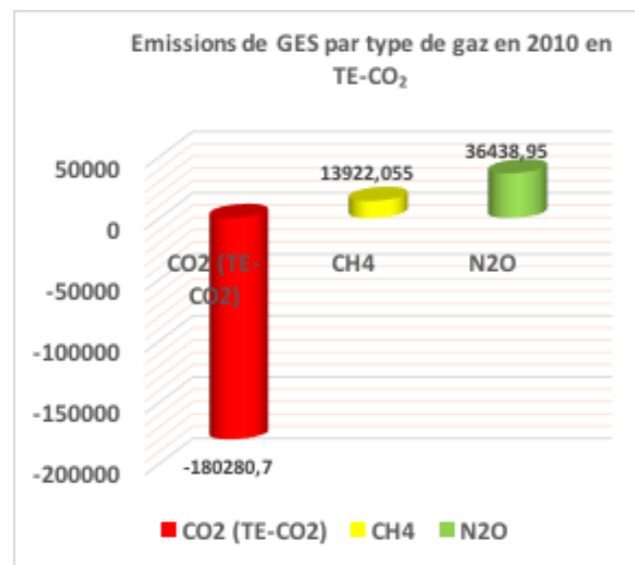


Figure 33 : Émissions par type de GES au Mali en 2010 en TE-CO<sub>2</sub>

La synthèse des émissions/absorptions globales de GES par secteur pour l'année de base 2010 est présentée sur la figure ci-dessous.

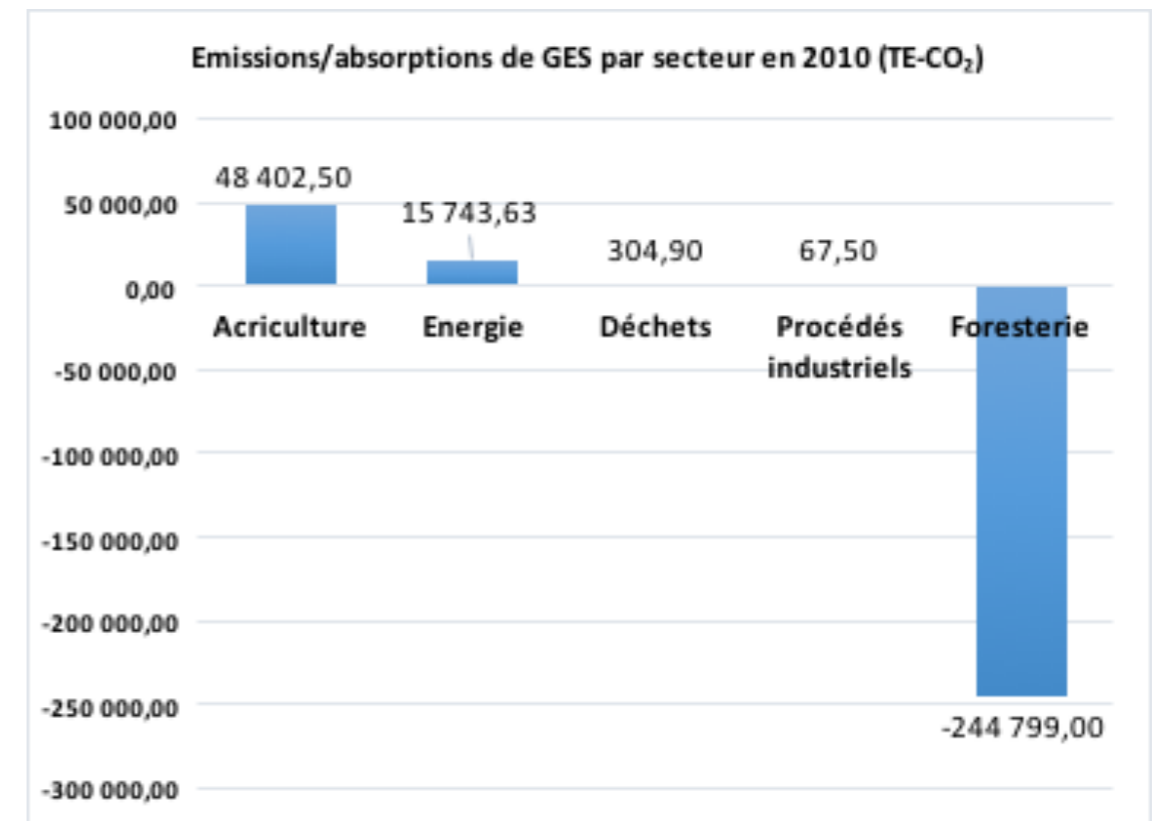


Figure 34 : Synthèse des Emissions/absorptions en TE-CO<sub>2</sub> par secteur au Mali en 2010 (année de base)

Quant à l'évolution des émissions globales des gaz à effet de serre au Mali pendant les trois communications nationales (celles de 1995, 2000 et 2010), elle est présentée sur la figure ci-dessous.

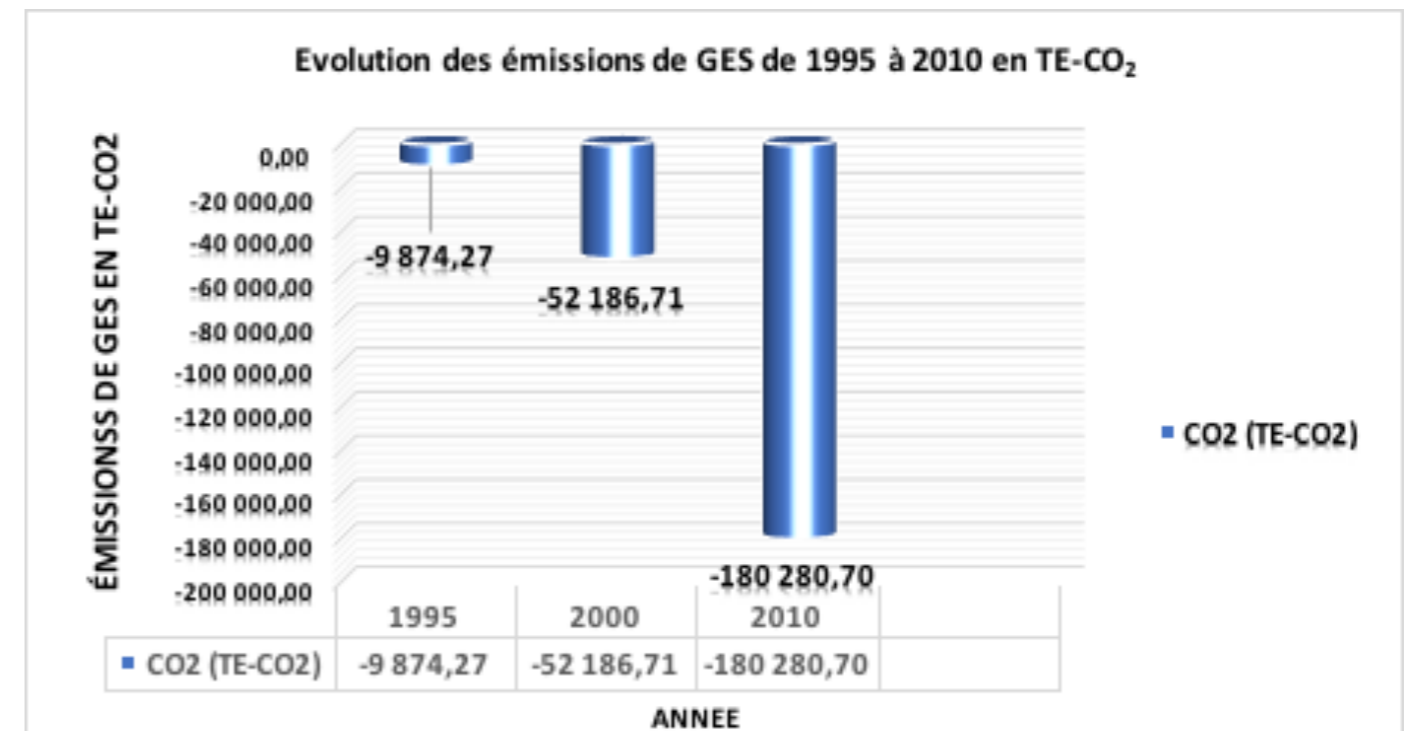


Figure 35 : évolution des émissions/absorptions en TE-CO<sub>2</sub> au Mali en pendant les trois communications nationales.

## CHAPITRE III : STRATEGIES D'ATTENUATION DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

### 2.7. Recommandations

Afin d'améliorer la qualité des prochaines communications nationales, il est nécessaire :

- d'instaurer un système de collecte de données ;
- d'apporter une assistance technique aux équipes nationales pour les former à l'identification et à l'évaluation des éléments de calcul des coûts et bénéfices des options d'atténuation des émissions de GES ;
- de revoir à la hausse les budgets alloués pour préparer les communications nationales ainsi que le temps imparti pour cette préparation ;
- d'instaurer au niveau national et sous régional un système permanent d'observation et de suivi de l'évolution des paramètres permettant d'évaluer les émissions de gaz à effet de serre en particulier dans le **secteur du changement d'affectation des terres et foresterie (superficies brûlées annuellement, superficies défrichées, superficies reboisées, superficies mises en jachère, etc.), de la dégradation des terres**. Ceci nécessitera la constitution d'un réseau d'observations à l'échelle nationale et/ou sous régional.
- d'assurer un soutien financier à la recherche dans les études **de détermination de facteurs locaux d'émission de GES**, dans la **recherche des technologies à économie d'énergie** comme dans celle des **combustibles de substitution au bois** énergie.
- de déterminer le pouvoir calorifique des principales essences utilisées comme bois énergie au Mali et dans le cadre de l'intégration des changements climatiques dans les PDESC entreprendre des reboisements avec les essences qui ont les plus grands pouvoirs calorifiques. Les populations pourront utiliser ces essences comme bois énergie, ce qui permettra d'épargner les ressources forestières naturelles et de garder le « caractère puits » du pays dans le cadre des inventaires de gaz à effet de serre.

Dans cette partie les aspects suivants seront abordés :

- L'atténuation au niveau national dans les trois secteurs les plus émetteurs en gaz à effet de serre (GES) à savoir le changement d'affectation des terres et foresterie (CATF), l'agriculture et l'énergie ;
- Un exemple de détermination de pouvoir calorifique de certaines espèces utilisées comme bois énergie ou comme charbon de bois afin d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre ;
- Un exemple d'atténuation dans le secteur de l'énergie : transition énergétique dans le domestique comme mesure d'atténuation des émissions de GES ;

### 3.1. L'atténuation au niveau national dans les trois secteurs les plus émetteurs en gaz à effet de serre (GES) à savoir le changement d'affectation des terres et foresterie (CATF), l'agriculture et l'énergie

#### 3.1.1. Méthodologie

Les stratégies d'atténuation qui sont proposées dans le cadre de la Troisième Communication Nationale (TCN) du Mali ont pour objectif de contribuer aux efforts de la communauté internationale pour lutter contre les changements climatiques dans un contexte de développement durable.

La méthodologie retenue pour mener à bien cette étude a porté sur les investigations préliminaires relatives à l'étendue des prestations, sur la définition de l'horizon des projections, sur l'identification des différents partenaires pertinents pour la faisabilité des projets identifiés et sur la démarche suivie pour l'évaluation des mesures d'atténuation.

Le scénario de référence est celui selon lequel les émissions de GES sont produites dans un système où aucune politique de maîtrise des émissions n'est menée. Cette référence a permis d'estimer l'efficacité des politiques et mesures menées pour lutter contre les émissions de GES. Pour ce faire, l'étude s'est basée sur les tendances du passé et où aucune politique nouvelle n'est adoptée.

L'évaluation des émissions des GES et l'analyse des mesures et programmes d'atténuation des émissions de Gaz à Effet de Serre au Mali ayant un impact direct ou indirect sur la génération de ces émissions a été faite selon une approche sectorielle.

Par ailleurs, l'établissement du scénario d'évolution des émissions des GES à l'horizon 2030, 2050, voire 2100 nécessite, de par la nature des activités concernées, l'analyse préalable de pratiquement l'ensemble des programmes, des politiques et des stratégies de développement socio-économique du pays. Pour mieux focaliser l'analyse sur les facteurs pertinents de génération des GES, une approche dictée par la détermination des paramètres requis par les modèles d'évaluation des GES a été adoptée. Les analyses faites ont ciblé ainsi principalement les politiques et mesures, ainsi que les programmes et les stratégies susceptibles d'avoir un impact sur l'évolution de ces paramètres.

La démarche des études prospectives a privilégié l'utilisation des données officielles de projection des activités sectorielles fournies par les différentes directions techniques, les instituts de recherche concernés, etc. Des approximations et des extrapolations ont été faites pour les données manquantes sur la base d'hypothèses clairement définies dans le rapport de l'étude. De même, des modèles d'évolution ont été proposés pour les paramètres qui s'y prêtent. Les options retenues et les données prospectives ainsi définies ont été utilisées pour l'établissement du scénario de référence d'évolution des émissions des GES aux horizons 2030 et 2050.

Suite à l'établissement de ce scénario, les options d'atténuation possibles des émissions des secteurs contribuant aux GES ont été analysées. Un processus de concertation avec les départements ministériels concernés, les établissements publics et le secteur privé a été engagé en vue de l'identification de projets d'atténuation pertinents et conformes aux objectifs et aux priorités de développement économique et social du pays.

Globalement, un certain nombre de projets ont été retenus dans le cadre du plan d'action national d'atténuation et ont fait l'objet d'études préliminaires permettant d'évaluer les émissions évitées. La consolidation des émissions évitées des projets a permis d'établir le scénario probable d'atténuation des émissions aux horizons 2030, 2050 et voire 2100.

### 3.1.2. Cadre général d'évolution des émissions des GES

L'analyse des résultats des inventaires des émissions de GES, durant la période 1995 à 2014, permet d'identifier les principaux facteurs responsables de la croissance des émissions des GES :

- la croissance démographique ;
- le développement socio-économique des populations, qui conditionne leurs habitudes de consommation ;
- la consommation énergétique des secteurs productifs, liée au développement de l'activité économique ;
- l'aménagement du territoire et l'affectation des sols.

Le scénario de référence de l'évolution des émissions des GES à l'horizon 2050 a été établi sur la base des hypothèses d'évolution des différents secteurs concernés. Le calcul des émissions a été réalisé en utilisant la méthodologie GIEC (version 1996 révisée en 1997) qui a été utilisée pour les inventaires de la TCN (1995, 2000, 2007 à 2014).

Les données d'activité nécessaires aux calculs ont été validées par les départements ministériels concernés lors de sessions de concertation.

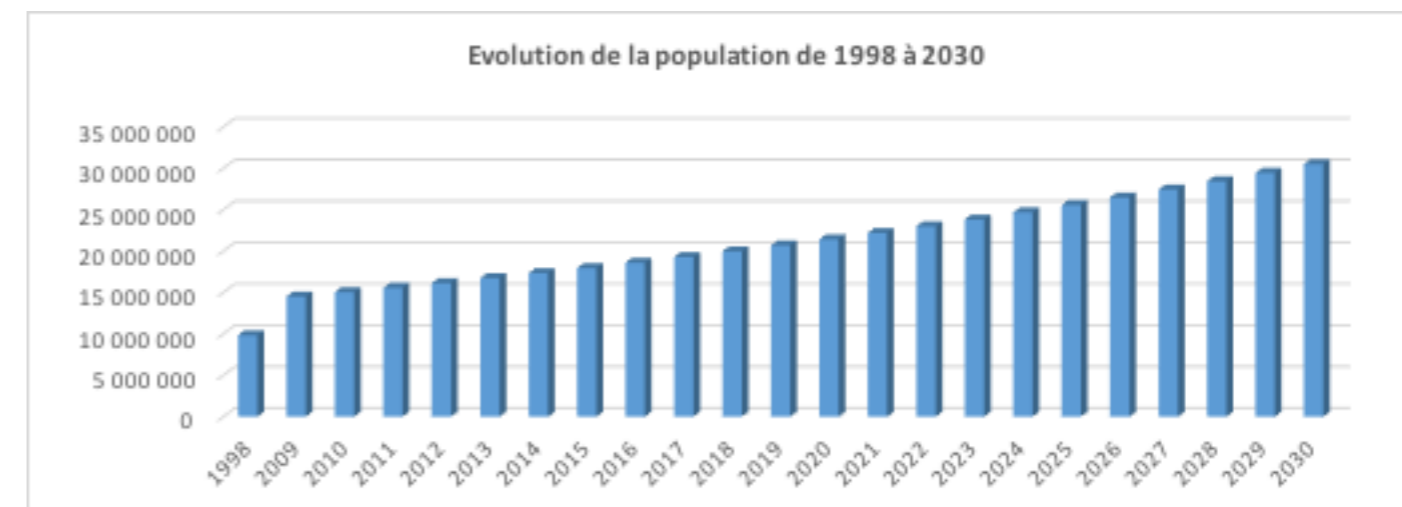
Dans certains cas, des méthodes d'extrapolation ont été utilisées pour déterminer les données manquantes. Un résumé des principales hypothèses retenues pour les données d'activité et des indicateurs de leur évolution est présenté ci-après.

#### 3.1.2.1. Population

L'analyse prospective telle qu'élaborée par l'INSAT montre que la population continuera à augmenter sensiblement avec un taux d'accroissement moyen annuel de 3,6%. Selon ces estimations, la population malienne serait de **30 509 635** millions à l'horizon 2030. Le tableau qui suit présente l'évolution démographique de la population au Mali de 1998 à 2030.

**Tableau 65 : Évolution de population de 1998 à 2030**

Année	Population
1998	9 810 911
2009	14 517 176
2010	15 039 794
2011	15 581 227
2012	16 142 151
2013	16 723 269
2014	17 325 306
<b>2015</b>	<b>17 949 017</b>
2016	18 595 182
2017	19 264 608
2018	19 958 134
2019	20 676 627
<b>2020</b>	<b>21 420 986</b>
2021	22 192 141
2022	22 991 058
2023	23 818 736
2024	24 676 211
<b>2025</b>	<b>25 564 554</b>
2026	26 484 878
2027	27 438 334
2028	28 426 114
2029	29 449 454
<b>2030</b>	<b>30 509 635</b>



**Figure 36 : Evolution de population du Mali de 1998 à 2030**

#### 3.1.2.2. Activité économique

La performance de l'économie malienne, appréhendée à travers le PIB par habitant qui est un indicateur du niveau de vie de la population, reste insuffisante comparée aux potentialités réelles du pays. La diversification de la production et la productivité sectorielle sont des éléments fondamentaux pour la réalisation d'une croissance économique forte et durable.

Selon l'analyse prospective du HCP, un taux annuel de croissance du PIB de 5 à 6 % par an serait plausible d'ici à l'horizon 2030.

**Tableau 66 : quelques indicateurs pour le Mali**

#### Indicateurs

Indicateurs	
Population	19 millions
Croissance démographique	3,6 %
Taux d'urbanisation	26,8 %
Population rurale	73 %
Taux de croissance du PIB	7,2 %
Taux national de pauvreté	46,9%
Taux national d'accès à l'électricité (2014)	34,89 %
Consommation d'énergie par habitant en 2010	0,20 tep/habitant
Consommation électrique annuelle en 2009	59,36 Kwh/habitant
Puissance totale installée en MW en 2010	402 MW
Estimation de la demande annuelle en électricité (en 2010)	182,4 MW
Part des EnR dans la production nationale d'électricité en 2010	3%
Part du Mali à l'émission mondiale des GES	0,06%

#### 3.1.2.3. Indicateurs d'évolutions des activités des modules émetteurs des GES

##### MODULE ENERGIE

Pour estimer l'évolution des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030, nous avons examiné un certain nombre d'indicateurs qui portent sur les taux d'évolutions des activités liées à la demande énergétique des différents secteurs de l'économie, aux industries de production d'électricité (transformation d'énergie) et la consommation des ménages.

##### INDICATEURS DU MODULE PROCÉDÉS INDUSTRIELS

Les indicateurs d'évolution de la ligne de base du module procédés industriels portent sur les taux d'évolution de l'industrie de ciment et ceux des autres industries principalement celles de production d'électricité.

## INDICATEURS DU MODULE AGRICULTURE

Les indicateurs d'évolution de la ligne de base du module agriculture concernent le taux d'accroissement du nombre du bétail pour les aspects de fermentation entérique et de gestion du fumier, des sols agricoles, la quantité d'engrais chimique utilisée et la superficie des cultures irriguées.

## INDICATEURS DU MODULE DÉCHETS

Les indicateurs d'évolution de la ligne de base du module déchets portent sur les taux d'accroissement des décharges contrôlées et des stations de traitement des eaux usées.

### 3.1.3. Scénario de référence des émissions des GES à l'horizon 2030

#### Aperçu du profil des émissions de GES du Mali de 1995 à 2010

Globalement, les dernières estimations montrent que l'Afrique est responsable d'environ 3% des émissions mondiales de GES et le Mali environ 0.06%. Même si les émissions sont amenées à augmenter au fur à mesure que le pays se développe, le Mali reste encore aujourd'hui un puits de gaz à effet de serre (1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> Communications Nationales (CN) du Mali).

Le profil des émissions des trois principaux gaz (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O) calculés en 2010 est reporté dans le tableau 7.

Tableau 67 : Emissions et Séquestration des trois principaux GES (2010) au Mali

	Dioxyde de carbone CO <sub>2</sub>	Méthane CH <sub>4</sub>	Oxyde azoteux N <sub>2</sub> O
Energie (kT)	2676	63,81	0,75
Total Energie (kTéq CO <sub>2</sub> )	4 289		
Agriculture (kT)		627	114
Total Agriculture (kTéq CO <sub>2</sub> )	48 507		
Forêts et Changements d'affectation des terre (kT)	-245 177		
Total Forêts et changement d'affectation des terres (kTéq CO <sub>2</sub> )	-244 799		
<b>Total général des émissions (kTéq CO<sub>2</sub>)</b>		<b>-192 003</b>	

Les valeurs positives traduisent les émissions et les valeurs négatives la séquestration des GES.

L'analyse de l'inventaire des émissions de GES du Mali met en relief l'existence d'un important potentiel d'atténuation des émissions de GES, d'une part par la réduction des émissions de GES dans les principaux secteurs émetteurs, à savoir **l'agriculture et l'utilisation agricole des terres** ainsi que **l'énergie**, et d'autre part par le **renforcement des capacités d'absorption de GES par les forêts**. Ce sont ces mesures qui constitueront les principaux éléments de la stratégie nationale de réduction des émissions de GES au Mali.

#### 3.1.4. Mesures d'atténuation des émissions des GES préconisées

L'élaboration des prévisions et du choix des données se sont faits au cours de réunions de concertation. Ils ont lieu au niveau sectoriel pour les trois secteurs principaux d'émissions de gaz à effet de serre (agriculture, foresterie et changement d'utilisation des terres, énergie) et au niveau multi-sectoriel.

Ces réunions ont permis :

- d'identifier et d'exploiter les programmations nationales et les orientations prospectives du Mali qui ont servi de base à l'élaboration de la stratégie d'atténuation des émissions de GES ;
- de valider les données techniques recueillies par l'équipe de la Troisième Communication Nationale pour la période 2007 – 2014 ;
- de déterminer les valeurs des données de base pour les années 2015-2030 dans les différents secteurs pour le scénario de base et pour le scénario d'atténuation.
- Les calculs de GES ont été effectués par secteur puis agrégés sur trois périodes :
- La première période est celle des années 2007–2014 pour laquelle les valeurs des émissions de GES sont issues de calculs effectués lors de l'élaboration de la Troisième Communication Nationale du Mali (TCN), à partir de données réelles fournies par les services techniques.
- La seconde période concerne 2015–2030 et résulte de prévisions reflétant la tendance normale du développement du Mali (scénario Business-As-Usual). Ce scénario a été élaboré en fonction des politiques nationales et des concertations sectorielles. C'est le **scénario de base**.
- Afin de participer à l'ambition collective d'atteindre l'objectif ultime de la Convention (moins de 2°C), le Mali a élaboré un scénario plus ambitieux et volontariste afin de réduire les émissions de GES au cours de la période 2020–2030. C'est le scénario d'atténuation conditionnel qui est conditionné par la mise en œuvre de moyens humains, matériels et financiers du Mali et de ses partenaires bilatéraux et multilatéraux.

Si le Mali était le seul investisseur dans cet exercice le scénario correspondant sur cette même période est le **scénario d'atténuation inconditionnel**.

#### 3.1.4.1. Mesures d'atténuation pour le secteur énergie

##### Bilan des émissions de la période 2007-2014 dans le secteur de l'Energie

Le Mali dispose de potentiels d'énergies renouvelables significatifs dont :

- l'énergie solaire : 6 kWh/m<sup>2</sup> (7 à 10 heures d'ensoleillement par jour) ;
- la biomasse : 2 000 ha de plantations de jatropha, 1400000l d'alcool à partir de la canne à sucre ;
- l'hydraulique : 1 150 MW (seulement 22% exploités) ;
- l'éolien : 3 à 7 m/s.

(Source : Direction Nationale de l'Energie).

Malgré ce potentiel, le secteur énergétique est très peu performant au regard de ses principaux indicateurs notamment :

- un bilan énergétique dominé par le bois énergie (bois de feu et charbon de bois), se traduisant par une forte pression de la consommation sur le massif forestier national ;
- un taux de dépendance à l'importation des produits pétroliers de 100% ;
- une faible consommation d'énergie finale : 0,18 tep/hbt (0,45 pour la zone CEDEAO, 0,5 pour l'Afrique) ;
- une faible consommation électrique : 59,36 kWh/hbt ;
- un taux d'électrification bas : 27,08% national (55,27% urbain, 14,89% rural) en 2010 ;
- une croissance de demande d'électricité : 10% annuel ;
- une faible intégration des énergies renouvelables dans la production d'électricité : 3% ;

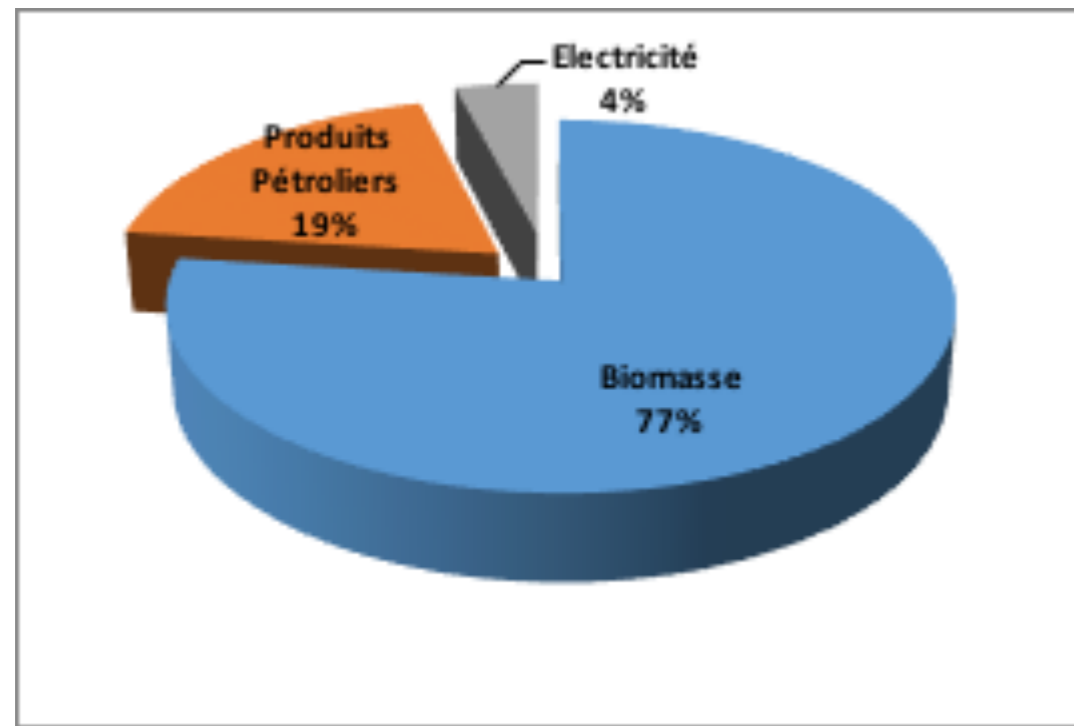


Figure 37 : Structure de la consommation finale d'énergie au Mali en 2010

Les trois communications nationales du Mali (1<sup>ère</sup> en 1995, 2<sup>ème</sup> en 2000, 3<sup>ème</sup> en cours d'élaboration) ont toutes établi que parmi les trois secteurs les plus émetteurs de gaz à effet de serre (GES), figure celui de l'énergie. L'émission de GES due à ce secteur est en constante progression (Figure 38). Entre 1995 et 2000, l'accroissement a été de 60,32%, tandis qu'il a atteint 83,63% entre 2000 et 2012. Dans la période 1995-2012, les émissions de CO<sub>2</sub> sont passées de 945 kT à 2 782 kT, soit un accroissement de plus de 190% sur les 17 années.

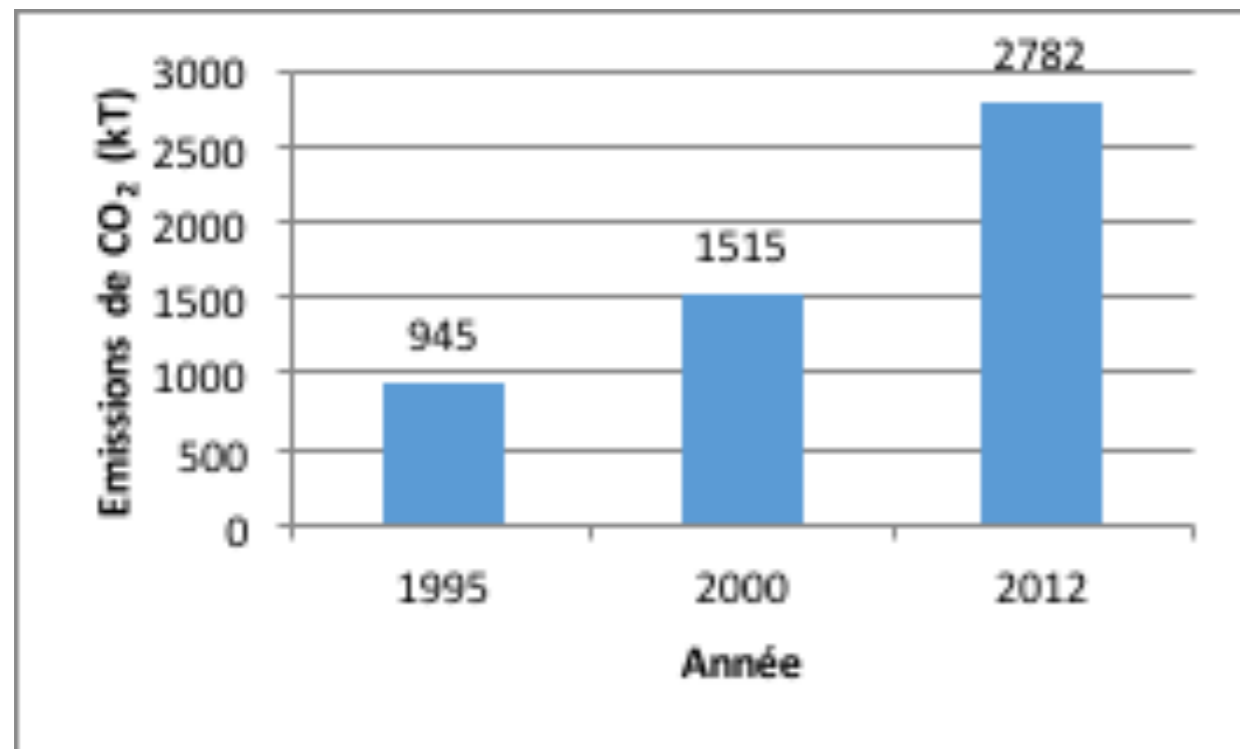


Figure 38 : Evolution des émissions de GES dans le secteur de l'énergie

La répartition des émissions par rapport aux sous-secteurs de l'énergie est montrée sur la figure 4. L'analyse de cette répartition montre que :

- le sous-secteur **résidentiel** occupe la première place avec la consommation accrue de biomasse, notamment le bois énergie comprenant le bois de feu et le charbon de bois (82,20% des émissions significatives du secteur en 2012) ;
- Le sous-secteur des transports vient en seconde position (12,25% des émissions significatives du secteur en 2012) avec la consommation de combustible fossile (essence et gasoil) ;
- Le sous-secteur de la transformation occupe la troisième place particulièrement pour la consommation de combustible dans la production de l'électricité (4,73% des émissions du secteur en 2012). La figure 40 représente l'évolution des GES dans le secteur de l'Énergie entre 2007 et 2014.

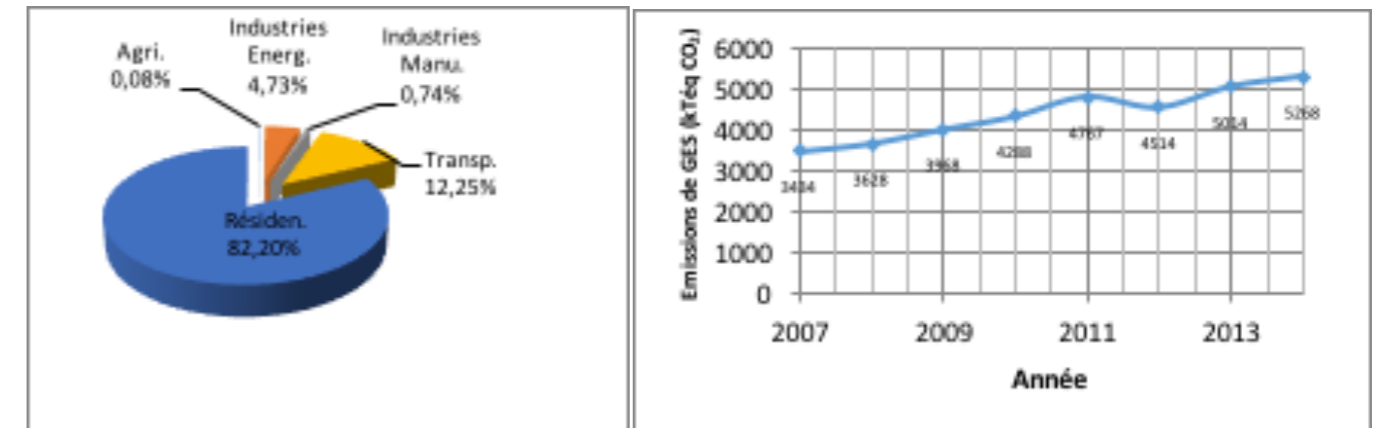


Figure 39 : Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> par sous-secteur de l'Énergie en 2012.

Figure 40 : Evolution des GES dans le secteur de l'Énergie entre 2007 et 2014

Entre 2007 et 2014 les émissions de GES dues à la production et à la consommation d'énergie ont évolué de 3 434 kTéq CO<sub>2</sub> à 5 268 kTéq CO<sub>2</sub>, soit un accroissement moyen annuel de 6,44 %.

Au regard de ce qui précède, les politiques d'atténuation d'émissions de GES dans le secteur de l'énergie, doivent beaucoup s'orienter vers le résidentiel, les transports et les industries énergétiques.

L'application de l'efficacité énergétique associant l'utilisation rationnelle de l'énergie, l'économie d'énergie et la maîtrise de l'énergie devrait permettre une décroissance significative des émissions de GES à l'horizon 2030. L'association de l'ensemble de ces mesures permet de construire les scénarios de base et d'atténuation.

Ainsi dans l'intervalle 1995-2012 l'évolution annuelle des émissions de gaz à effet de serre a été de 6,91%. Cette situation entrainerait, en 2020 une émission de 4750 Gg de CO<sub>2</sub>, et 9269 Gg en 2030 (Figure 41).

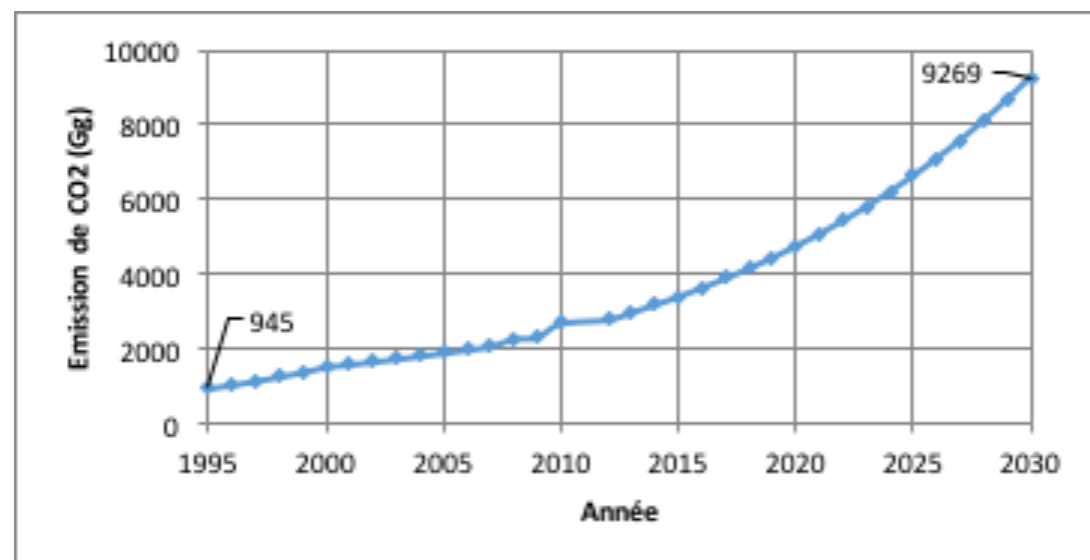


Figure 41 : Evolution des émissions de CO2 entre 1995 et 2030 avec une croissance moyenne annuelle de 6,91%

### PREVISIONS DES EMISSIONS DE GES DU MALI

#### Atténuation des émissions de GES dans l'intervalle 2015-2050 dans le secteur de l'Énergie

##### ➤ Politiques plans et programmes sur lesquels s'appuie cette prospective

Conscient des enjeux socio-économiques et environnementaux que représente le secteur de l'énergie, le Gouvernement du Mali a défini des programmes/stratégies sectoriels qui assurent la réduction des émissions de GES dans le secteur tels que : **i)** la Politique Énergétique Nationale ; **ii)** la Stratégie Nationale de Développement des Énergies Renouvelables ; **iii)** la Stratégie Nationale de Développement des Biocarburants ; **iv)** le cadre de valorisation à grande échelle des ÉnR (SREP).

Les actions d'atténuation, au vu de ce qui précède, sont définies en trois groupes : **(i)** la valorisation à grande échelle des énergies renouvelables, **(ii)** la promotion de l'application de l'efficacité énergétique dans le domestique et les transports, **(iii)** la promotion de l'utilisation des biocarburants comme agro carburant. En effet, ces trois composantes sont parties intégrantes de la politique énergétique du Mali. Pour cela les technologies retenues sont listées dans le tableau 68 ci-dessous.

Tableau 68 : Technologies retenues – Secteur ENERGIE

Sous-secteurs d'émissions du secteur de l'Énergie	Les sources d'émission	Technologies d'atténuation
Sous-secteur de l'électricité (thermique)	centrale thermique	aérogénérateurs
		Solaire photovoltaïque (centrale PV)
		Hydroélectricité (centrales hydroélectriques)
Sous-secteur des hydrocarbures	Utilisation des hydrocarbures dans le transport	Production de biocarburants à partir d'huile de Pourghère et d'éthanol à partir de la canne à sucre.
Sous-secteur des énergies traditionnelles	énergie issues de la biomasse (bois de feu, charbon de bois et déchets végétaux et animaux)	Briquettes combustibles
		Foyers Améliorés
Sous-secteur de la maîtrise d'énergie	Équipements de faible rendement (énergétivores)	Séchoirs solaires
		Chauffe-eau solaire
		Rafraîchisseur d'Air par Évaporation
		Lampe basse consommation (LBC)

Source : Mali-Folkecenter Nyetaa, Mai-2011.

#### La valorisation à grande échelle des énergies renouvelables

Il s'agit de promouvoir l'utilisation massive des énergies renouvelables, particulièrement l'énergie solaire, dans la production d'électricité. En effet les concertations avec la Direction Nationale de l'Énergie ont permis d'identifier des actions définies en vue d'accroître la production d'électricité sans préjudice majeur à l'environnement en termes d'émission de GES. Trois composantes ont été identifiées : la production hydroélectrique, la production solaire et l'interconnexion. Dans le tableau 1 sont reportées les actions relatives à la production d'énergie par les trois composantes citées.

L'atténuation des émissions de GES obtenues en substituant la production par les centrales thermiques par l'hydroélectricité, le solaire et l'interconnexion est montrée dans la dernière colonne du tableau sur la page 2015-2019.

Tableau 69 : Extrait des programmes permettant la réduction des émissions de GES

Technologie	Puissance (MW)	Productible annuel (GWh)	Année mise en œuvre	Coût (Millions FCFA)	CO <sub>2</sub> Emis Technologie	CO <sub>2</sub> Emis Technologie Fossile	CO <sub>2</sub> Evité
Hydraulique	6	36	2019	40 489		30,60	-30,6
	25	108	2016	130 000		91,80	-91,8
	10	53,2	2018	27 300		45,22	-45,22
Solaire	0,05	0,06	2017	320	0,002215569	0,05	-0,0486826
	1,67	2	2020	26 338	0,074	1,70	-1,626
	11,6	14	2020	80 069	0,514011976	11,81	-11,294371
	20	30	2018	7 039	1,0915	25,08	-23,9835
	40	59			2,183	50,15	-47,967
	50	74	2017	39 300	2,738	62,90	-60,162
Interconnexion	130		2020	102 180		0	0

Analyse des capacités du pays à valoriser son potentiel d'atténuation des émissions de GES.

#### L'expérience du pays avec le mécanisme de développement propre (MDP)

Des estimations des réductions de gaz à effet de serre ont déjà été faites pour certains projets du portefeuille MDP du Mali. Pour les 14 projets « énergie » du portefeuille MDP du Mali pour lesquels les données sont disponibles, les réductions annuelles d'émissions de gaz à effet de serre sont estimées à **1 285 034 TECO<sub>2</sub>/an**.



Tableau 70 : Projets identifiés dans le cadre du portefeuille MDP

N°	Titre du projet / description	Porteur	Réduction des émissions
1	Projet d'hydroélectricité de Félou	OMVS/SOGEM	188 282
2	Projet de fourneaux à basse consommation de charbon de bois	GIE Katene Kadji	72 112
3	Mali Jatropha Curcas Plantation Project (MJCPP)	Degissi Vert, Eco-Carbon et Novartis	130 000
4	KIVA-ECO Projet de foyers améliorés	Kiva Carbon Sarl (France)	63 200
5	Projet de plantations de pourghère pour l'électrification rurale au Mali (PPPERM)	Cali / Carbon2Green Developments	120 000
6	Projet de plantations en ligne du jatropha dans les systèmes agraires pour la promotion des énergies propres et la réduction de la pauvreté en zone cotonnière	Intercooperation (ONG) ; autres participants au projet : coopératives (AOPP, UACT) et organisations du secteur IEP	1 850
7	Projet de production de briquettes et de buchettes biomasse au Mali	Katene Kadli (AFOVERT)	16 771
8	Projet hybride éolien-diesel à Tombouctou	AER, ADERE NORD, EDM-SA	1 480
9	Projet de diffusion de 1 000 000 de lampes basse consommation (LBC) au Mali 2011-2012	AMADER	11 899
10	Projet de diffusion de 1 000 000 foyers améliorés dans le bassin d'approvisionnement en bois énergie de la ville de Bamako	AMADER	285 781
11	Projet hydroélectrique de Kénié	DNE	30 644
12	Projet d'hydroélectricité de Gouina	OMVS/SOGEM	326 032
13	Projet hydroélectrique de Taoussa	Gouvernement du Mali, Ministère de l'énergie et de l'eau	33 750
14	Commercialisation des ampoules à basse consommation au Mali	ICON	3 300

❖ **Prévision des émissions de GES dans le secteur de l'Énergie**

Les scénarios des émissions de GES dans le secteur de l'Énergie ont été développés sur la base de la Politique nationale de l'énergie et des stratégies afférentes ainsi que des actions qui en découlent.

Les programmes et projets mentionnés ci-dessus permettent d'obtenir les réductions de GES synthétisées dans le tableau et la figure 42 qui suivent :

Tableau 71 : Emissions de GES en TE-CO<sub>2</sub> dans les scénarios de base, d'atténuation inconditionnelle et conditionnelle

Année	Sc Base	Sc Cond	Sc Inc	Taux ATT
				0
2015	3660,024	3660,024	3660,024	
2016	3896,159	3896,159	3896,159	0
2017	4157,676	4157,676	4157,676	0
2018	4444,575	4444,575	4444,575	0
2019	4756,856	4756,856	4756,856	0
2020	5094,519	4809,815	5053,94	5,59
2021	5457,564	4871,9	5363,96	10,73
2022	5845,991	4961,395	5702,08	15,13
2023	6259,8	5078,3	6068,3	18,87
2024	6698,991	5222,615	6462,62	22,04
2025	7163,564	5394,34	6885,04	24,70
2026	7653,519	5593,475	7335,56	26,92
2027	8168,856	5820,02	7814,18	28,75
2028	8709,575	6073,975	8320,9	30,26
2029	9275,676	6355,34	8855,72	31,48
2030	9867,159	6664,115	9418,64	32,46
2031	10484,024	7000,3	10009,66	33,23
2032	11126,271	7363,895	10628,78	33,82
2033	11793,9	7754,9	11276	34,25
2034	12486,911	8173,315	11951,32	34,54
2035	13205,304	8619,14	12654,74	34,73
2036	13949,079	9092,375	13386,26	34,82
2037	14718,236	9593,02	14145,88	34,82
2038	15512,775	10121,075	14933,6	34,76
2039	16332,696	10676,54	15749,42	34,63
2040	17177,999	11259,415	16593,34	34,45
2041	18048,684	11869,7	17465,36	34,24
2042	18944,751	12507,395	18365,48	33,98
2043	19866,2	13172,5	19293,7	33,69
2044	20813,031	13865,015	20250,02	33,38
2045	21785,244	14584,94	21234,44	33,05
2046	22782,839	15332,275	22246,96	32,70
2047	23805,816	16107,02	23287,58	32,34
2048	24854,175	16909,175	24356,3	31,97
2049	25927,916	17738,74	25453,12	31,58
2050	27027,039	18595,715	26578,04	31,20

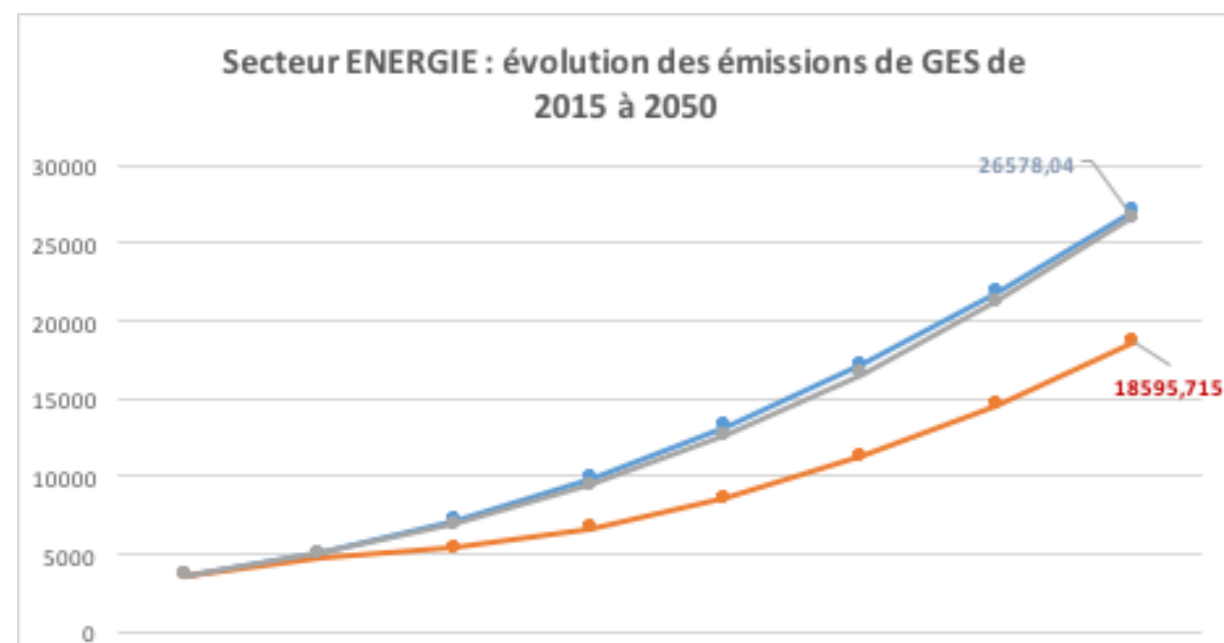


Figure 42 : Courbes des émissions des scénarios de base, d'atténuation conditionnelle et d'atténuation inconditionnelle pour la période 2015-2030 dans le secteur de l'énergie

Le scénario de base montre que les émissions de GES vont croître de **3 400 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2015 à **4 750 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2020 pour atteindre **9 269 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2030. Cela donne un accroissement moyen annuel de 6,91% entre 2015 et 2030.

Les conséquences des mesures d'atténuation entre 2020 et 2030 permettront de rabaisser le niveau des émissions de **4 750 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2020 à **6 336 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2030. Ainsi, par rapport au scénario de base, les émissions atteindront une baisse, par le scénario d'atténuation, de **31,6%** en 2030.

#### ❖ Coût des mesures d'atténuation

Certaines actions concernées par cette stratégie d'atténuation sont :

- le programme de valorisation à grande échelle des énergies renouvelables (SREP) pour 258 millions de \$US ;
- Le projet Manantali II qui sera réalisé entre 2016 et 2021 et coûtera 150 millions de dollars US ;
- Le projet d'électrification villageoise par système d'énergies renouvelables qui sera réalisé entre 2015 et 2020 et coûtera 7,2 millions de \$US ;
- Le projet de la centrale hydroélectrique de Kénié qui sera réalisé entre 2015 et 2020 et coûtera 165 millions de \$US.

Les ambitions de réduction des émissions du scénario d'atténuation sont de **1 486 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2025, soit une réduction de 22,4%, et **2 933 kTéq CO<sub>2</sub>** en 2030, soit une réduction de 31,6%. Le coût correspondant est de **580 millions de \$US** sur cinq ans, soit **1,16 milliard de \$US** sur les dix ans pour le **scénario conditionnel** d'atténuation et de **174 millions de \$US** pour le **scénario inconditionnel**.

#### 3.1.4.2. Mesures d'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture

##### Bilan des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture

Selon la méthodologie du GIEC utilisée pour le calcul des émissions de GES, le secteur de l'Agriculture regroupe les sous-secteurs suivants :

- l'Elevage où la production du méthane (CH<sub>4</sub>) se produit par : (i) la fermentation entérique résultant du processus digestif des animaux ; (ii) le mode de gestion du fumier pouvant provoquer sa décomposition dans des conditions anaérobies ;

- la Riziculture : la décomposition anaérobie des matières organiques dans les rizières inondées produit du CH<sub>4</sub> qui est rejeté dans l'atmosphère principalement par l'intermédiaire des pieds de riz pendant la saison de croissance ;
- le brûlage des savanes et des résidus agricoles sur place : le brûlage dans ce secteur produit principalement du monoxyde de carbone ; dans l'ensemble de ce sous-secteur, il y a des émissions instantanées de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dont le bilan est nul car le CO<sub>2</sub> émis est rejeté dans l'atmosphère et réabsorbé au cours de chaque nouvelle période de végétation.
- les sols agricoles et la gestion des engrais : ce sous-secteur produit du N<sub>2</sub>O dont : (i) les émissions directes par les sols cultivés (incluant les systèmes de culture et les effets des animaux en pâturage) et par le sol issues de la production animale ; (ii) les émissions indirectes issues de l'azote utilisée en agriculture.

Une synthèse des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture entre 2007 et 2014 est présentée dans le tableau 72 qui suit.

Tableau 72 : émissions de GES par sous-secteur pour le secteur de l'agriculture en TE-CO<sub>2</sub>

Sous-secteurs	CO <sub>2</sub> (Gg)	CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)	TE-CO <sub>2</sub>
Elevage (CH <sub>4</sub> )	0	524,39	1,23	<b>11 393</b>
Engrais (N <sub>2</sub> O)	0	0	112,46	<b>34 863</b>
riziculture (CH <sub>4</sub> )	0	96,09	0	<b>2 018</b>
Incinération de la savane (N <sub>2</sub> O)	0	0	2,07	<b>43</b>
Incinération ouverte des résidus agricoles (N <sub>2</sub> O)	0	0	4,06	<b>85</b>
<b>Total émissions module agriculture</b>		<b>626,6</b>	<b>113,69</b>	<b>48 403</b>

Les émissions de GES en TE-CO<sub>2</sub> du secteur de l'Agriculture pour la période **2007-2014** sont rapportées dans le tableau et les figures ci-dessous. Le sous-secteur du brûlage des savanes et des résidus agricoles émet uniquement du CO dont le pouvoir de réchauffement par rapport au CO<sub>2</sub> n'est pas défini. De ce fait, il n'est pas pris en compte dans ce tableau.

Figure 73 : Répartition sous-sectorielle des émissions de GES en Gg de 2007 à 2012

Année	Bilan annuel d'émission de GES (en Gg) du secteur de l'Agriculture				Total de GES (Gg)
	CH <sub>4</sub> méthane	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	
		Oxyde nitreux	oxyde d'azote	mon-oxyde de carbone	
2007	534	96	3	70	<b>703</b>
2008	547	111	3	68	<b>729</b>
2009	599	114	3	76	<b>792</b>
2010	627	114	5	140	<b>886</b>
2011	660	120	4	104	<b>888</b>
2012	671	132	4	91	<b>898</b>
2013	695	147	5	102	<b>949</b>
2014	705	138	4	91	<b>938</b>
<b>Moyenne</b>	<b>630</b>	<b>122</b>	<b>4</b>	<b>93</b>	<b>849</b>

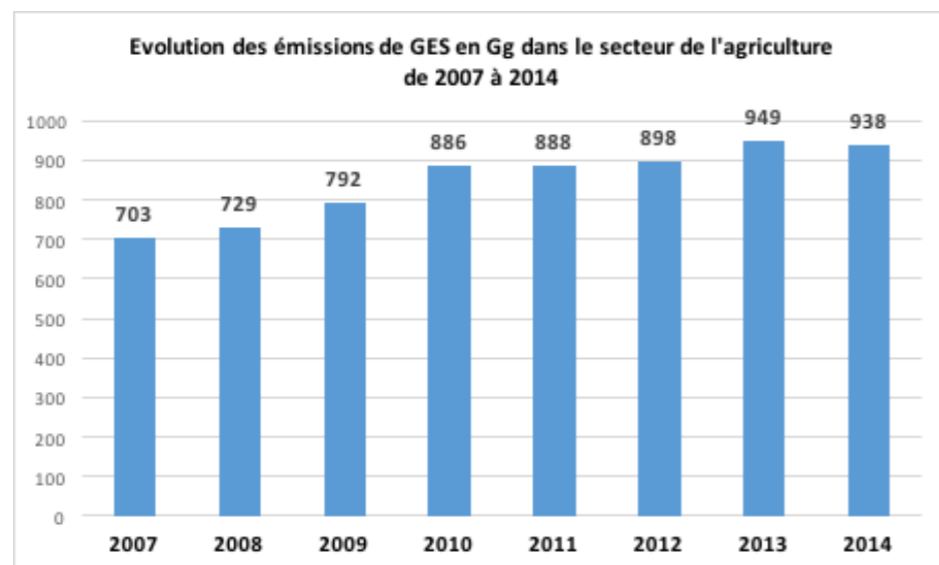


Figure 43 : évolution des émissions de GES de 2007 à 2014 dans le secteur de l'agriculture

La répartition des émissions de GES par sous-secteur dans le secteur de l'agriculture de 2007 à 2014 est présentée sur la figure qui suit.

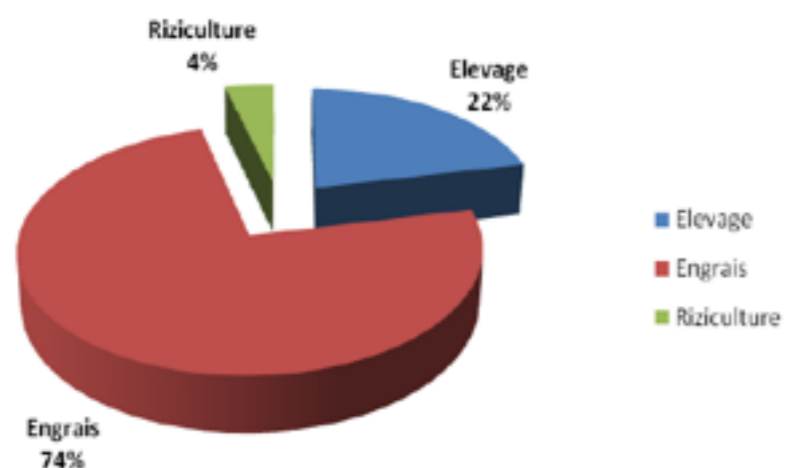


Figure 44 : Synthèse des émissions en TE-CO<sub>2</sub> de 2007 à 2014

La synthèse des émissions du secteur montre que les principaux sous-secteurs d'émission de GES du secteur de l'agriculture sont ceux des **engrais chimiques (74%)**, de **l'élevage (22%)** et de la **riziculture irriguée (4%)**. Les mesures d'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'Agriculture porteront sur ces sous-secteurs.

#### Atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'Agriculture de 2015 à 2050

##### ❖ Politiques, plans et programmes sur lesquels s'appuie la prospective

##### Potentiel d'atténuation dans le secteur :

En nous référant à l'inventaire national des émissions de GES du Mali, le secteur de l'agriculture constitue la deuxième source d'émissions de GES de au Mali après le secteur du CATF et offre en même temps un potentiel important en matière d'atténuation des émissions de GES. Dans ce cadre, le Gouvernement du Mali a défini un ensemble de politiques/stratégies/plans qui concourent à la réduction des émissions de GES dans le secteur : **i)** la Loi d'Orientation Agricole, **ii)** le Cadre Stratégique d'Investissement dans la Gestion Durable des Terres, **iii)** la Stratégie Nationale de Développement de l'Irrigation, **iv)** le Programme Gouvernemental d'Aménagement, **v)** la Politique Nationale de Lutte contre les Changements Climatiques (PNCC), **vi)** la Stratégie Nationale de Lutte contre les Changements Climatiques (SNCC), **vii)** le Plan d'Action National Changements Climatiques (PANCC), le Programme pilote de développement d'une agriculture intelligente et résiliente aux changements climatiques, la Politique Nationale de l'Agriculture, le Programme national d'aménagement pastoral résilient aux Changements Climatiques, le Programme de captage et stockage des eaux de pluie.

#### Description

Plusieurs activités sont envisagées au Mali dans le secteur agricole visant l'atténuation des émissions en GES. On peut notamment citer :

Les principales technologies retenues pour l'atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture sont résumées dans le tableau 73 qui suit.

Tableau 73 : Technologies retenues pour le secteur agriculture

Sous-secteurs d'émissions du secteur de l'Agriculture	Les sources d'émission	Technologies d'atténuation
Maraîchage et arboriculture	gestion de l'eau (Irrigation)	Irrigation à économie d'eau (goute à goutte)  Promotion de l'utilisation des énergies renouvelables pour le pompage des eaux souterraines et de surface pour l'irrigation ;
	Gestion des fertilisants minéraux	Agriculture biologique cas de la fosse à compostière ; Micro dose (liée à l'utilisation des engrais).
	Gestion de l'eau	Biotechnologie variétés de riz à haut rendement (système de maîtrise totale)
	Gestion des éléments fertilisants Méthanisation de la biomasse.	Système de riziculture intensive (SRI)
Gestion de la fertilité des sols agricoles (agriculture céréalière)	Culture extensive	Mise en jachère améliorée, compostage
	Pression foncière	fumier à la place des engrais minéraux, engrais biologiques et phosphates naturels
Forêt, Énergie	Séquestration de carbone	Technique de plantation du Pourghère  Bio charbon (technique de carbonisation).
	Séquestration de carbone	Reboisement (stockage CO <sub>2</sub> ).
Elevage	Dégradation du couvert végétal, et du sol ; diminution de la capacité de séquestration de carbone	Adaptation du nombre de têtes au taux de charge (eau + pâturage) dans les périmètres pastoraux

Source : Mali-Folkecenter Nyetaa, Mai-2011.

## Atténuation des émissions de GES dans le secteur de l'agriculture

Les activités agricoles (notamment l'utilisation agricole des terres, la riziculture irriguée et l'élevage) offrent un potentiel conséquent d'atténuation des émissions de GES par le biais de pratiques améliorées. Par exemple, l'atténuation des émissions de méthane et d'azote peut être envisagée par l'adoption d'approches/techniques de gestion durable des terres telles que par exemple :

- Une réduction du temps d'inondation des terres dans le système de riziculture irriguée par la méthode du Système de Riziculture Intensive ;
- Une diminution des doses d'engrais utilisées dans l'agriculture à travers l'application du système de micro dose. Cette technique permettrait de réduire de 50% à 60% les émissions d'azote liées à l'utilisation des engrais chimiques ;
- Le remplacement d'une partie de l'engrais chimique par la fumure organique.

Sont aussi envisagées, une diminution des émissions de GES liées au brûlage des résidus agricoles par l'enfouissement de ceux-ci dans le sol ou par leur utilisation pour la préparation de la fumure organique. Ceci permettrait d'une part de réduire les quantités d'engrais chimiques à utiliser, et d'autre part de permettre une meilleure conservation de l'humidité dans le sol. La pratique de la jachère permettra aussi de renforcer la séquestration du carbone.

### Justification

Le Mali est un pays à vocation agro - sylvo - pastorale. L'économie malienne repose essentiellement sur le secteur primaire (agriculture, élevage, pêche) qui occupe près de 80% de la population active. Bien que les terres arables ne représentent qu'une petite partie de la superficie totale du pays, l'agriculture reste la locomotive de l'économie et représente de l'ordre de 35% du produit intérieur brut.

En raison de la croissance démographique et en réponse aux besoins alimentaires toujours grandissant de la population malienne, les superficies de terres mises en culture ont régulièrement augmenté et la pression agricole sur les ressources en sols s'est progressivement accrue. Cette pression s'est traduite notamment dans les régions où la pression démographique est forte par la mise en culture des terres marginales et/ou forestières pour la production alimentaire et commerciale, par une diminution de la durée des jachères, par une diminution de la fertilité et par une accentuation du phénomène de l'érosion. Ainsi, le mode de gestion et d'exploitation agricole, conjugué aux effets climatiques, entraîneraient la réduction des superficies de forêts, augmentant ainsi le risque d'érosion (hydrique et éolienne) et de désertification et leurs corollaires comme la diminution de la capacité de séquestration du CO<sub>2</sub> par les écosystèmes, la perte de productivité des terres, la perte de biodiversité, la diminution de compétitivité des filières agricoles, etc. En plus, l'utilisation des intrants dans le cadre de l'intensification de la production des cultures contribue à l'augmentation des émissions de GES. L'irrigation par pompage, quant à elle, se développe de manière régulière au Mali, mais la plupart des équipements fonctionnent au diesel. Le remplacement de ces pompes par des pompes solaires ou des aérogénérateurs contribuera à diminuer les émissions de GES.

L'engagement du pays dans le développement à grande échelle de techniques culturales et d'élevage durables, aura un impact positif direct sur les conditions de vie des populations maliennes et sur la productivité de leurs activités économiques tout en contribuant à améliorer la résilience climatique des espaces productifs agricoles au changement climatique et à diminuer les émissions de GES.

Certains des programmes et projets ci-dessus mentionnés permettent d'obtenir les réductions de GES synthétisées dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau 74 : émissions de GES en TE-CO<sub>2</sub> dans les scénarios de base, d'atténuation inconditionnelle et conditionnelle dans le secteur de l'agriculture

Année	SC. de baSE	SC. conditionnel	SC. inconditionnel	Taux ATT
2015	5 838,51	5 838,51	5 838,51	
2016	6 020,32	6 020,32	6 020,32	
2017	6 202,13	6 202,13	6 202,13	
2018	6 383,94	6 383,94	6 383,94	
2019	6 565,75	6 565,75	6 565,75	
2020	6 747,56	6 820,32	6 777,20	
2021	6 929,37	6 788,93	6 916,40	
2022	7 111,18	6 742,72	7 055,60	
2023	7 292,99	6 681,69	7 194,80	
2024	7 474,80	6 605,84	7 334,02	
2025	7 656,61	6 515,16	7 473,20	
2026	7838,42	6 409,67	7 612,40	
2027	8 020,23	6 289,35	7 751,60	
2028	8 202,04	6 154,21	7 890,80	
2029	8 383,85	6004,25	8 030,08	
2030	8 565,66	5839,4672	8 169,20	31,83
2031	8 747,47	5659,8628	8 308,40	
2032	8 929,28	5465,4368	8 447,60	
2033	9111,09	5256,1892	8 586,80	
2034	9 292,9	5032,12	8 726,02	
2035	9 474,71	4793,2292	8 865,20	
2036	9 656,52	4539,5168	9 004,40	
2037	9 838,33	4270,9828	9 143,60	
2038	10 020,14	3987,6272	9 282,80	
2039	10 201,95	3689,45	9 422, 02	
2040	10 383,76	3376,4512	9 561,20	
2041	10 565,57	3048,6308	9 700,40	
2042	10 747,38	2705,9888	9 839,60	
2043	10929,19	2348,5252	9 978,80	
2044	11 111,10	1976,24	10 118,1	
2045	11 292,81	1589,1332	10 257,2	
2046	11 474,62	1187,2048	10 396,4	
2047	11 656,43	770,4548	10 535,6	
2048	11 838,24	338,8832	10 674,8	
2049	12 020,05	-107,51	10 814,1	
2050	12 201,86	-568,7248	10 953,2	

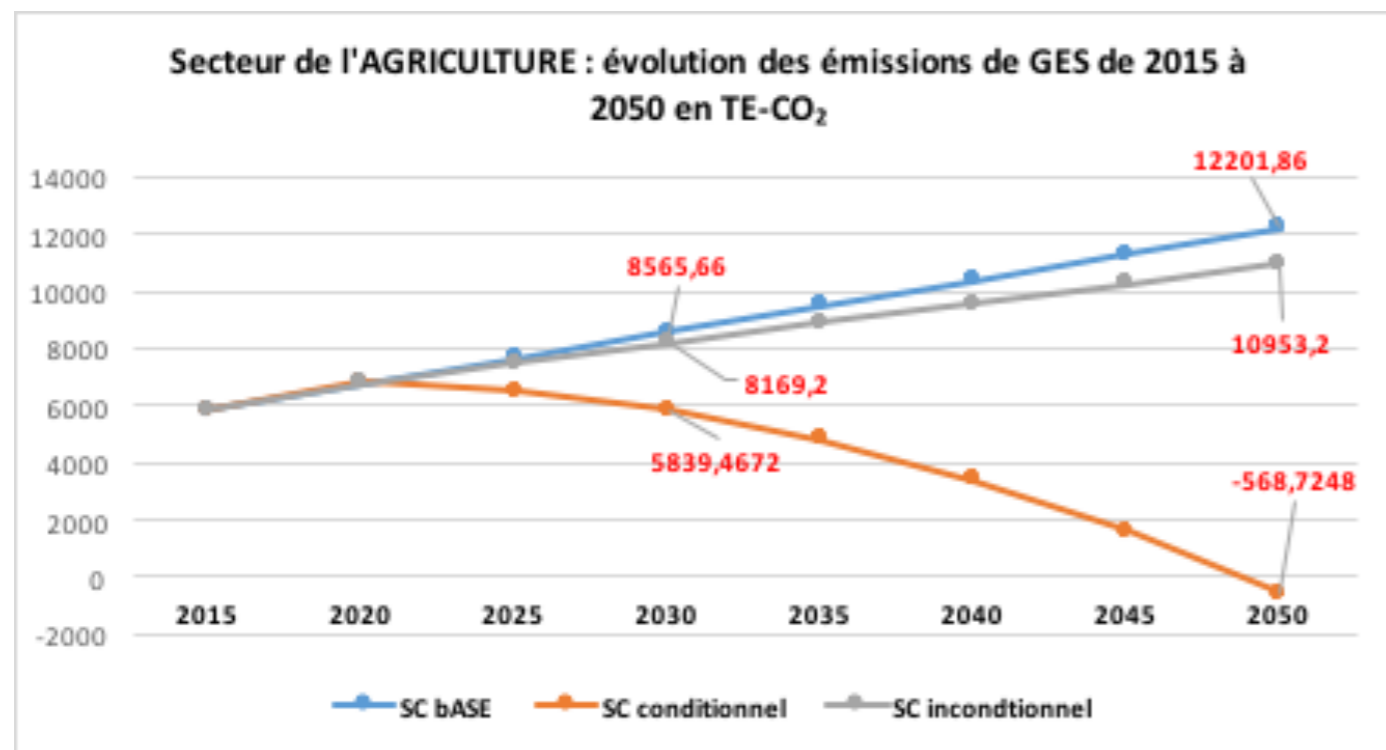


Figure 45 : Courbes des émissions des scénarios de base, d'atténuation conditionnelle et d'atténuation inconditionnelle pour la période 2015-2050 dans le secteur de l'agriculture

L'analyse de courbe montre que :

- Dans le cas du scénario de base : le secteur de l'agriculture restera toujours émetteur même au-delà de 2050 ;
- Dans le cas du scénario d'atténuation inconditionnel : c'est le même constat puisque les efforts d'atténuation ne sont pas suffisants pour inverser la tendance ;
- Dans le cas du scénario d'atténuation conditionnel : on remarque qu'à partir des années 2048, le secteur de l'agriculture commence à devenir un puits d'absorption des GES comme le secteur **CATF**.

#### ❖ Coût des mesures d'atténuation

Les ambitions de réduction des émissions sont de **9 759 kTéq CO<sub>2</sub> en 2025** et **25 400 kTéq CO<sub>2</sub> en 2030**. Le coût de ce scénario d'atténuation conditionnel s'élève à **20,6 milliards de \$US**.

Dans le secteur de l'agriculture, les mesures d'atténuation des émissions de GES, les plus appropriées concernent trois sous-secteurs qui sont : la riziculture irriguée, l'élevage et la gestion des engrais.

Pour le sous-secteur de la riziculture irriguée, l'atténuation sera focalisée sur la gestion de l'eau par l'irrigation intermittente afin d'éviter l'inondation permanente des terres rizicoles, source d'émission par fermentation.

Pour les sous-secteurs de l'élevage et des engrais chimiques, la mesure d'atténuation sera axée sur la substitution de l'urée à forte teneur en azote par la fumure organique dont la production permettra de réduire les émissions des fumures liées à la décomposition anaérobie.

Le coût lié à ces émissions de GES dans le secteur de l'agriculture s'élève à **20,6 milliards de \$US** pour le scénario d'atténuation conditionnel et à **3,09 milliards de \$US** pour le scénario d'atténuation inconditionnel.

### 3.1.4.3. Mesures d'atténuation des émissions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie

#### A) Bilan des émissions de GES pour la période 2007 à 2014 pour le secteur du changement d'affectation des terres

La zone forestière prise en compte par le secteur comprend les espaces boisés et les savanes.

Les principales données utilisées pour l'évaluation des gaz sont la superficie des zones forestières, la superficie des plantations forestières, la quantité de bois exploitée, et la superficie des sols minéraux.

La plantation forestière est une activité importante au Mali marquée par une forte progression des superficies reboisées. Entre 2007 et 2014, les superficies plantées ont passé de 9 079 hectares à 80 387 hectares, soit une multiplication par 9.

Dans le secteur de la Foresterie et des Changements d'Affectation des Terres la séquestration de GES, d'une valeur moyenne de **781 473 Kilo Tonnes de CO<sub>2</sub>** par an, est assurée uniquement par la zone forestière. En revanche les émissions, d'une valeur moyenne de **560 976 Kilo Tonnes de CO<sub>2</sub>** par an, proviennent des sols minéraux, affectés aux systèmes d'agriculture et du sylvopastoralisme, et des terres converties (prairies et surfaces défrichées).

Tableau 75 : Synthèse des émissions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie en KT CO<sub>2</sub> de 2007 à 2014

Années	Emission	Séquestration	Bilan net
2007	525 152	- 784 615	- 259 463
2010	532 889	- 779 906	- 247 017
2014	624 863	-779 899	- 155 036

Le bilan net du secteur foresterie et des changements d'affectation des terres est un bilan de séquestration des GES, d'une valeur moyenne de **220 505 KTonnes de CO<sub>2</sub>** par an, qui permet au Mali d'être un puits de carbone.

#### B) Emissions de GES dans le secteur de la Foresterie et des Changements d'Affectation des Terres

- ❖ Politiques, plans et programmes sur lesquels s'appuie la prospective

Les politiques, plans et programmes sur lesquels s'appuie cette prospective sont:

- la Politique Nationale de Protection de l'Environnement ;
- la Politique Nationale Forestière ;
- la Politique Nationale des Changements Climatiques, sa stratégie et son plan d'action ;
- Les Plans quinquennaux de reboisement.
- La Stratégie Nationale de la diversité biologique ;
- La Stratégie Nationale de gestion des aires protégées ;
- la Grande Muraille Verte ;
- le Mécanisme de Développement Propre.

Ces politiques et stratégies sont mises en œuvre par des projets et programmes dont ceux présentés ci-dessous :

**Tableau 76 : liste des projets et programmes devant concourir à l'atténuation des émissions de GES dans le secteur du CATF**

PROJETS/PROGRAMMES	TYPE D' ACTIONS D' ATTENUATION MENEES
Projet Alliance Globale sur le changement Climatique	Réalisation d'inventaires forestiers régionaux Appui au système informatique de gestion des données forestières Reboisement et régénération des forêts Appui à l'opérationnalisation du Fond Climat Mali
Programme Gestion Décentralisée des Forêts	Elaboration de Plans d'aménagement et de gestion (PAG) de massifs forestiers villageois Appui à l'exploitation rationnelle du bois énergie dans ces massifs
Programme de Développement Durable dans le Delta du Niger	Elaboration et mise en œuvre des PAG des Forêts Classées Plantations de production de bois, de Bosquets villageois et d'arbres fruitiers
Projet de Lutte Contre l'Ensamblage dans le Bassin du Fleuve Niger	Elaboration et mise en œuvre des PAG pour la stabilisation des dunes Fixation de dunes Plantations forestières de bois de service
Projet d'Extension et de Renforcement du Système des Aires Protégées	Elaboration de PAG de parcs nationaux et de sanctuaires de faune Appui à la gestion d'aires protégées Création de couloirs de migration de la faune Formation de villageois
Programme d'aménagement des forêts et des aires protégées	dans ce programme, des activités seront menées pour la bonne gestion et l'aménagement des forêts et des aires protégées.
Programme de lutte contre les feux de brousse	ce programme permettra de lutter contre les feux de brousse par des actions de prévention, et de gestion (mise en place de dispositifs de surveillance, promotion des techniques efficace de lutte, mise en place de dispositifs de gestion des crises, etc.).
La Grande Muraille Verte	: il s'agit d'un projet régional couvrant 11 pays dont le Mali, endossé par l'Union Africaine. Il constitue une réponse de l'Afrique Sahélienne aux défis posés par les changements climatiques et la désertification. Les programmes et projets prévus dans le cadre de l'élaboration de la CDN permettent d'obtenir les réductions de GES.
Programme de régénération Naturelle Assistée (RNA)	ce programme vise à amplifier la RNA dans les zones potentielles du Mali permettant de régénérer les forêts et les espaces forestiers dégradés.
Programme d'intensification du reboisement	il permettra d'intensifier le reboisement au Mali en soutenant les différentes activités menées dans ce sens, que ce soit par l'état ou par la société civile.
MDP Biomasse (Foyers améliorés)	Projet de fabrication et vulgarisation d'un modèle de poêle économique de bois de chauffe au Mali»KIVA-ECO»
MDP Energie	Projet de production de briquettes à travers les sous-produits agricoles.
MDP Reboisement et production de bio-carburant	Projet de Plantation de Pourghère pour l'Electrification rurale au Mali
MDP Reboisement et production de bio-carburant	Projet de Plantation en ligne du Jatropha dans les systèmes agraires pour la promotion des énergies propres en zone cotonnière
MDP Boisement/Séquestration de carbone	Projet de plantation d'Acacia Sénégal (50 000 ha ?)

Selon le scénario de base et selon le scénario d'atténuation, le Mali demeure un puits de carbone jusqu'en 2030 et au-delà.

La séquestration de GES est quasi exclusivement assurée par le couvert forestier.

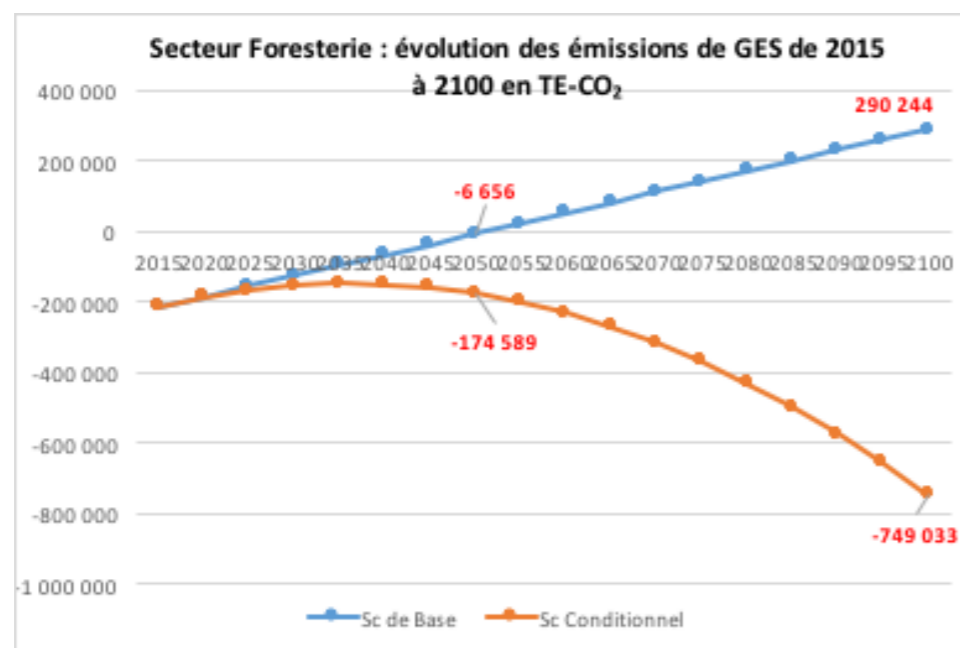
Les émissions de GES du secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie est assurée, au sens du GIEC, par les sols minéraux affectés aux systèmes d'agriculture et du sylvopastoralime.

Les émissions cumulées de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, et CO ne sont pas pris en compte car elles représentent moins de 0,01% du total.

Les programmes et projets ci-dessus permettent d'obtenir les réductions de GES synthétisées dans le tableau 77 et la figure qui suivent.

**Tableau 77 : évolution des émissions de GES de 2015 à 2100 en TE-CO<sub>2</sub> dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie**

Année	Sc. de Base	Sc. Conditionnel
2015	-214 486	-214 486
2020	-184 796	-184 796
2025	-155 106	-166 772
2030	-125 416	-153 433
2035	-95 726	-147 546
2040	-66 036	-149 109
2045	-36 346	-158 124
2050	-6 656	-174 589
2055	23 034	-198 504
2060	52 724	-229 871
2065	82 414	-268 688
2070	112 104	-314 957
2075	141 794	-368 676
2080	171 484	-429 845
2085	201 174	-498 466
2090	230 864	-574 537
2095	260 554	-658 060
2100	290 244	-749 033



**Figure 46 : Courbes des bilans nets (séquestration) des scénarios de base, scénarios d'atténuation conditionnelle et d'atténuation inconditionnelle pour la période 2015-2100**

**Analyse de ces courbes :** en continuant les projections jusqu'à l'horizon temporel 2100, la structure de cette courbe subit une inversion totale comme cela est illustré sur la figure ci-dessus.

En effet, en analysant cette courbe de tendance (**courbe bleue**), il apparaît clairement que le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie cessera d'être un puits d'absorption de carbone aux environs de l'année 2055 pour devenir source d'émission comme les autres secteurs : énergie, agriculture, déchets, procédés industriels.

Par contre si des actions d'atténuation vigoureuses (scénario conditionnel : **courbe orange**) comme celles préconisées ci-dessus sont mises en œuvre, ce secteur restera un puits même au-delà de l'horizon temporel 2100.

❖ **Coût des mesures d'atténuation pour le secteur de la foresterie et des changements d'affectation des terres**

Le scénario de base est mis en œuvre par des plantations forestières pour un coût total entre 2015 et 2030 de **1 229 millions \$US**.

Le scénario d'atténuation conditionnel est mis en œuvre par les mesures suivantes :

- les plantations forestières pour un coût de 10 719 millions \$US ;
- le scénario de mise en œuvre de la stratégie d'amélioration du couvert végétal qui permettra la mise sous aménagement de 391 488 ha en 2017 à 2 844 619 ha en 2050 selon le document de la DNEF est estimé à 253 millions \$US ;
- la régénération naturelle assistée pour un coût de 1 531 millions \$US ;
- la gestion des forêts classées et des aires protégées pour un coût de 670 millions \$US ;
- La promotion des énergies renouvelables et des équipements de réduction de la consommation de bois énergie en milieu rural : à ce titre les résultats attendus pour l'utilisation des équipements dans les centres urbains et dans les milieux urbains selon le SDA de Bamako 2007 sont les suivants :
- Une diminution de 17% à l'abandon des foyers traditionnels ;
- Une augmentation de l'utilisation des foyers améliorés de 17% à 75% d'ici 2050 ;
- Une utilisation du gaz de 3% à 50% ;
- L'utilisation des foyers améliorés passant de 17% à 75% ;
- L'utilisation des fourneaux améliorés passant de 63% à 100% en 2050 ;
- L'introduction et l'utilisation des énergies solaires à 50% dans la consommation des ménages.

Le coût de ce programme est de 654 millions \$US.

La mise en œuvre de tous ces programmes permettra au Mali de demeurer un puits de carbone jusqu'en

Le **coût** total du **scénario d'atténuation conditionnel** est de **12 920 millions \$US**.

- Le secteur Foresterie et changement d'affectation des terres du Mali demeure un puits de carbone qui séquestrera en 2030 : 126 588 KT équivalent CO<sub>2</sub> selon le scénario de base et 153 079 KT équivalent CO<sub>2</sub> selon le scénario d'atténuation conditionnel ;
- En 2030 le scénario d'atténuation séquestre 21 % plus de CO<sub>2</sub> que le scénario de base ;
- Le gain cumulé pendant la période 2020-2030 entre le scénario de base et le scénario d'atténuation est de 132 455 KT équivalent CO<sub>2</sub> ;
- Le coût total du scénario d'atténuation conditionnel est de 12,92 milliards de dollars US ;
- Le coût total du scénario d'atténuation inconditionnel est de 2,69 milliards de dollars US.

**3.1.4.4. Synthèse des émissions de la période 2015-2050 pour l'ensemble des trois secteurs**

Les secteurs de l'énergie, de l'agriculture, de la foresterie et du changement d'affectation des terres sont les principaux secteurs émetteurs en GES. Le secteur de la foresterie et du changement d'affectation des terres émet et séquestre mais son bilan net est en séquestration.

La synthèse des émissions de GES des trois secteurs énergie, agriculture et foresterie et changements d'affectation des terres est donnée dans le tableau 78 ci-dessous pour le scénario de base et pour les scénarios d'atténuation (versions conditionnelle et inconditionnelle).

**Tableau 78 :** Bilan net des prévisions d'émissions et séquestration en TE-CO<sub>2</sub>

Année	Scénario de base	Scénario inconditionnel	Scénario conditionnel
2015	-155 306,5	-155 306,5	-155 306,5
2020	-110 528	-109 789	-109 789
2025	-68 588,5	-79 727	-95 494
2030	-29488	-46 363	-84 937
2035	6 773,5	-35 672,25	-78 118
2040	4 0196	-17 420,5	-75 037
2045	70 779,5	-24 57,25	-75 694
2050	9 8524	9 217,5	-80 089
2055	123 429,5	17 603,75	-88 222
2060	145 496	22 701,5	-100 093
2065	164 723,5	24 510,75	-115 702
2070	181112	23 031,5	-135 049
2075	194 661,5	18 263,75	-158 134
2080	205 372	10 207,5	-184 957
2085	213 243,5	-11 37,25	-215 518
2090	218 276	-15 770,5	-249 817
2095	220 469,5	-33 692,25	-287 854
2100	219 824	-54902,5	-329 629

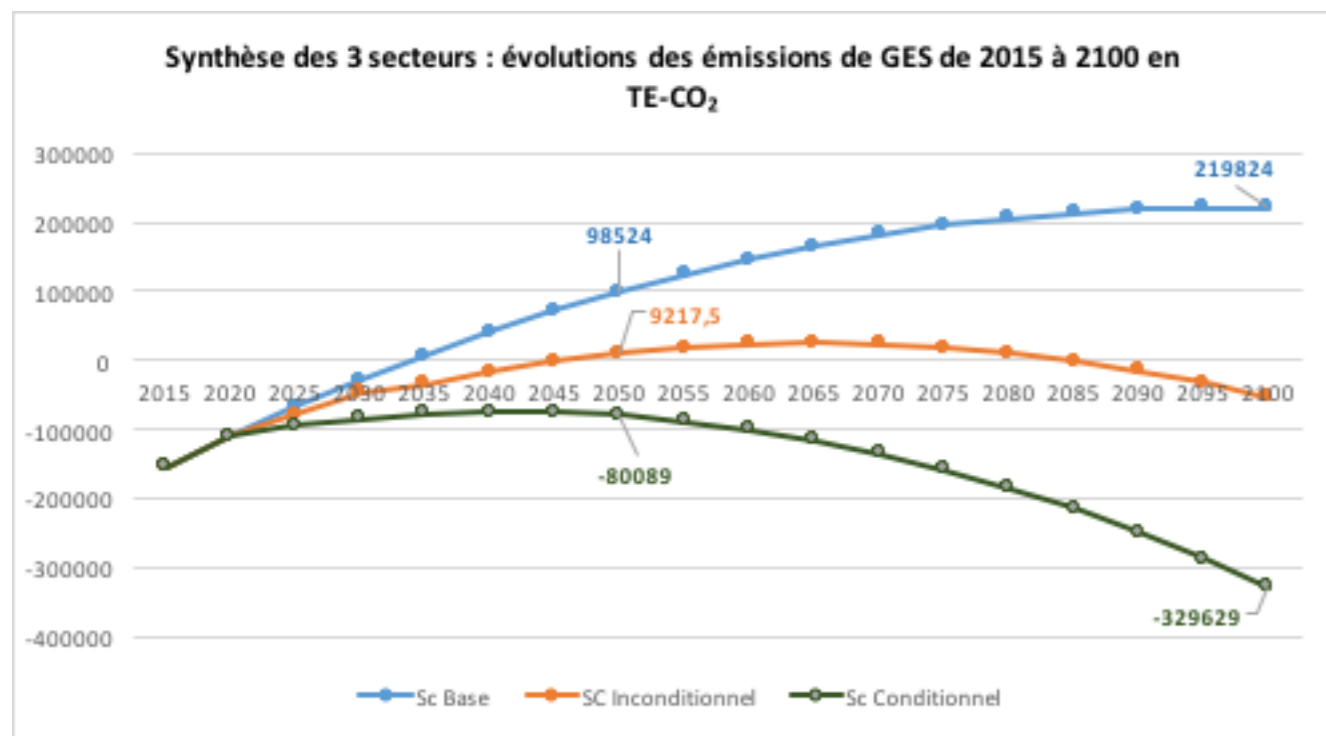


Figure 47 : évolution des émissions du scénario de base, du scénario d'atténuation conditionnel et du scénario d'atténuation inconditionnel pour l'ensemble des secteurs de 2015 à 2100

L'analyse de ces courbes montre que :

- Jusqu'en 2030 : quel que soit le scénario (de base, d'atténuation conditionnelle ou d'atténuation inconditionnelle) le Mali demeure un puits ;
- Aux environs de l'année 2035 : dans le cas du scénario de base le Mali commence à devenir un pays émetteur par contre pour les deux scénarios d'atténuation le Mali reste toujours un puits ;
- Au-delà de 2047, le Mali commence à devenir une source selon le scénario d'atténuation inconditionnel. Les émissions passent par un pic en 2065 et le Mali redevient un puits à partir de 2085. Des activités d'atténuation volontaristes plus vigoureuses permettraient le passage à une situation de puits.
- Pour le scénario d'atténuation conditionnel, dans tous les cas de figure le Mali restera toujours un puits même au-delà des années 2100.

Le Mali reste un puits de gaz à effet de serre jusqu'en 2030 pour tous les scénarios.

Il ressort du scénario de base que le bilan net de séquestration de l'ensemble des secteurs diminue de façon significative au fil des années.

Les gains en termes d'atténuation de GES du scénario d'atténuation conditionnel par rapport au scénario de base permettent d'améliorer cette situation entre 2020 et 2030. Ces gains sont de :

- 31% pour le secteur de l'énergie ;
- 29% pour le secteur l'agriculture ;
- 21% pour le secteur de la foresterie et des changements d'affectation des terres ;
- soit une moyenne de 27% pour l'ensemble des secteurs.

Les coûts globaux des deux scénarios sont :

- scénario d'atténuation conditionnel : 34 680 000 000 \$US ;
- scénario d'atténuation inconditionnel : 5 202 000 000 \$US.

### 3.2. Détermination du pouvoir calorifique des principales essences utilisées au Mali comme bois énergie et charbon de bois

Source : Etude – TCN-AEDD-MEADD : « Détermination du pouvoir calorifique des principales essences utilisées comme bois énergie au Mali », Décembre 2016.

#### 3.2.1. Introduction

Les inventaires des émissions de GES au titre de la Troisième Communication Nationale (TCN) ont permis d'identifier les secteurs pertinents contribuant à l'accroissement des émissions de gaz à effet de serre. Parmi ces secteurs figure l'énergie qui a enregistré entre 2007 et 2014 un accroissement moyen annuel des émissions de 6,44%, passant ainsi de 3434 kTéq CO<sub>2</sub> à 5268 kTéq CO<sub>2</sub>.

L'évaluation de ces émissions a été faite en s'appuyant, dans le secteur des ménages, sur des coefficients standards établis par le GIEC, étant donné l'absence de coefficients « prouvés » dans le cas du Mali.

L'utilisation de coefficients spécifiquement déterminés au Mali est une nécessité car elle permet d'améliorer les estimations de GES.

La présente étude est relative aux essais de laboratoire en vue de déterminer le pouvoir calorifique de quelques essences végétales utilisées comme combustible (bois énergie : bois et charbon de bois) dans les ménages au Mali.

#### 3.2.2. Problématique

##### Estimation et constat

La biomasse de façon générale, mais principalement le bois énergie (bois de feu et charbon de bois) occupe une place importante dans la structure du bilan énergétique au Mali. Sa part dans ce bilan a été de 88,9% soit 2354 ktep en 1995 (année de référence de la Communication initiale), ensuite elle est passée de 84,69 % soit 2928 ktep en 2000 (année de référence de la seconde communication nationale) à 74,42 % soit 2349 ktep en 2010 (année de référence de la troisième communication).

Cette tendance relative, même si elle est en baisse dans le temps, montre que la principale source de consommation d'énergie au Mali est le bois énergie principalement utilisé dans les ménages.

En termes d'émissions de gaz à effet de serre, la structure dans le secteur de l'Énergie est caractérisée par la prédominance des émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par rapport aux autres gaz. Il ressort de l'analyse que cette prédominance est due à l'utilisation de la biomasse solide, principalement le bois énergie, par la majorité de la population et les petites industries familiales pour les besoins de cuisson des aliments, et d'autres activités tels que la poterie, la forge, le fumage des poissons, les boulangeries.

La part de la biomasse solide dans les émissions globales de CO<sub>2</sub> est considérable et atteint plus de 80% lors des trois communications nationales : 90% en 1995, 88,71 % en 2000 et 83% en 2010. Malgré la baisse de la tendance dans le temps, l'influence du bois énergie reste significative dans les émissions globales de dioxyde de carbone.

Une des conséquences de l'utilisation du bois énergie comme source d'énergie est la surexploitation des ressources forestières entraînant une problématique de la disponibilité de la ressource. Cette disponibilité est assez hétérogène selon les régions administratives. Ainsi, il est constaté, par exemple, que le District de Bamako est assez déficitaire.

##### Mesures

Les solutions préconisées pour l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre, sont répertoriées à travers les études d'atténuation. Il s'agit entre autres, de :

- l'intensification du reboisement à travers la sensibilisation et des mesures incitatives ;
- l'incitation à la promotion des plantations privées pour la fourniture du bois énergie ;
- l'exploitation forestière contrôlée (textes législatifs et réglementaires, gestion des collectivités, etc.) ;
- la protection des ressources ligneuses existantes par une gestion rationnelle des ressources forestières et une modernisation des activités d'approvisionnement et des techniques d'utilisation en bois énergie.



Pour toutes ces différentes actions la connaissance des espèces végétales, notamment les ressources ligneuses, devient un impératif. Dans le contexte énergétique cette connaissance concerne les caractéristiques techniques des essences végétales notamment la composition de l'essence et son pouvoir calorifique.

### Portée des estimations

Les caractéristiques évoquées ci-dessus sont déterminantes dans les estimations des émissions de gaz à effet de serre notamment le dioxyde de carbone dans le cas des combustibles ligneux.

Les estimations effectuées lors des différentes communications nationales, l'ont été en se basant sur les caractéristiques fournies par le guide du Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC). Ces valeurs par défaut sont généralement utilisées lorsque le pays ne dispose d'aucune base de données fiable permettant d'estimer les émissions de GES. L'inconvénient d'une telle approche est qu'elle ne cadre pas avec les réalités de la localité et les émissions sont soit surévaluées, soit sous évaluées.

### Activités

Afin de se doter de base de données fiable l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD), à travers les activités de mise en œuvre de la Troisième Communication Nationale du Mali (TCN) a initié une étude relative à la détermination du pouvoir calorifique (PC) des essences végétales utilisées comme bois énergie pour la satisfaction des besoins énergétiques pour la cuisson, le chauffage et autres.

L'activité de caractérisation a été confiée à l'Ecole Nationale d'ingénieurs Abderhamane Baba Touré (ENI-ABT) à travers son laboratoire de thermique appliquée qui dispose d'un équipement approprié pour la détermination du pouvoir calorifique des combustibles solides et liquide.

### 3.2.3. Résultats

Pour la caractérisation, 10 échantillons des espèces de bois ont été sélectionnées ainsi que 4 échantillons de charbon de bois. Ils ont fait l'objet d'une série de trois tests, cela a permis de déterminer les valeurs du pouvoir calorifique supérieur (PCS) pour chaque échantillon.

Ensuite pour chaque échantillon, la moyenne des valeurs des trois mesures a été calculée : ce qui constitue son pouvoir calorifique (PC). Les PC des 10 espèces de bois étudiées sont reportés dans le tableau 79 ci-dessous.

Tableau 79 : Pouvoir calorifique des essences végétales testées

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Pouvoir calorifique supérieur (KJ/kg)
Entada africana	Sama nèrè	20 985
Lannea fruticosa	M'Pékun	19 254
Piliostigma	Niama	18 191
Cassia sieberiana	Sinjan	21 495
Combretum micrathum	N'Kolobe	23 850
Detarium microcarpum	Taba kumba	24 967
Terminalia macroptera	Wolo muso	21 226
Terminalia laxiflora	Wolotié	24 312
Telocarpa Lucens	Bla	21 577
Combretum Velibinum	N'Waniaka	24 523

Dans la pratique le discernement des espèces n'est pas effectué au niveau des points de vente de telle façon que c'est un mélange d'espèces que le client reçoit pour ses besoins énergétiques. La prise en compte d'une seule valeur de PC devient alors nécessaire pour palier à ce problème. Ainsi une valeur moyenne, sur l'ensemble des 10 espèces, a été calculée pour prendre en compte cet aspect. Elle est de **22 038 KJ/kg**.

## SCENARIO D'ATTENUATION

Avec ces valeurs du PC pour les principales essences utilisées comme bois énergie au Mali, les estimations des émissions de GES seront plus justes. Pour cette raison, cette valeur sera désormais utilisée pour l'estimation des émissions de GES dans le sous-secteur des ménages et dans les scénarios d'atténuation.

D'autre part la connaissance des pouvoirs calorifiques des 10 espèces de bois va permettre de choisir pendant la réalisation des plantations privées, d'utiliser les essences végétales ayant les pouvoirs calorifiques les plus élevés par zone bioclimatique. Cela permettra :

- d'atténuer les émissions de GES ;
- préserver le couvert végétal naturel et renforcer les puits de séquestration de carbone (adaptation).

### 3.3. Transition énergétique dans le résidentiel comme mesure d'atténuation des émissions de GES dans les ménages

**Source :** Etude – TCN-AEDD-MEADD : « Transition énergétique dans le résidentiel comme mesure d'atténuation des émissions de GES dans les ménages », Décembre 2016.

#### 3.3.1. La transition énergétique dans le domestique

Il ressort de l'analyse de la répartition des émissions du secteur de l'énergie en 2012 que le **sous-secteur résidentiel** occupe la première place avec **82,20%** des émissions significatives du secteur due à la **consommation accrue du bois énergie** (bois de feu, charbon de bois), suivi du sous-secteur des **transports** avec **12,25%** des émissions significatives du secteur, due à la **consommation de combustible fossile** (essence et gasoil). Le sous-secteur de la **transformation** (industries énergétiques), avec **4,73%** des émissions du secteur en 2012, occupe la troisième place due à la **consommation de combustible fossile** dans la production de l'électricité

Au regard de ce qui précède, les politiques d'atténuation d'émissions de GES dans le secteur de l'énergie, se sont beaucoup orientées vers le secteur **résidentiel, les transports et les industries énergétiques**.

Pour répondre à cette demande, il s'est avéré nécessaire de changer le mode de production et de consommation d'énergie en utilisant des **sources renouvelables** et d'utiliser les technologies de **haut rendement énergétique** pour faire face aux enjeux climatiques d'où le principe d'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques ; ceci fait appel à la **transition énergétique**.

Le terme **transition énergétique** décrit le passage des énergies conventionnelles qui sont généralement polluantes et chères, aux énergies nouvelles et renouvelables plus propres et qui n'ont pas des effets néfastes ou très peu sur l'environnement. L'efficacité énergétique, l'économie d'énergie et surtout la maîtrise de l'énergie sont les pièces maîtresse de la transition énergétique.

#### 3.3.2. Identification des sites

Pour mener cette transition énergétique dans le résidentiel, des sites d'étude ont été choisis :

deux milieux types, dont le mode de consommation d'énergie est différent. Il s'agit d'un milieu urbain type et un milieu rural type :

- **Pour le milieu urbain type** : nous avons choisi les logements sociaux, car ils sont plus faciles à maîtriser et sont mieux structurés que les quartiers populaires standards. Pour la présente étude le choix s'est porté sur les **1008 logements situés à Faladié** dans la ville de Bamako et
- **pour le milieu rural type** : nous avons choisi un village situé dans la partie sud du Mali, plus précisément dans les zones cotonnières (cas d'un village standard de 1000hbs).

Après ces choix, nous avons procédé à l'évaluation des besoins énergétiques dans les ménages.

### Transition énergétique dans les ménages urbains : cas de la cité ATTbougou 1008 logements de Bamako

Les besoins énergétiques au niveau d'une cité du type 1008 logements peuvent être répartis en deux catégories :

- les besoins en énergie pour la satisfaction des besoins de cuisson et de chauffage (bois, charbon de bois, etc.) ;
- les besoins pour la consommation d'électricité pour l'alimentation des différentes charges (lampes, téléviseurs, réfrigérateurs, climatiseurs, appareils divers, etc.).

Ces deux cas de figure (besoins en énergie) ont été traités séparément car ne présentant pas les mêmes réalités.

#### A. Mix énergétique pour la cuisson et le chauffage

##### 3.3.3. Détermination des besoins en énergie pour la cuisson et le chauffage

Les actions de collecte de données au niveau de la cité et la revue bibliographique ont permis de :

- déterminer la population et le nombre de ménages de la cité : on a recensé **1008 ménages** et une population de **6 250** habitants ;
- procéder à l'inventaire des besoins en énergie pour la cuisson et le chauffage des ménages dans cette cité urbaine.

##### 3.3.4. Détermination de deux scénarios de consommation des ménages pour la cuisson et le chauffage

Deux scénarios de consommation ont été définis :

- **Scénario à l'habitude ou scénario de base** : dans ce cas les ménages continuent à consommer comme auparavant sans aucun changement ;
- **Scénario d'atténuation des émissions de GES** : pour réduire la consommation des ménages, dont le combustible principal est le bois énergie (bois de chauffe et charbon de bois), nous avons joué sur le taux de pénétration des foyers et des fourneaux améliorés et en substituant en même temps une partie du bois énergie par les combustibles de substitution (gaz butane et briquettes combustibles) sur une période de 9 ans de **2016 à 2025**.

La projection s'arrête à 2025, car elle a été fixée par les documents des politiques énergétiques et ces documents sont considérés comme référence pour toutes les études énergétiques du Mali.

Plus spécifiquement, ce scénario d'atténuation de réduction des émissions de GES consiste à :

- augmenter tous les deux ans (2 ans) le taux de pénétration des équipements améliorés (foyer et fourneau) de trois pourcent (3%) ;
- remplacer en même temps une partie du bois et du charbon de bois de deux (2%) chacun par les combustibles de substitution (les boulettes et les briquettes combustibles respectivement pour les foyers et les fourneaux améliorés de haut rendement et le gaz butane utilisant le réchaud à gaz.).

Les évolutions des consommations de bois de feu et de charbon de bois en Tep pour les deux scénarios et pour les différents horizons temporels ont été évaluées et les résultats sont présentés ci-dessous :

##### 3.3.5. Les résultats du mix énergétique pour la cuisson et le chauffage

Tableau 80 : Evolution de la consommation du bois de feu en Tep

Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Base	291,6	312,98	335,92	360,54	386,98	400,91
Atténuation	291,6	289,2	276,72	262,62	246,84	236,26

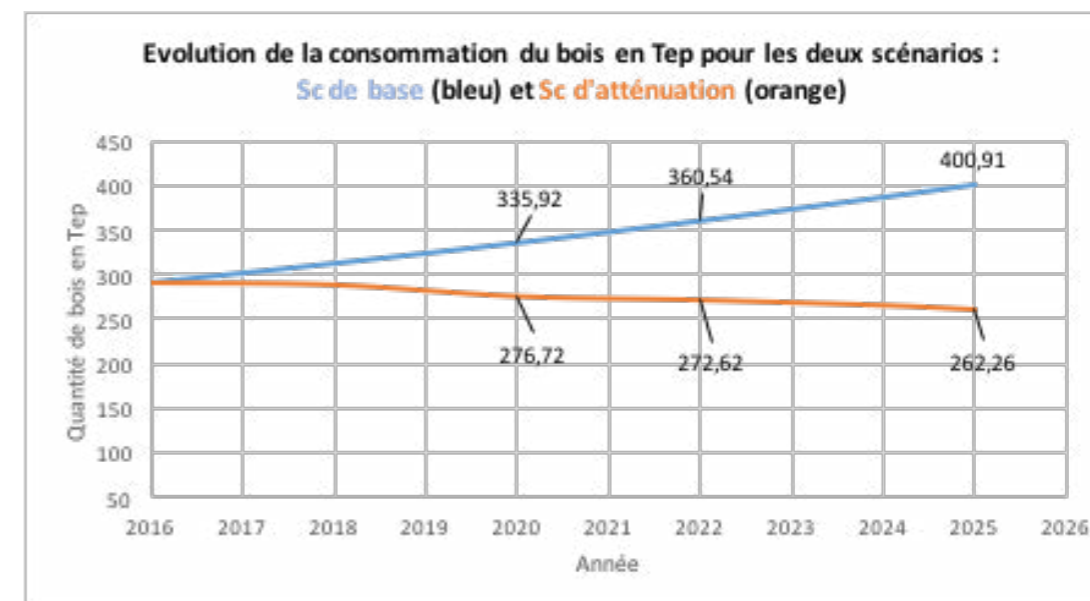


Figure 48 : l'évolution de la consommation du bois de feu de 2016 à 2025

Les mêmes estimations ont été faites pour l'évolution de la consommation du charbon de bois pour les deux scénarios. Les résultats sont présentés ci-dessous :

Tableau 81 : Evolution de la consommation du charbon de bois

Année	Consommation du bois en Tep					
	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Base	399,28	428,57	459,99	493,731	529,89	548,99
Atténuation	399,28	282,46	275,58	266,95	256,38	251,15

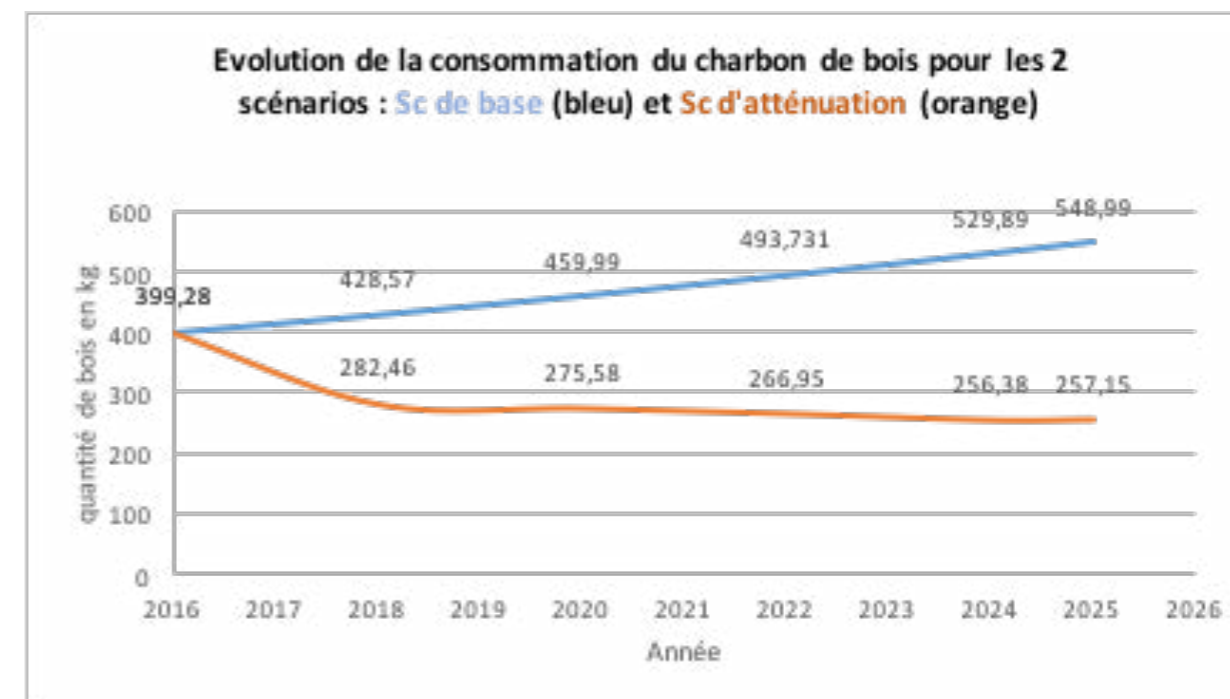


Figure 49 : évolution de la consommation du charbon de bois de 2016 à 2025

#### ❖ Le calcul du coût d'incrémentation

Enfin les coûts d'incrémentation des deux scénarios ont été calculés, les résultats sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 82 : le coût des équipements améliorés

Le coût des équipements améliorés en FCFA						
Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Taux	0,67	0,7	0,75	0,8	0,85	0,95
Base	9 455 040	9 455 040	9 455 040	9 455 040	9 455 040	9 455 040
Atténuation	9 455 040	9 878 400	1 0584 000	11 289 600	11 995 200	13 406 400
Coût d'incrémentation	0	423 360	705 600	705 600	705 600	1 411 200

Le coût d'incrémentation pour ce scénario d'atténuation à l'horizon 2025 est de 1 411 200 FCFA.

❖ Commentaires

L'analyse des courbes des figures 6 et 7 montre que, si on applique la transition énergétique, c'est-à-dire en augmentant le taux d'utilisation des équipements améliorés et en substituant une partie des combustibles ligneux par les combustibles de substitution (gaz butane et les briquettes combustibles) la consommation de combustible ligneux diminue d'où diminution de la pression sur les ressources forestières, synonyme d'augmentation de la profondeur du puits de séquestration de CO<sub>2</sub>.

**Le gain global obtenu par l'ensemble des actions menées suite à l'application de la transition énergétique permet de réduire la consommation annuelle du bois énergie de 40% soit 49 7315,46 kg du bois. Ceci traduit aussi une réduction des émissions de GES de 40% car, l'émission GES est de la consommation.**

❖ Coût d'investissement des équipements améliorés de la transition

Le calcul du coût d'investissement pour l'augmentation du taux de pénétration des foyers améliorés a été déterminé après avoir collecté quelques informations sur les prix des équipements améliorés. La moyenne des prix des principaux équipements est portée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 83 : le prix moyen des foyers et les fourneaux améliorés utilisés couramment

Equipement	3PA	FAM	FM	FAC
Prix unité (FCFA)	1500	7000	3500	7000
<b>Prix moyen des foyers améliorés</b>	<b>7</b>			
<b>000FCFA</b>				

Source : vendeurs du marché Kalaban coura ACI et Hamdalaye.

Tableau 84 : bilan d'approvisionnement des équipements améliorés pour les besoins de cuisson et chauffage

Prix unitaire	Quantités/ménage	Coût total/ménage	Nombre de ménages	Coût total FCFA
7000	2	14 000	282,24	3 951 360

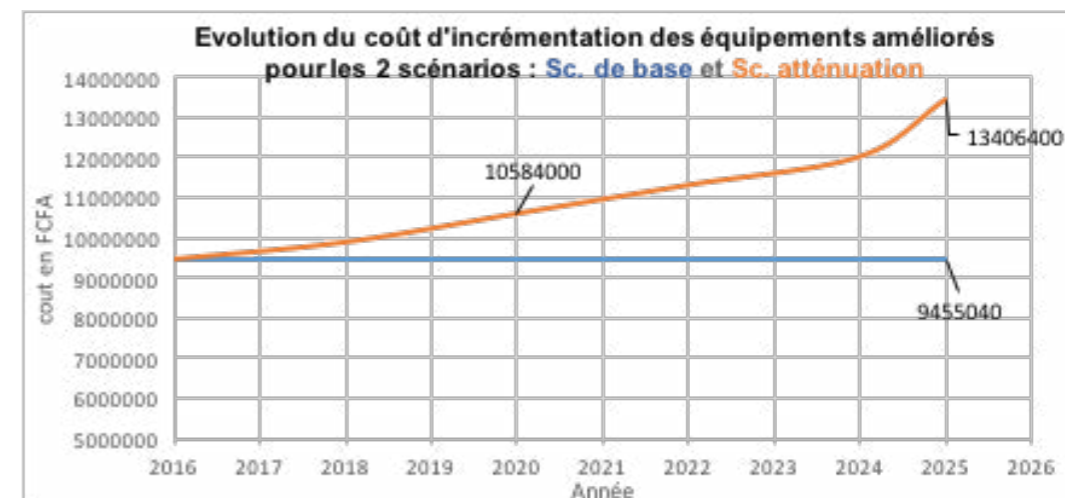


Figure 50 : Courbe des coûts des équipements utilisés

3.3.6. Les barrières et les défis pour la mise en œuvre du mix énergétique cuisson et chauffage

L'application de la transition énergétique au Mali est confrontée d'énormes obstacles. Parmi ces obstacles on peut en citer quelques-uns qui sont susceptibles de freiner l'application de la transition énergétique ou de la rendre difficile.

- Les contraintes économiques et financières
- L'obstacle financier est le plus important à résoudre pour pouvoir l'appliquer la transition énergétique et on peut citer :
  - Le pouvoir d'achat de populations ciblées est assez faible pour se procurer des équipements améliorés et les combustibles de substitution au prix réel ;
  - Manque d'implication des institutions financières dans le secteur d'énergie ;
  - Baisse d'achat lorsque la subvention s'arrête.
- Les obstacles liés à l'insuffisance d'information et de sensibilisation
- Les obstacles dus à l'insuffisance d'information et de la sensibilisation des populations sont :
  - Populations cibles restreintes (centres urbains généralement) ;
  - Insuffisance d'information des populations ciblées sur l'utilisation adéquate des équipements et manque de sensibilisation ;
  - Insuffisance d'information des populations sur les avantages de l'utilisation des équipements améliorés et les combustibles de substitution aux combustibles ligneux ;
  - Insuffisance d'information des populations sur les avantages de l'utilisation des équipements améliorés et les combustibles de substitution ;
  - Insuffisance d'information des populations sur les inconvénients de l'utilisation des équipements traditionnels et l'utilisation abusive des combustibles ligneux.
- Les obstacles institutionnels et réglementaires
- L'absence ou la non application de textes réglementaires dans le secteur d'énergie domestique ; est l'un des obstacles majeurs dans le secteur de l'énergie. Ces obstacles se résument à :
  - Manque des politiques solides et durables en matière d'énergie domestique ;
  - Faible implication des structures institutionnelles sur la vulgarisation des équipements et les combustibles modernes ;
  - Manque des structures de contrôles sur la consommation d'énergie domestique ;
  - Manque des textes réglementaires sur la consommation d'énergie dans les ménages.
- Les obstacles sociologiques

Le contexte social est l'une des contraintes les plus difficiles à maîtriser ; parmi ces obstacles on peut citer :

- Déplacement des artisans producteurs à l'approche de l'hivernage provoquant un arrêt momentané de la production ;
- habitudes culinaires non conformes aux procédures d'utilisation des équipements proposés.

#### ▪ Les obstacles liés la Recherche/Développement

Les obstacles liés à la recherche sont assez complexes, toutefois on peut citer :

- La non implication des structures de recherche (université) ;
- Le manque de financement conséquent aux structures de recherche.

#### Les solutions adoptées pour lever les barrières et contraintes à l'application de la transition

Les solutions adoptées pour lever les barrières et les contraintes suivant leurs natures sont :

#### ▪ Pour les contraintes économiques et financières

La solution permettant de lever les contraintes financières sont :

- Instaurer la subvention de l'état auprès des populations ciblées pour leur permettre de se procurer des équipements améliorés et les combustibles de substitution ;
- Inciter l'implication des institutions financières à investir dans le secteur d'énergie ;
- Mettre en place une structure nationale spécifique de financement du secteur d'énergies domestiques.

#### ▪ Pour les obstacles liés à l'information et à la sensibilisation

Les solutions adoptées pour remédier les obstacles liés l'information et la sensibilisation des populations sont :

- Faire une campagne d'information et de sensibilisation auprès des populations ciblées restreintes (centres urbains généralement) ;
- Accentuer l'information auprès des populations ciblées sur l'utilisation adéquate des équipements améliorés ;
- Renforcer la capacité d'information des populations sur les avantages de l'utilisation des équipements améliorés et les combustibles de substitution aux combustibles ligneux ;
- Informer les populations sur les inconvénients de l'utilisation des équipements traditionnels et l'utilisation abusive des combustibles ligneux.

#### ▪ Les obstacles institutionnels et réglementaires

Les obstacles institutionnels et réglementaires ne sont pas consistants dans le secteur d'énergie domestique. Ces obstacles se résument à :

- Manque des politiques solides et durables d'énergie domestique ;
- Faible implication des structures institutionnelles sur la vulgarisation des équipements et les combustibles modernes ;
- Manque des structures de contrôles sur la consommation d'énergie domestique ;
- Manque des textes réglementaires sur la consommation d'énergie dans les ménages ;
- Réglementation de l'exploitation, de la commercialisation et de l'utilisation des combustibles ligneux ;
- Renforcement de la capacité des services de protection de l'environnement.
- Professionnalisation de l'exploitation forestière.

#### ▪ Pour les obstacles sociologiques

Le contexte social est un facteur capital pour la réussite de la transition énergétique, si on parvient à instaurer une mentalité sociale en faveur de l'application de la transition énergétique ; comme obstacle on peut :

- Permettre aux artisans de produire plus pour faire face à l'arrêt momentané de la production, pendant l'hivernage ;
- Avoir des habitudes culinaires conformes aux procédures d'utilisation des équipements proposés.

#### ▪ Les obstacles liés la Recherche/Développement

Les obstacles liés à la recherche sont assez complexes, mais on peut les lever en adoptant les solutions suivantes :

- Renforce la capacité des structures de recherche (université),
- Mettre des financements conséquents auprès des structures de recherche pour les recherches en permanence.
- Aide à l'innovation (Recherche et Développement de FA adaptés) avec forte implication des structures de recherche (Université).

Maintenant nous allons passer à l'autre cas de figure : la consommation d'électricité au niveau de la cité.

### B. MIX ENERGETIQUE POUR LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE

#### 3.3.7. Détermination des besoins en énergie pour la consommation d'électricité

Les besoins charges utilisées au niveau de la cité sont pour : l'éclairage, l'audiovisuel, le pmpage de l'eau, la mouture des céréales, la réfrigération et la climatisation, autres besoins.

Les sources utilisées pour l'alimentation de ces appareils sont listées ci-dessous :

	Sources actuellement utilisées	Sources à préconiser	Sources adoptées pour la transition
Production d'électricité	Hydraulique, thermique et solaire	Hydraulique, Solaire, Déchet, Eolienne, Bio-carburant	<b>Hydraulique, Solaire</b>

#### 3.3.8. Détermination de deux scénarios de consommation d'électricité des ménages

La même démarche a été adoptée c'est-à-dire la définition de deux scénarios :

- **Scénario à l'habitude ou scénario de base** : dans ce cas les ménages continuent à consommer l'électricité comme auparavant sans aucun changement ;
- **Scénario d'atténuation des émissions de GES** : pour réduire la consommation d'électricité des ménages deux options ont été retenues.
  - a) les lampes néon seront remplacées par des lampes basse consommation ;
  - b) une partie de l'électricité sera produite en utilisant le système solaire avec l'onduleur à injection réseau suivant la charge sur une période de 9 ans de **2016 à 2025**.

L'évaluation des bilans de consommation d'électricité de la cité a été faite. Le scénario de remplacement des lampes néon par des lampes basse consommation LED ainsi que la production d'une partie de l'électricité à l'aide de panneaux photovoltaïques a été évalué. Les coûts de remplacement des lampes néon par des lampes LED et le taux de pénétration des panneaux solaires dans le mix énergétique ont été calculés.

#### 3.3.9. Les résultats du mix énergétique pour la consommation d'électricité des ménages

Les résultats sont présentés ci-dessous :

Tableau 85 : présentation du coût de remplacement des lampes pour les différentes années

Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Taux remplacement	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
scénario de base	3 447 000	10 341 000	10 341 000	10 341 000	1 0341 000	10 341 000
scénario d'atténuation	3 447 000	15 856 200	21 371 400	26 886 600	32401 800	37 917 000
<b>coût d'incrémentation en FCFA</b>	<b>0</b>	<b>5 515 200</b>	<b>11030 400</b>	<b>16 545 600</b>	<b>22 060 800</b>	<b>27 576 000</b>

Le coût d'incrémentation pour mettre en œuvre ce scénario d'atténuation à l'horizon 2025 est de **27 576 000 FCFA**.

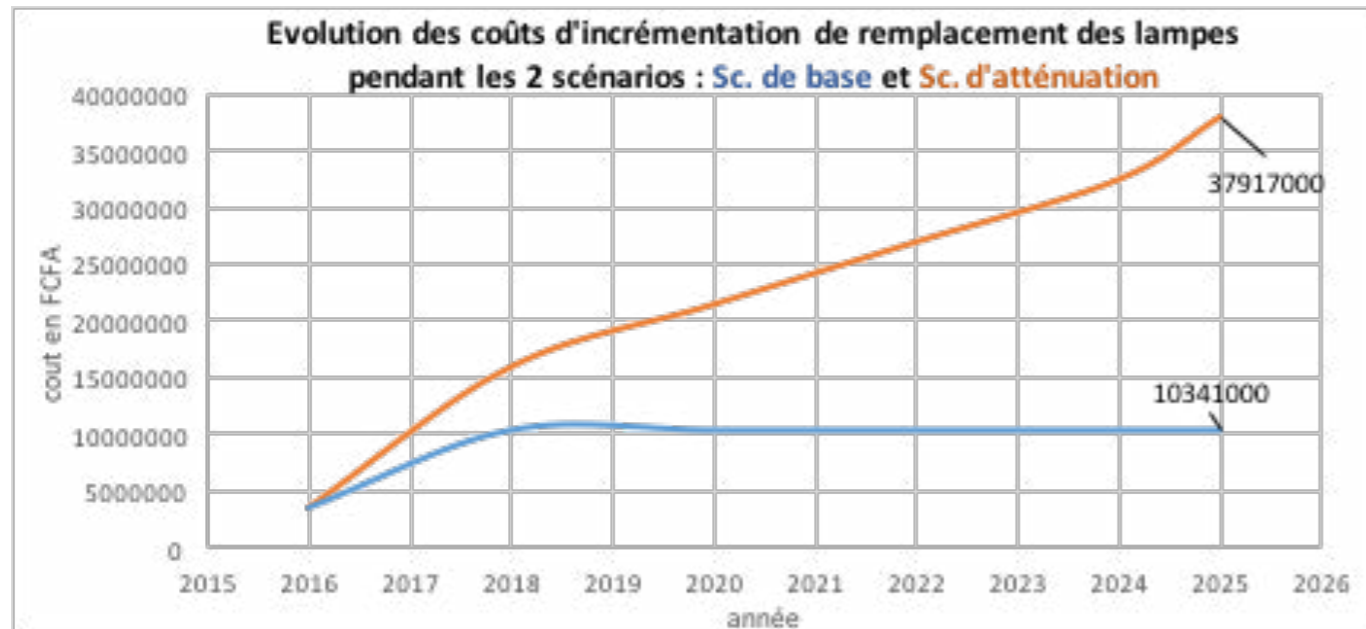


Figure 51 : courbe du coût d'incrémentation de remplacement des lampes néon par les lampes basse consommation

❖ **Présentation du coût de pénétration des équipements des systèmes solaire avec onduleur injection réseau.**

Nous avons choisi le système solaire avec l'onduleur à injection réseau suivant la charge :

- pour les charges comprises entre 300 et 600W : système solaire de 500W et
- le système solaire 1000W : pour les puissances avoisinant 1000W.

Tableau 86 : le coût d'incrémentation pour la mise en œuvre du scénario d'atténuation

calculs des coûts d'incrémentation en FCFA						
Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Taux	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Base	0	0	0	0	0	0
<b>Atténuation</b>	<b>0</b>	<b>306 800 000</b>	<b>613 600 000</b>	<b>920 400 000</b>	<b>1 227 200 000</b>	<b>1 534 000 000</b>

Le coût d'incrémentation pour réaliser ce scénario d'atténuation à l'horizon 2025 est de **1 534 000 000 FCFA**.

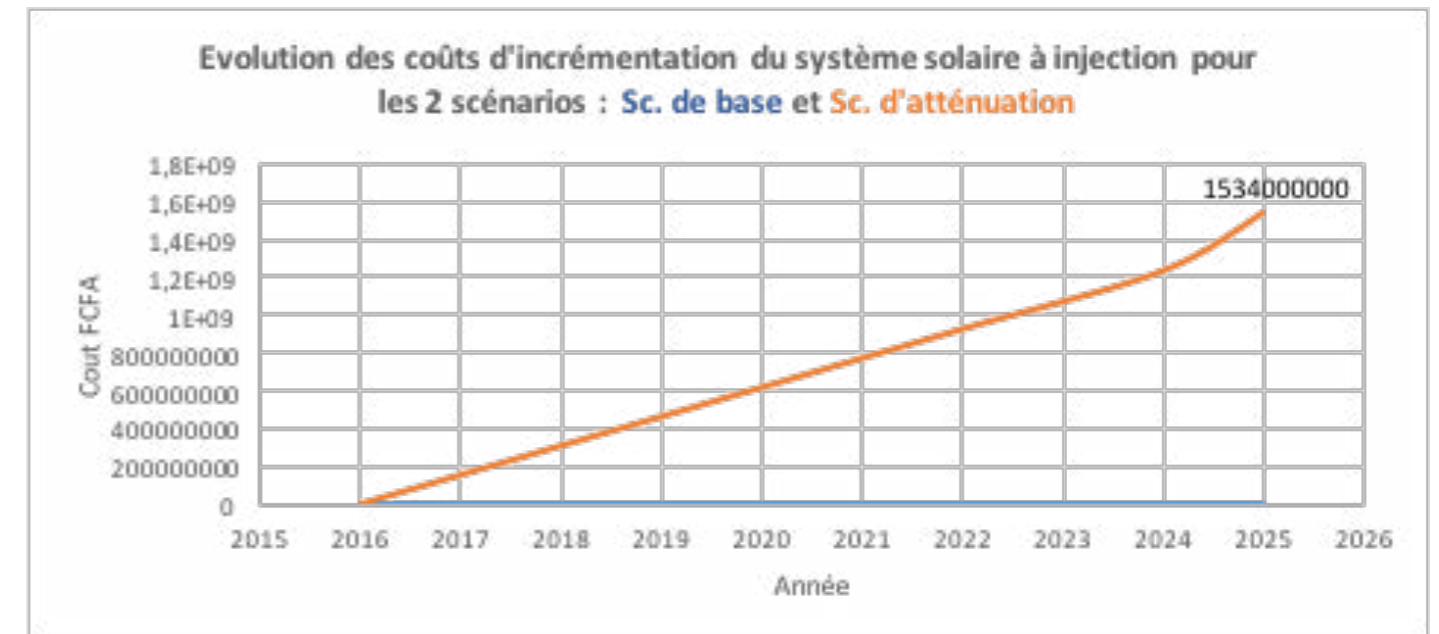


Figure 52 : courbe des coûts d'incrémentations système solaire à injection

Nous avons élaboré les mêmes types de tableau pour évaluer le bilan de tous les services requérants de l'énergie dans une cité et les résultats sont portés dans le tableau ci-dessous.

**NB** : la puissance des lampes a été déterminée en fonction de la surface et les puissances des autres équipements ont été évaluées en demandant auprès des personnes ressources et en regardant les plaques signalétiques des appareils.

Tableau 87 : Le bilan global pour la consommation de l'énergie électrique

1008	F3a	F3b	F2	Mosquée	CSCOM	Poste	Ecole	Autres
Puissance (W)	591,72	488,25	407	882	744	570	1475	52721,13
Part	0,392	0,492	0,116					0,1
Taux	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	233809,87	242140,75	47589,7	882	744	570	1475	52721,13
<b>Total général</b>								<b>579 932,45</b>
W								

Pour satisfaire la demande de la cité nous avons élaboré un certain nombre de systèmes devant assurer la fourniture en d'électricité de ce quartier. De ce fait nous avons choisi le système **solaire avec onduleur à injection réseau** pour fournir une partie de l'électricité et le réseau interconnecté de l'EDM pour le reste : **ceci permettra d'alléger la charge du réseau EDM**.

❖ **Coût d'investissement pour le système solaire**

Tableau 88 : Coûts d'investissement des systèmes solaire avec les onduleurs à injection réseau

1008	F3A	F3B	F2	Mosquée	CSCOM	Poste	Ecole
Puissance (w)	1000	500	500	1000	1000	500	1000
Prix unité	2000000	1200000	1200000	2000000	2000000	1200000	2000000
Nombre de ménages	395	496	0	1	1	1	1
Coût	790 000 000	595 200 000	0	2 000 000	2 000 000	1 200 000	2 000 000
<b>Total général</b>							<b>1 392 400 000</b>

### ❖ Commentaires

En analysant ces courbes, on constate que la consommation d'énergie croît avec l'augmentation du nombre de personnes vivant dans la cité. A cette allure, si on ne prend pas des dispositions, il arrivera un jour où on ne pourra plus satisfaire les besoins énergétiques croissants avec les sources d'énergie conventionnelle utilisée actuellement en majorité partout dans le monde entier. Cette utilisation de l'énergie conventionnelle pose de nombreux problèmes comme par exemple la limitation des réserves de pétrole, sa cherté et sa contribution de taille au réchauffement climatique à cause des dégagements importants de gaz à effet de serre comme le CO<sub>2</sub>.

**Donc, il est nécessaire de nous orienter vers les sources d'énergie renouvelables non seulement pour satisfaire les besoins énergétiques, mais aussi pour limiter les émissions des gaz à effet qui sont responsables du réchauffement climatique pendant la production et l'utilisation des énergies conventionnelles.**

#### 3.3.10. Les barrières et les contraintes pour la mise en œuvre de la consommation d'électricité

Malgré un certain engouement autour des systèmes solaires PV, la diffusion massive est handicapée par quelques obstacles majeurs comme :

##### ▪ Les obstacles économiques et financiers

Les obstacles financiers et économiques sont de quatre ordres:

- Coûts élevés des équipements,
  - Absence de crédit à l'importation au niveau des banques,
  - Manque de volonté des banques à s'impliquer dans les systèmes solaires,
  - Faible pouvoir d'achat des utilisateurs.
- ##### ▪ Les obstacles d'ordres institutionnel et réglementaire
- Manque de collaboration entre les différents acteurs,
  - Absence de volonté pour la production interne de certains équipements,
  - Insuffisance de mesures d'incitations,
  - Insuffisance du niveau d'implication des compagnies d'électricité.
  - Manque des textes règlementaire et législative pour d'électricité et l'injection réseau sur les réseaux électriques existant
  - Manque de volonté de service d'électricité pour les systèmes d'injection réseau d'un particulier.
- ##### ▪ Les obstacles liés à l'information
- Insuffisance d'information des décideurs qui se reflète par le faible niveau d'engagement politique,
  - Manque d'information des utilisateurs (ignorance de l'énergie solaire comme solution alternative).
  - Les obstacles liés à l'adéquation Formation / Recherche & Développement
  - Insuffisance de la recherche pour le développement des énergies renouvelable,
  - Manque d'expertise nécessaire à la production et à la maintenance,
  - Manque de ressources financières pour soutenir la recherche
- ##### ▪ Les obstacles techniques
- Instabilité du réseau électrique national

### ❖ Les solutions pour lever les barrières et les contraintes en fin d'appliquée la transition

#### ▪ Les obstacles économiques et financiers

- Mettre en place une structure entre les acteurs du secteur énergétique et les institutions financière pour faciliter l'octroi des crédits
- Motiver les banques à s'impliquer dans les développements des énergies renouvelables,
- Subventionner certain nombre d'équipements d'exploitations des énergies nouvelle et renouvelable pour les achats des utilisateurs.

#### ▪ Les obstacles d'ordres institutionnel et réglementaire

- Instauré la collaboration entre les différents acteurs,
- Ce doté d'une volonté politique pour la production interne de certains équipements,
- renforcé les mesures d'incitations,
- redynamisé le niveau d'implication des compagnies d'électricité.
- Elaboré des textes règlementaire et législative concernant les systèmes a injection
- L'accompagnement des services d'électricité pour le mixe énergétique

#### ▪ Les obstacles liés à l'information

- Informer les décideurs qui se reflètent par le faible niveau d'engagement politique,
- Accentué l'information pour informer les utilisateurs (ignorance de l'énergie solaire comme solution alternative et d'autre).
- Faire des campagnes de sensibilisation sur la promotion des énergies renouvelables

#### ▪ Les obstacles liés à l'adéquation Formation / Recherche & Développement

- Renforcer la capacité de recherche pour le développement des énergies domestiques ;
- Renforcer la capacité d'expertise nécessaire à la production et à la maintenance ;
- Mettre place des ressources nécessaires pour soutenir les initiatives de recherche/développement.

#### ▪ Les obstacles techniques

- Stabiliser le réseau électrique pour faciliter le raccordement des systèmes d'injection ;
- Revoir les installations existant des particuliers et s'assurer qu'elles répondent aux normes en vigueur.

## C. cout global du mix énergétique au niveau de la cité

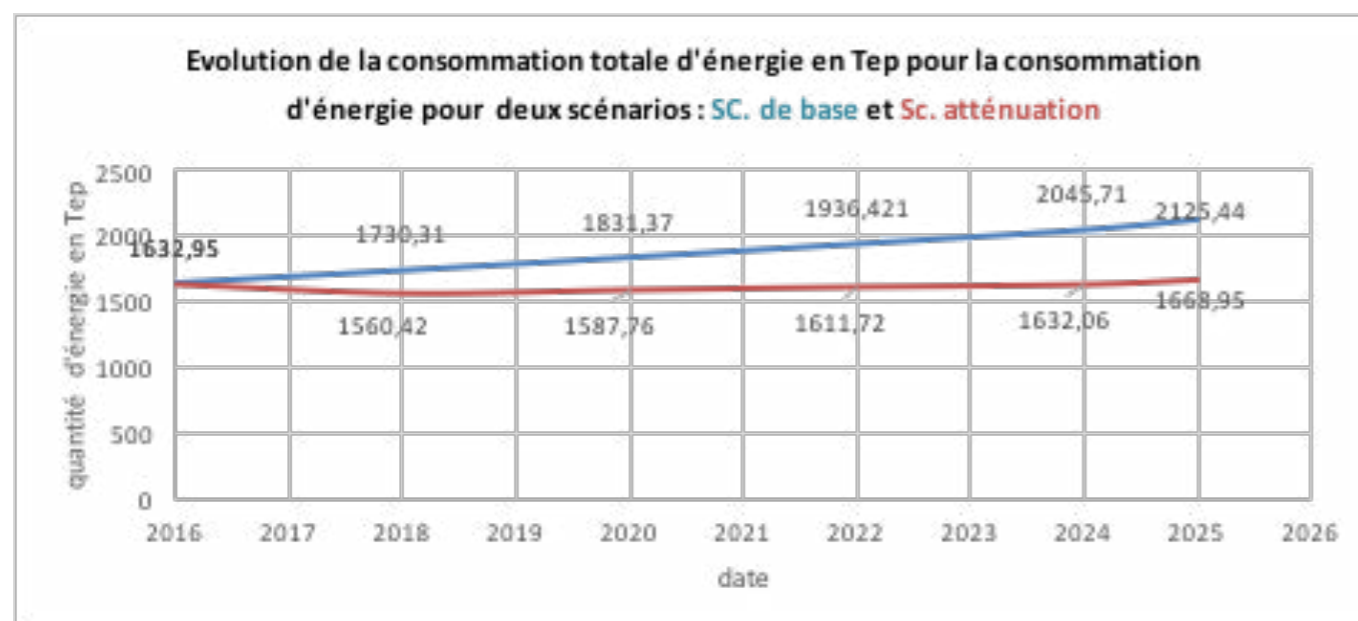
### 3.3.11. Consommation globale d'énergie pour les deux scénarios

Tableau 89 : Bilan de la consommation des ménages pour le scénario de base

Consommation générale des ménages en Tep pour le scénario de base						
Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Bois de feu	291,6	312,98	335,92	360,54	386,98	400,91
Charbon de bois	399,28	428,57	459,99	493,731	529,89	548,99
Electricité	942,07	988,76	1035,46	1082,15	1128,84	1175,54
<b>Total</b>	<b>1632,95</b>	<b>1730,31</b>	<b>1831,37</b>	<b>1936,421</b>	<b>2045,71</b>	<b>2125,44</b>

**Tableau 90 : bilan de la consommation des ménages pour le scénario d'atténuation**

Consommation des ménages en Tep pour le scénario d'atténuation						
Année	2016	2018	2020	2022	2024	2025
Bois de feu	291,6	289,2	276,72	262,62	246,84	236,26
Charbon de bois	399,28	282,46	275,58	266,95	256,38	257,15
Electricité	942,07	988,76	1035,46	1082,15	1128,84	1175,54
<b>Total</b>	<b>1632,95</b>	<b>1560,42</b>	<b>1587,76</b>	<b>1611,72</b>	<b>1632,06</b>	<b>1668,95</b>



**Figure 53 :** l'évolution de la consommation globale pour les deux scénarios retenus au niveau de la cité

### 1.1.12. Coût d'investissement global de la transition énergétique au niveau de la cité 1008 logements

Ce coût d'incrémentation global des mesures d'atténuation pour la réalisation de la transition énergétique au niveau de la cité 1008 logements à l'horizon 2025 est présenté dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 91 : le coût global de la transition**

	Les foyers et les fourneaux améliorés	Les lampes basse consommation	Systèmes solaires à injection
<b>Coût de la transition FCFA</b>	<b>3 951 360</b>	<b>27 576 000</b>	<b>1 392 400 000</b>
<b>Coût global de la transition FCFA</b>	<b>1 423 927 360</b>		

#### ❖ Commentaires

L'analyse des courbes de la figure 11 montre l'évolution des besoins énergétiques en fonction de l'accroissement de la population, la courbe bleue représente l'évolution de la demande énergétique suivant les conditions de base. Par contre si on applique la transition énergétique pour la satisfaction des mêmes besoins énergétiques, l'évolution de la consommation aura l'allure de la courbe orange. La même proportion est constatée au niveau des émissions de GES : ce qui équivaut à une réduction de **21,5 %** à l'horizon temporel **2025**.

### 1.1.13. Eléments du système solaire

Il s'agit d'offrir des systèmes solaires photovoltaïques pour la prise en charge des consommations des familles en milieu urbain.

Les systèmes proposés sont :

- 200 Wc/12V avec un onduleur de 300W ;
- 500W/24V avec un onduleur de 600W ;
- 1000 Wc/24V avec un onduleur de 1500W ;
- 3000 Wc/48 V avec un onduleur de 4000W. ;

#### • Mise en œuvre :

Pour la mise en œuvre du projet, une étude sera menée chez le bénéficiaire pour déterminer avec exactitude le besoin énergétique et le coût moyen de la facture d'électricité.

Cette opération doit être préfinancée par un opérateur en rapport avec la mise en œuvre d'un mécanisme de financement approprié et adapté.

Il s'agira également d'adapter le cadre législatif et réglementaire de l'application de l'injection sur le réseau.

#### a) Avantages

Les avantages de l'utilisation des systèmes solaire avec les onduleurs à injection sont:

- Satisfaire en permanence les besoins énergétiques identifiés ;
- Produire de l'énergie pour sa propre consommation ;
- Alléger la consommation sur le réseau national ;
- Réduire la consommation de carburant ;
- Contribuer à une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

#### b) Inconvénients :

L'utilisation de système solaire avec l'onduleur à injection a des inconvénients aussi:

- Coût d'investissement du système élevé;
- Mode de paiement du système très lent;
- Occupation de la toiture des bénéficiaires.

Tableau 92 : Solutions techniques

N°	Description	Coût approximatif
1	<p>Kit Autonome Solaire de <b>200Wc/12V</b></p> <p>Composé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 panneau photovoltaïque à haut rendement ;</li> <li>- 1 support métallique ;</li> <li>- 1 régulateur de 20A/12V ;</li> <li>- 1 convertisseur pur sinus de 12V/300W ;</li> <li>- 1 boîtier disjoncteur différentiel ;</li> <li>- 1 batterie de 200AH/12V ;</li> <li>- 1 lot d'accessoires de montage.</li> </ul>	750.000
2	<p>Kit Autonome Solaire de <b>500Wc/24V</b></p> <p>Composé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 panneaux photovoltaïques à haut rendement de 250 Wc/24V;</li> <li>- 2 supports métalliques ;</li> <li>- 1 régulateur de 20A/24V ;</li> <li>- 1 convertisseur pur sinus de 24V/600W ;</li> <li>- 1 boîtier disjoncteur différentiel ;</li> <li>- 2 batteries de 200AH/12V ;</li> <li>- 1 lot d'accessoires de montage.</li> </ul>	1.200.000
3	<p>Kit Autonome Solaire de <b>1000Wc/24V</b></p> <p>Composé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 panneaux photovoltaïques à haut rendement de 250Wc/24V ;</li> <li>- 4 supports métalliques ;</li> <li>- 1 régulateur de 40A/24V ;</li> <li>- 1 convertisseur pur sinus de 24V/1500W ;</li> <li>- 1 boîtier disjoncteur différentiel ;</li> <li>- 4 batteries de 200AH/12V ;</li> <li>- 1 lot d'accessoires de montage.</li> </ul>	2.000.000
4	<p>Kit Autonome Solaire de <b>3000Wc/24V</b></p> <p>Composé de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 12 panneaux photovoltaïques à haut rendement de 250Wc/24V;</li> <li>- 12 supports métalliques ;</li> <li>- 1 régulateur de 60A/48V ;</li> <li>- 1 convertisseur pur sinus de 48V/4000W ;</li> <li>- 1 boîtier disjoncteur différentiel ;</li> <li>- 12 batteries de 200AH/12V ;</li> <li>- 1 lot d'accessoires de montage.</li> </ul>	6.000.000

## CHAPIRE IV : VULNERABILITE / ADAPTATION AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

### Introduction

Le sahel est une des régions du monde parmi les plus vulnérables aux changements climatiques, en raison notamment d'une plus faible capacité l'adaptation des populations en lien avec une pauvreté plus généralisée que sur les autres continents. En effet, bon nombre de pays se retrouvent à la queue du peloton pour ce qui a trait à l'indice de Développement Humain (UNEP, 2014). La vulnérabilité des pays sahéliens face aux fluctuations du climat est d'autant plus élevée que ces pays dépendent fortement de l'agriculture pluviale et possèdent des ressources et des économies locales limitées et peu diversifiées. La variabilité et les impacts à long terme des changements climatiques influencent les perspectives globales de développement des pays en voie de développement, en particulier les pays africains qui sont les plus pauvres donc moins susceptibles de se protéger et de s'adapter aux effets de ce fléau mondial. Ces pays, particulièrement ceux de la région sahélienne, manquent de capacités institutionnelle, économique et financière nécessaires pour faire face aux impacts du changement climatique. Comme le suggère le troisième rapport du GIEC (GIEC, 2001), la diminution des précipitations anticipées par certains MGCs, si elle s'accompagne d'une forte variabilité interannuelle, pourrait nuire au bilan hydrologique du continent et perturber de façon majeure plusieurs activités économiques.

L'économie du Mali repose sur des ressources provenant essentiellement de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche. D'où l'extrême vulnérabilité de ce pays et de son économie au climat et à ses variabilités et changements potentiels. Le secteur primaire (agriculture, élevage et pêche) occupe au Mali plus de 80% de la population active et représente 45% du Produit Intérieur Brut (PIB), alors que le secteur secondaire (industrie) ne représente que 16% du PIB et le secteur tertiaire (commerce, services) 39%. Parallèlement aux ressources agricoles, le Mali a d'autres potentialités énergétiques, touristiques et artisanales, de même que minières. L'or occupe la troisième place au niveau des ressources destinées à l'exportation (après le coton et le bétail).

Dans ce chapitre les aspects suivants seront traités :

- La mise à jour du scénario climatique élaboré par le Mali en 2003 ;
- La vulnérabilité du pays aux impacts des changements climatiques ;
- L'adaptation du pays aux impacts des changements climatiques.
- Au niveau national ;
- Au niveau sectoriel : exemples d'étude au niveau des secteurs changement d'affectation des terres et foresterie et énergie.

### A) MISE A JOUR DU SCENARIO CLIMATIQUE DEVELOPPE POUR LE MALI

#### 4.1. Mise à jour du scénario changements climatiques développé par le Mali

**Source :** Etude – TCN-AEDD-MEADD : « Mise à jour du scénario climatique élaboré par le Mali en 2003 », juin 2016.

##### 4.1.1. L'analyse prospective

L'analyse de la vulnérabilité, ou son corollaire, la résilience aux changements climatiques dans le futur, repose sur deux exercices complémentaires. En premier lieu, il faut connaître la prospective climatique (les projections) de façon satisfaisante, avec une résolution spatiale adéquate, de sorte que l'on puisse correctement estimer le risque climatique dans le temps et projeter dans le futur les impacts actuels des changements climatiques, en fonction de la compréhension et de l'évolution des facteurs de cette vulnérabilité compte tenu de la prospective des risques climatiques.



Un scénario climatique (projections climatiques) a déjà été élaboré pour le Mali en 2003 dans le cadre de l'étude « **Elaboration des scénarios de changements climatiques pour le Mali** » (CNRST, avril 2003).

Les projections climatiques pour le Mali ont ensuite été régionalisées, permettant d'établir une évolution potentielle du climat au Mali à l'échelle locale (niveaux commune, cercle, région et zone agro-climatique) au cours du XXI<sup>e</sup> siècle.

#### 4.1.2. Rappel des résultats du scénario climatique élaboré pour le Mali en 2003

La projection des paramètres climatiques s'est appuyée en partie sur les travaux du GIEC et sur l'utilisation de Modèles de Circulation Générales (MCG) pour différents scénarios d'émissions. Au Mali, les différents scénarios SRES (A1, A2, B1, B2) disponibles dans le modèle MAGICC ont été utilisés. La simulation avec SCENGEN a été effectuée avec chacun des MCG aux trois sensibilités du climat (S=4,5 ; S=2,5 ; S=1,5) et pour les principaux points de grilles qui couvrent le Mali (points de grilles 2, 4, 5 et 6).

Les projections de précipitation et de température dans les localités du pays pour chacun des horizons temporels 2025, 2050, 2075 et 2100 ont été déterminées en interpolant les résultats obtenus sur les points de grille du MCG recouvrant la zone.

Pour toutes les sensibilités climatiques, on observe un gradient positif de température du sud vers le nord du pays avec des augmentations variant entre 0,62 et 0,77°C (sensibilité S=1,5) ; entre 0,91 et 1,18°C (sensibilité S=2,5), et entre 1,25 et 1,55°C (sensibilité S=4,5). Ce gradient positif de température respecte les différentes zones climatiques. En effet, suivant ces zones climatiques la température moyenne augmente du sud vers le nord, c'est à dire des zones humides vers les zones désertiques (Tableau 93.).

**Tableau 93 : Taux d'augmentation de la température moyenne par rapport à la normale 1961-90 dans les différentes zones climatiques en fonction de la sensibilité**

Sensibilité	Augmentation de température en 2025 (°C)				Moyenne
	Zone pré-guinéenne	Zone soudanienne	Zone sahé-lienne	Zone saharienne	
1,5	0,62 à 0,68	0,69 à 0,71	0,72 à 0,75	0,76 à 0,78	0,70
2,5	0,92 à 0,93	0,94 à 1,00	1,01 à 1,07	1,08 à 1,15	1,03
4,5	1,24 à 1,30	1,31 à 1,39	1,40 à 1,47	1,48 à 1,55	1,39

Les projections montrent que les précipitations diminuent du sud vers le nord. En effet, le sud correspond à une zone climatique de type pré-guinéenne où les précipitations moyennes saisonnières enregistreraient à l'horizon 2025 des taux de diminution allant de -2,4% à -5,5% pour les différentes sensibilités climatiques. Cette diminution s'accroîtrait plus au nord avec des taux de diminution variant de -5,2% à -10,5% pour la zone saharienne (Tableau 94). La même tendance est observée pour la moyenne saisonnière pour les horizons temporels 2050, 2075 et 2100.

**Tableau 94 : Taux de diminution de la pluviométrie moyenne saisonnière par rapport à la normale 1961-90 dans les différentes zones climatiques en fonction de la sensibilité**

Sensibilité	Diminution de la pluviométrie (%) en 2025				Moyenne
	Zone pré-guinéenne	Zone soudanienne	Zone sahé-lienne	Zone saharienne	
1,5	-2,4 à -3,0	-3,1 à -4,0	-4,1 à -5,0	-5,1 à -8,0	-5,20
2,5	-3,8 à -4,0	-4,1 à -4,6	-4,7 à -6,2	-6,3 à -12	-7,90
4,5	-4,5 à -5,5	-5,6 à -7,0	-7,1 à -9,0	-9,1 à -16	-10,25

Les principales conclusions de ces travaux, et qui représentent la base de la planification actuellement, sont résumées ici, pour l'horizon 2000-2100.

**Tableau 95 : Projections à l'horizon 2000-2100**

Année	Diminution de la pluviométrie selon les zones entre	Augmentation de la température selon les zones entre
2025	1,5% et 6%	0,5 °C et 1,05°C
2050	2,5% et 12,5%	1,4°C et 2,05°C
2075	5% et 20%	2,1°C et 3,10°C
2100	7% et 25%	3,4°C et 4,3°C

Sur le plan de la résolution locale, aux horizons d'étude, la modélisation indique que les précipitations moyennes mensuelles connaîtront une diminution par rapport à la normale sur la période 1961-1990, au niveau de toutes les stations météorologiques du pays. Cela se traduirait par un déplacement des isohyètes vers le nord.

Une diminution de 10 % de la pluviométrie par rapport à la normale 1961-1990 entraînerait une situation de sécheresse au Mali.

Dans le scénario climatique élaboré, cette situation de sécheresse serait constatée sur la première moitié de l'hivernage (mois de mai, juin et juillet) à partir de l'horizon 2025 sur toutes les stations pour une sensibilité climatique moyenne. La même situation pourrait s'installer dès l'horizon 2020 si la réaction du climat aux perturbations devenait plus rapide.

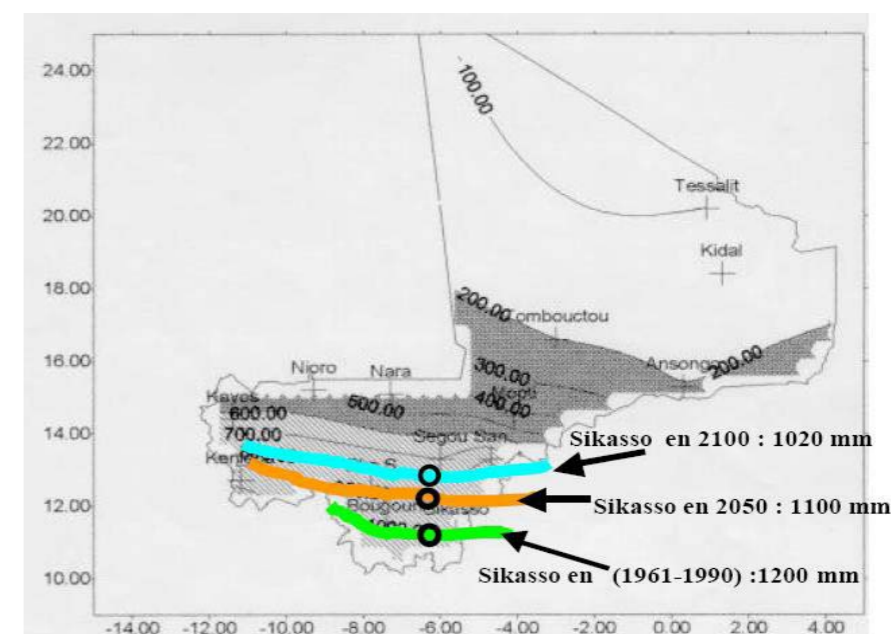
Suite au déficit pluviométrique, les sources d'approvisionnement naturelles en eau des communautés constituées par les eaux de surface et les eaux souterraines superficielles seront affaiblies dans une certaine proportion et les populations auront recours au transport, au stockage et aux forages. Les coûts que nécessiteront ces activités de transport, de réalisation de forages équipés constitueront un facteur limitant pour l'approvisionnement en eau. Des mouvements de populations pour se regrouper autour des points d'eau pérennes et un exode rural des populations vers les centres urbains et les pays voisins seront à prévoir.

Quant aux températures, aux horizons considérés, la modélisation indique que la température moyenne mensuelle connaîtra une augmentation par rapport à la normale sur la période 1961-1990, au niveau de toutes les stations météorologiques. L'analyse des événements extrêmes pour la température nous a permis de comparer les occurrences de températures maximales supérieures à la moyenne maximale de la normale 1961-90 des horizons temporels 2050 et 2100.

De cette analyse, on retient :

- pour la période 1961-1990, la température moyenne maximale est de 30,5°C avec 50% d'occurrence d'avoir des températures supérieures à cette moyenne de 30,5°C.
- en 2050, la température moyenne maximale serait de 32,5°C et l'occurrence des températures supérieures à cette valeur serait de 40%.
- en 2100, la température moyenne maximale serait de 34,5°C et l'occurrence des températures supérieures à cette valeur serait de 36%.

Selon ce scénario climatique élaboré à partir de Magic Shungen, la diminution de la pluviométrie qui se traduit par un déplacement des isohyètes vers le Nord se poursuivrait pour les horizons temporels jusqu'en 2100 (l'exemple du cas de la localité de Sikasso est montré sur la figure qui suit).



**Figure 54 : Diminution de la pluviométrie et déplacement des isohyètes vers le Sud dans la localité de Sikasso entre 1960 et 2100**

Comme l'économie du Mali dépend largement des activités agro-sylvo-pastorales, cette diminution de la pluviométrie prévue par le scénario climatique aurait des répercussions néfastes sur la production agricole et la sécurité alimentaire.

### 4.1.3. Actualisation des résultats du scénario établi pour le Mali en 2003

#### 4.1.3.1. Méthodologie

Le scénario climatique dont les résultats ont été présentés ci-dessus a été élaboré par des experts maliens dans le cadre des études effectuées dans l'exécution du projet NCAP en 2003 grâce à un financement de la coopération néerlandaise. Les résultats de ce scénario ont été utilisés avec succès dans beaucoup d'études prospectives sur l'adaptation aux impacts des CC à différents horizons temporels des populations et des écosystèmes maliens.

Dans le cadre de l'élaboration de la présente communication nationale, l'équipe chargée des études a décidé de faire une mise à jour de ce scénario climatique. Dans un premier temps un test de conformité des résultats de ce scénario climatique a été effectué avec d'autres scénarios climatiques élaborés récemment par d'autres organismes compétents. Le choix s'est porté sur le scénario climatique élaboré par le GIEC dans son dernier rapport de 2014 et celui réalisé par le PNUD sur le Mali en 2008 dont les résultats sont présentés ci-dessous.

Dans un cadre marqué par le changement climatique, la situation des pays sub-sahariens suscite une préoccupation particulière, en raison du niveau de pauvreté et de la dépendance des précipitations. Le Mali, à l'instar des pays de la sous-région, est caractérisée par une forte variabilité aussi bien spatiale que temporelle des paramètres climatiques, les précipitations en particulier. Le GIEC prévoit une augmentation de la température (de plus de 1,5 fois des augmentations prévues au niveau global), une baisse des systèmes pluviométriques (rapport du GIEC) et une augmentation de la fréquence et l'ampleur des phénomènes climatiques extrêmes.

Une augmentation de la température médiane de 3-4°C en 2080-2099 par rapport à la moyenne 1980-1999 est très probable pour la plupart de l'Afrique dans toutes les saisons.

Ceci représente 1,5 fois plus les augmentations prévues au niveau global.

Selon Mc Sweeney et al. (Scénario climatique développé pour le Mali en 2008 par le PNUD) une augmentation de la température de 1,2 à 3,6°C en 2060 et de 1,8 à 5,9°C en 2090 pour l'ensemble du pays est prévisible.

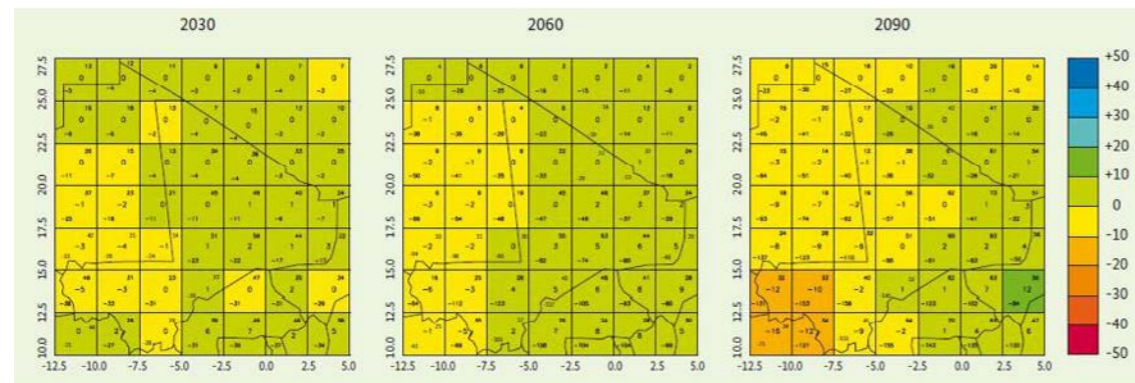


Figure 55 : projection de l'évolution des précipitations au Mali (mois JAS) (Mc Sweeney et al, 2008)

Par ailleurs, les projections du GIEC annoncent des augmentations des précipitations à des latitudes élevées et leurs diminutions dans les latitudes subtropicales. Ceci ne fera qu'accroître la tendance actuelle au dessèchement de cette sous-région. Les changements climatiques devraient encore limiter la disponibilité d'eau en raison de la fréquence accrue des périodes de sécheresse, de l'augmentation de l'évaporation de l'eau et des changements des modèles de précipitation et de ruissellement.

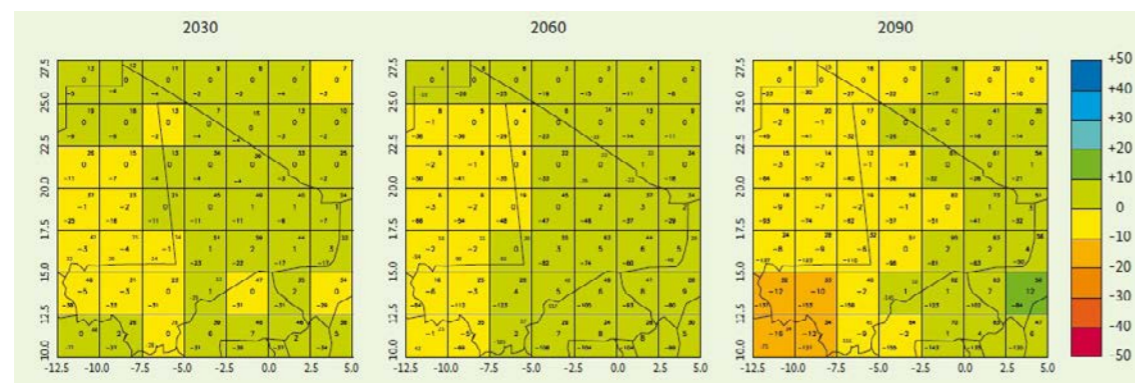


Figure 56 : Projection de l'évolution des précipitations au Mali (mois JAS) (Mc Sweeney et al. 2008)

#### 4.1.3.2. Résultats de la comparaison

On remarque que les sorties du scénario climatique développé par l'équipe du Mali en 2003 [2] concordent avec les résultats de l'étude commanditée par le PNUD sur les profils de changement climatique effectuée par Sweeney et al, 2008. Ces sorties sont également en accord avec les résultats du cinquième rapport du GIEC (2014).

Cela montre que les sorties du scénario développé par l'équipe d'experts du Mali en 2003 sont toujours valables et pourront de ce fait être utilisées pour mener des études prospectives sur les impacts des CC sur les différents secteurs de développement du Mali.

### B) VULNERABILITE DU PAYS AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les impacts futurs des CC au Mali peuvent être résumés comme suit :

- Augmentation de température ;
- Mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie ;
- Accentuation des phénomènes météorologiques extrêmes comme les inondations, les sécheresses, les vents forts, etc.

Beaucoup d'études de vulnérabilité du Mali aux impacts futurs des CC ont été menées, nous présentons ici les résultats de quelques unes :

- Exemples d'étude de vulnérabilité aux phénomènes météorologiques extrêmes : sécheresses, inondations ;
- Exemples d'études de vulnérabilité aux phénomènes météorologiques normales comme la mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie, l'élévation de température : impacts sur les feux de brousse, sur le secteur de la foresterie et le sous-secteur de l'élevage dans la région de Sikasso.

#### 4.2. Vulnérabilité du Mali aux sécheresses

Source : Projet ILWAC – DGPC-AEED : « Cartographie de la vulnérabilité face aux risques climatiques », 2011.

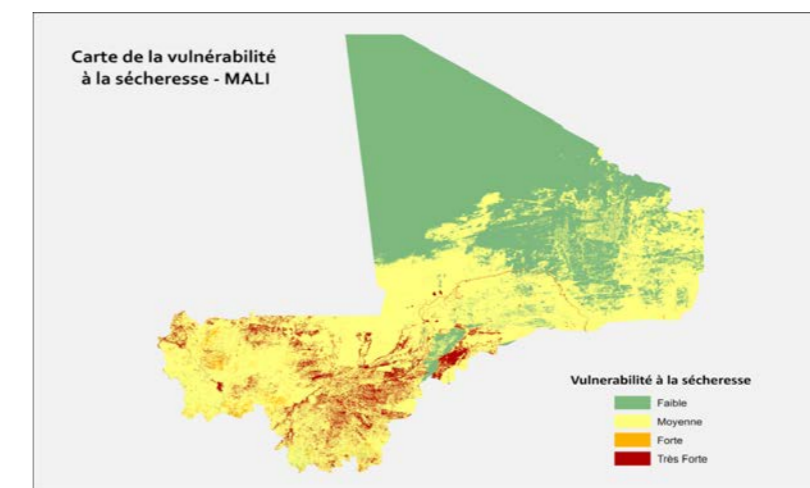
##### 4.2.1. Contexte

Pour soutenir les efforts du Mali dans la gestion des écosystèmes et des ressources naturelles, l'OSS, fort de l'appui financier de la Banque Mondiale, a lancé depuis 2011 le projet national ILWAC [1] qui vise la mise en place d'un système global, cohérent et intégré de gestion des informations et des données permettant le renforcement du partage des connaissances et des capacités en vue d'une prise de décision éclairée sur les questions liées à la gestion durable des terres et des risques liés au changement climatique.

##### 4.2.2. Cartographie de la vulnérabilité à la sécheresse

Le projet ILWAC a permis l'évaluation de la vulnérabilité aux sécheresses. Il a consisté à réaliser des analyses spatiales à l'échelle nationale à travers des croisements de couches d'informations afin d'identifier les zones les plus vulnérables aux sécheresses et choisir le site de Sikasso (sud du Mali) comme zone pilote.

Le résultat de cette analyse est la cartographie du risque. Cette cartographie est réalisée au niveau national à l'échelle 1 :200.00 et au niveau local à l'échelle 1 :100.00 (figure 5.7.).



Source : Projet ILWAC  
Figure 57 : cartographie du risque à la sécheresse

### 4.3. Vulnérabilité du Mali aux feux de brousse

**Source :** TCN-AEDD : Etude « Estimation et caractérisation des superficies brûlées au Mali de 2006 à 2015 par imagerie satellitaire à partir du modèle des points de feu élaboré pour la campagne 2015-2016 (TCN Déc. 2017) pour améliorer la qualité des inventaires de GES et des mesures d'atténuation dans le sous-secteur des feux de brousse », juillet 2017.

#### 4.3.1. Introduction

Malgré les efforts du pays, les ressources forestières et fauniques du Mali sont soumises à une dégradation continue. La baisse et la mauvaise répartition pluviométrique de ces dernières années ont sans nul doute limité la dynamique, la structure, et la composition des écosystèmes de savanes qui sont les sources de puits carbone. Rappelons que de 1996 à 2006, les superficies brûlées sont évaluées à 1 567 858 ha (DNCN, 2009) dont 11% sont des feux précoces et le reste des feux tardifs. Cela représente une moyenne annuelle de 156 785 ha de ressources forestières brûlées. Ces informations ne constituent que des cas ayant fait l'objet de constations par le Service des Eaux et Forêts et les autres cas soit plus de ¾ échappent au contrôle, d'où la nécessité d'utiliser de nouvelles technologie afin d'évaluer et caractériser l'ensemble des superficies brûlées annuellement. Les suivis journaliers des manifestations (occurrences des feux) à partir de satellite MODIS sont un outil efficace permettant de faire une analyse approfondie des émissions/absorptions de GES dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie (CATF).

#### 4.3.2. Méthodologie utilisée

La démarche méthodologique comprend deux grandes phases : l'acquisition des images et la vérification terrain des données reçues. A cela s'ajoute des rencontres de cadrage pour la compréhension du mandat et la contribution de la DNEF à travers le SIFOR.

La première étape consiste à :

- choisir l'intervalle de temps pendant lequel les foyers de feu ont été observés (48 h) à partir des images satellites MODIS ;
- choisir le fichier en SHP des données de foyers de feu et superficies brûlées par cercles ;
- afficher et visualiser le fichier SHP sur le Logiciel ArcGis ou Mapinfo pour visualiser, et ;
- extraire les foyers de feux concernant le Mali et afficher ensuite les fichiers SHP des villages, communes, cercles et régions du Mali pour une meilleure appréciation des foyers de feu.

Pour la seconde étape, quatre missions furent organisées sur le terrain en deux périodes entre Février-Mars et Mai-Juin. La démarche consistait à disposer des coordonnées géographiques extraites des images servant de base de données de vérification terrain ou à partir des feux sur le terrain puis procéder aux géo-référencements afin de les projeter sur les cartes vectorielles issues des images.

- l'axe Bamako- Kolokani-Diéma soit Cent cinquante (150) points d'occurrence ont été identifiés ;
- l'axe Bamako-Forêts classée du Baoulé-Kita soit Cent (100) points geo-référencés ;
- l'axe Bamako-Bougouni –Yanfolila soit Cent cinquante (150) point geo-référencés et ;
- l'axe Bamako-Faya-Fana soit Cent (100) points de sondages effectués.

Au total, il a été réalisé 500 points de sondages des occurrences récentes sur les quatre axes de sondages. Il en résulte la conformité des données fournies par les images avec celles collectées sur le terrain après projection sur l'ensemble des zones concernées.

#### 4.3.3. Résultats

Les résultats des travaux issus des images et vérification des données terrain sont caractérisés et analysés en termes de superficie totale et des occurrences feux (cas) au niveau national, régional et cercle.

Quant aux périodes de mise à feu, il ressort que les mois de novembre, décembre et mars connaissent des pics dans toutes les régions.

Les feux des périodes allant de septembre à décembre sont considérés suivant les zones agro-écologiques comme précoces. Cette pratique est réglementée par l'arrêté n°9-2487/MDRE-SG du 14 novembre 1995 déterminant les modalités de mise à feu précoce dans le domaine forestier de l'Etat et des Collectivités Décentralisées qui contribue à la limitation des feux de brousse. Quant aux mois de Mars-Avril-Mai, ces feux appelés tardifs détruisent le couvert végétal et les ressources fauniques du milieu. Cependant, malgré le manque de données fiables sur les deux formes de cas (dépendant des zones agro-écologiques), la gestion des feux de brousse quelque soit leur nature et leur ampleur, demeure une menace pour l'environnement et les ressources naturelles dans la mesure où elle perturbe le régime des pluies.

En termes de superficie, les **mois de novembre et janvier** sont les plus élevés avec respectivement **50%** et **20%** suivi du mois de **décembre** avec **10%** des ressources brûlées.

Parmi les cercles, Kita seul représente 30% de la superficie nationale brûlée. Les zones qui sont particulièrement tou-

chées sont : la Réserve de la Boucle du Baoulé, et les forêts classées adjacentes. Les autres cercles touchés par les feux sont Kati, Nara, Kayes, Bafoulabé, Kéniéba, Bougouni et Yanfolila. Il faut noter que dans la région de Tombouctou, seul le cercle de Goundam est identifié avec une superficie de 1 986ha. Les figures ci-dessous donnent la situation des superficies brûlées par cercle au niveau des régions concernées.

#### 4.3.3.1. Présentation des superficies brûlées par cercle

Les superficies brûlées ainsi que les occurrences de feux ont été déterminées pour les cercles les plus concernés dans les régions de Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou et Mopti. Les résultats des superficies brûlées par cercle sont présentés sur les figures qui suivent.

Il ressort qu'en termes de superficies entre **2005 et 2016**, la région de Kayes représente seule 57% des superficies, suivi de Koulikoro 21% du total national.

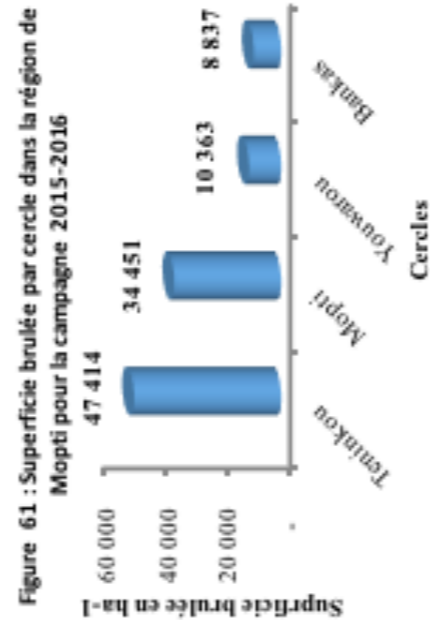
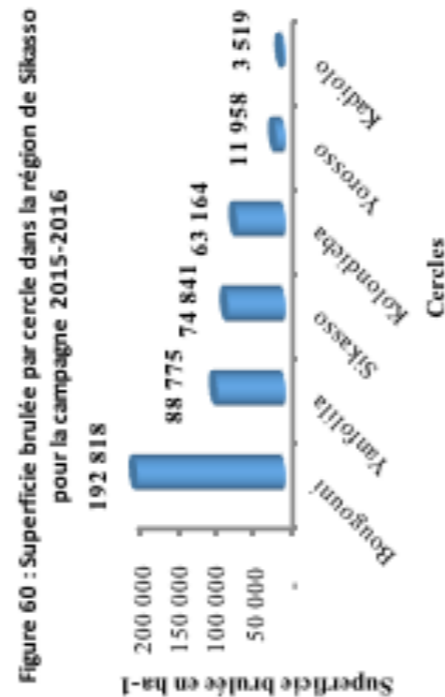
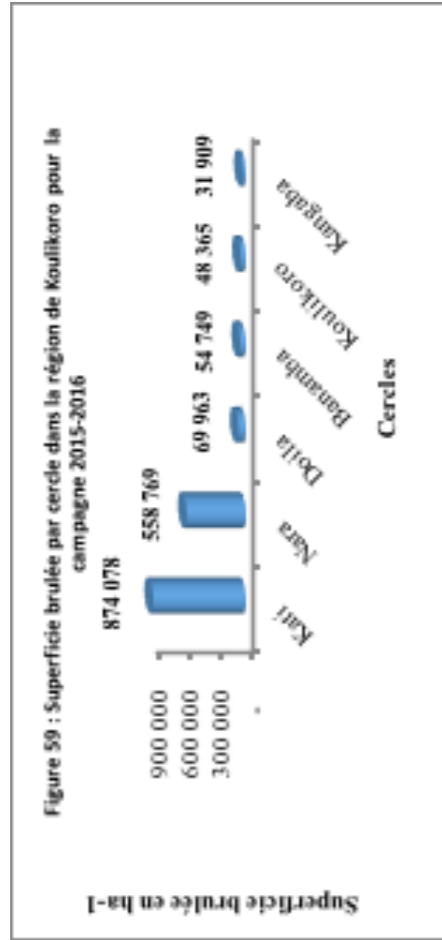
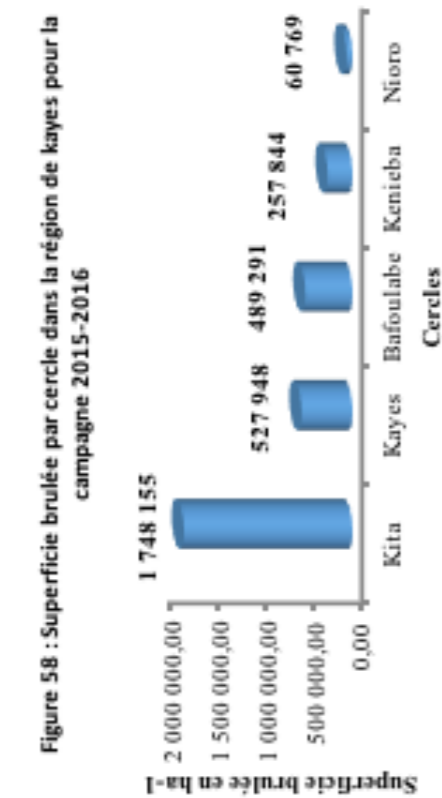
Une analyse comparative avec celle des campagnes 2005-2006 et 2015-2016 montre une diminution des superficies brûlées qui sont passées de **6 954 076 ha** à **4 521 717 ha**.

Tableau 96 : Superficie des feux suivant les périodes de l'année

Cercles	nov-15	dec-15	jav-16	Fev-16	mars-16	Total
Bafoulabe	152 385	156 905	98 651	36 897	44 453	489 291
Kayes	424 600	53 620	25 030	24 697	-	527 948
Kenieba	18 978	74 276	93 235	44 494	26 861	257 844
Kita	957 133	180 417	273 531	159 887	177 187	1 748 155
Nioro	42 383	11 583	3 383	1 812	1 608	60 769
<b>Kayes</b>	<b>1 595 480</b>	<b>476 800</b>	<b>493 831</b>	<b>267 787</b>	<b>250 109</b>	<b>3 084 007</b>
Doila	2 040	142	49 147	7 076	11 558	69 963
Kangaba	2 624	8 122	14 356	5 890	917	31 909
Kati	478 567	90 208	136 766	79 944	88 594	874 078
Koulikoro	11 554	3 526	14 743	9 695	8 847	48 365
Nara	497 106	28 633	2 536	14 813	15 680	558 769
Banamba	32 932	7 395	6 965	3 350	4 107	54 749
<b>Koulikoro</b>	<b>1 024 821</b>	<b>138 026</b>	<b>224 514</b>	<b>120 769</b>	<b>129 703</b>	<b>1 637 833</b>
Bankas	5 620	1 102	745	315	1 055	8 837
Mopti	-	-	646	9 073	24 731	34 451
Teninkou	-	-	1 747	6 814	38 852	47 414
Youwarou	-	-	-	168	10 195	10 363
<b>Mopti</b>	<b>5 620</b>	<b>1 102</b>	<b>3 138</b>	<b>16 370</b>	<b>74 834</b>	<b>101 064</b>
Tomain	1 798	2 709	2 363	3 847	2 685	13 402
Bougouni	838	8 354	140 286	20 667	22 674	192 818
Kadiolo	-	53	1 621	685	1 160	3 519
Kolondieba	-	383	57 091	3 764	1 925	63 164
Sikasso	239	359	49 591	11 159	13 492	74 841
Yanfolila	96	6 630	74 951	2 374	4 724	88 775
Yorosso	431	431	6 173	3 566	1 358	11 958
<b>Sikasso</b>	<b>1 603</b>	<b>16 209</b>	<b>329 714</b>	<b>42 216</b>	<b>45 334</b>	<b>435 076</b>
Tombouctou	-	-	1 986	-	-	1 986
<b>Total</b>	<b>2 629 322</b>	<b>634 846</b>	<b>1 055 545</b>	<b>450 989</b>	<b>502 665</b>	<b>5 273 368</b>

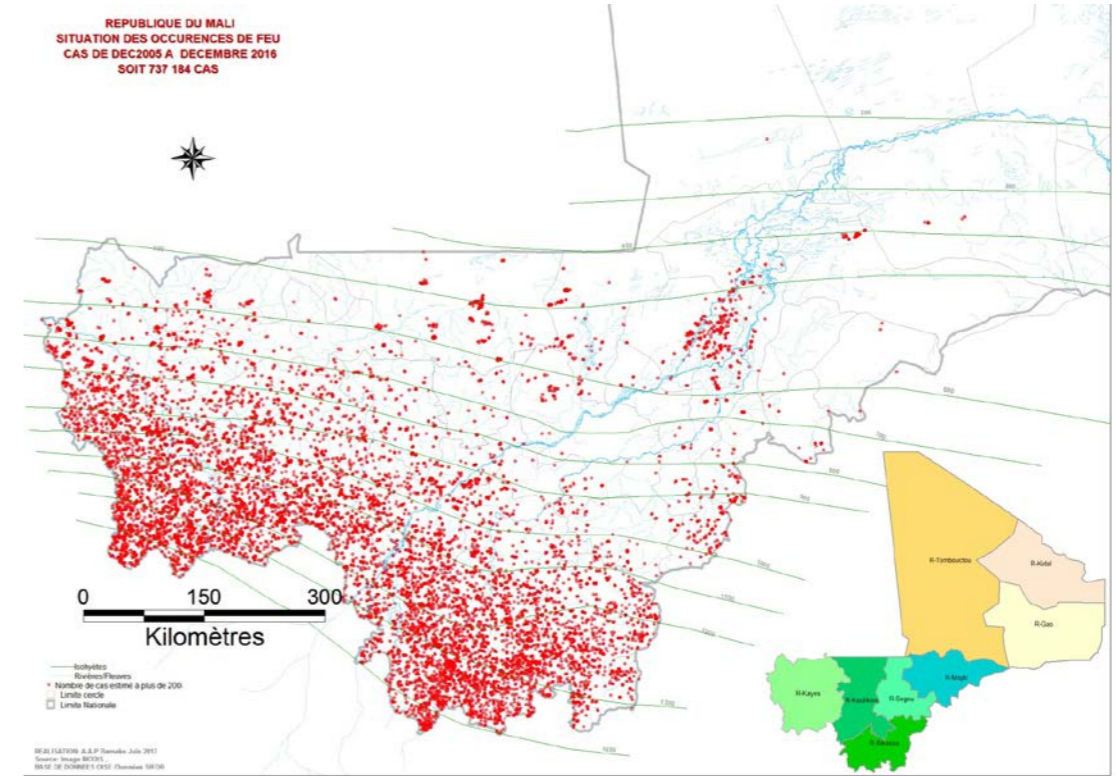
En termes de superficie, les mois de **novembre et janvier** sont les plus élevés avec respectivement **50%** et **20%** suivi du mois de **décembre** avec **10%** des ressources brûlées.

Parmi les cercles, Kita seul représente 30% de la superficie nationale. Les zones qui sont particulièrement touchées sont : la Réserve de la Boucle du Baoulé, et les forêts classées adjacentes. Les autres cercles touchés par les feux sont Kati, Nara, Kayes, Bafoulabé, Kéniéba, Bougouni et Yanfolila. Il faut noter que dans la région de Tombouctou, seul le cercle de Goundam est identifié dont sa superficie est de 1 986ha. Les figures ci-dessous donnent la situation des superficies brûlées par cercle au niveau des régions concernées.



#### 4.3.3.2. Cartographie du risque des feux de brousse

Les données sur les occurrences de feux de brousse ont permis de construire des cartes SIG pour le Mali, pour chacune des régions concernées par les feux. La cartographie pour l'ensemble du pays est présentée sur la figure qui suit. La cartographie pour le reste des régions est présentée en annexe.



Source : Etude TCN

Figure 62 : Carte des occurrences de feux pour l'ensemble des régions du Mali

#### 4.3.4. Conclusion

La gestion des feux précoces et tardifs demeure une préoccupation et cela en dépit d'une législation adaptée au contexte de la décentralisation.

Les résultats de la présente étude donnent une superficie brûlée estimée à plus **72 425 850 8ha en 2 ans**. La gestion des feux de brousse quelque soient leur nature et leur ampleur, demeure un volet important dans les actions d'adaptation et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le secteur du changement d'affectation des terres et foresterie au Mali (CATF).

Une approche participative des collectivités locales en synergie avec les Services Techniques pourra certainement aboutir à une réussite dans la lutte contre les feux de brousse (émetteurs des GES) et cela nécessite aussi une application des textes législatifs et réglementaires en la matière.

#### 4.4. Vulnérabilité du Mali aux inondations

Source : DGPC-UNICEF-REACH : « Etude des inondations au Mali 2006-2013 », mai 2014.

Pour mettre en évidence la vulnérabilité du Mali aux inondations, nous allons présenter les résultats d'une étude faite par le programme REACH en partenariat avec la DGPC

##### 4.4.1. Contexte

Chaque année au Mali, l'augmentation du niveau de précipitations lors de la saison d'hivernage entraîne des inondations dans de nombreuses localités situées dans le delta intérieur du fleuve Niger. Les inondations qui ont touché le Mali en 2013 ont eu un impact particulièrement fort. La Direction Générale de la Protection Civile (DGPC) a pour mandat d'évaluer les catastrophes, d'identifier et de mettre en œuvre/faciliter les secours nécessaires. De 2006 à 2013, les Directions Régionales de la Protection Civile (DRPC) réparties sur le territoire malien ont collecté des informations sur les inondations survenues au Mali, permettant d'évaluer l'impact des catastrophes sur les populations touchées.

Afin d'appuyer l'analyse de l'information liée aux inondations survenues au Mali, les acteurs du programme REACH (à savoir les organisations non-gouvernementales ACTED et IMPACT Initiatives avec l'Institut des Nations Unies pour la formation et la recherche – UNITAR – à travers son programme opérationnel pour les applications satellitaires – UNOSAT), en partenariat avec la DGPC, ont réalisé une étude afin de mieux comprendre ce phénomène, dans le but de sélectionner des espaces prioritaires propices à la mise en place d'actions de réduction et de prévention des risques. Cette étude repose sur :

- **Une cartographie des inondations au Mali** : le traitement des données de télédétection et de terrain collectées par la DGPC depuis 2006 a permis de réaliser une carte montrant une forte concentration des zones inondables dans les régions de Kayes et Ségou ;
- **Une cartographie sur l'occurrence et l'impact des inondations par localité dans les régions de Kayes et de Ségou** : la lecture des grandes tendances liées aux inondations survenues dans ces deux régions permet d'appréhender deux types majeurs d'inondations : les inondations systématiques engendrées par la crue du fleuve ou les systèmes d'irrigation agricole et les inondations ponctuelles résultant d'une hausse du niveau des précipitations ;
- **Une cartographie présentant le lien entre densités de population, impact et occurrence des inondations** : la discrétisation de ces trois variables produit un indicateur permettant de déterminer les localités les plus affectées et les plus à risque d'inondation, localités en conséquence prioritaires pour la mise en place d'activités de préparation aux inondations (comme c'est le cas dans le cercle de Niono - Région de Ségou - et la région de Kayes).

#### 4.4.2. Résultats

Une série de cartes montrant la vulnérabilité du pays aux inondations a été développée :

- Niveau de risque aux inondations du Mali à l'échelle de la commune ;
- Niveau de risque aux inondations du Mali à l'échelle du cercle.

##### 4.4.2.1. Niveau de risque aux inondations à l'échelle de la commune

La carte qui suit présente le risque d'inondation au Mali à l'échelle de la commune. Elle met en évidence 15 communes dont le niveau de risque est très élevé (Tomora, Sebekoro, Koula, Toguere Coumbe, Souba, Kokry, Sakoiba, Markala, Yangasso, Diabaly, Dogofry, Bougouni, Ourikela, Yorosso, Loulouni - situées dans les cercles de Niono, Ségou, Koulikoro et Bla), dû à la présence d'une vaste zone rizicole dans le cercle de Niono et à la confluence des rivières Baoulé, Bafing et Bakoy au niveau du cercle de Bafoulabe.

– Classement des communes les plus exposées aux inondations

Région	Cercle	Commune	Indicateur du niveau de risque
KAYES	BAFOULABE	TOMORA	8
KAYES	KITA	SEBEKORO	8
KOULIKORO	KOULIKORO	KOULA	12
MOPTI	TENENKOUN	TOGUERE COUMBE	8
SEGOU	SEGOU	SOUBA	8
SEGOU	MACINA	KOKRY	8
SEGOU	SEGOU	SAKOIBA	8
SEGOU	SEGOU	MARKALA	12
SEGOU	BLA	YANGASSO	12
SEGOU	NIONO	DIABALY	12
SEGOU	NIONO	DOGOFRY	8
SIKASSO	BOUGOUNI	BOUGOUNI	8
SIKASSO	YOROSSO	OURIKELA	8
SIKASSO	YOROSSO	YOROSSO	8
SIKASSO	KADIOLO	LOULOUNI	8

Source : DGPC-REACH

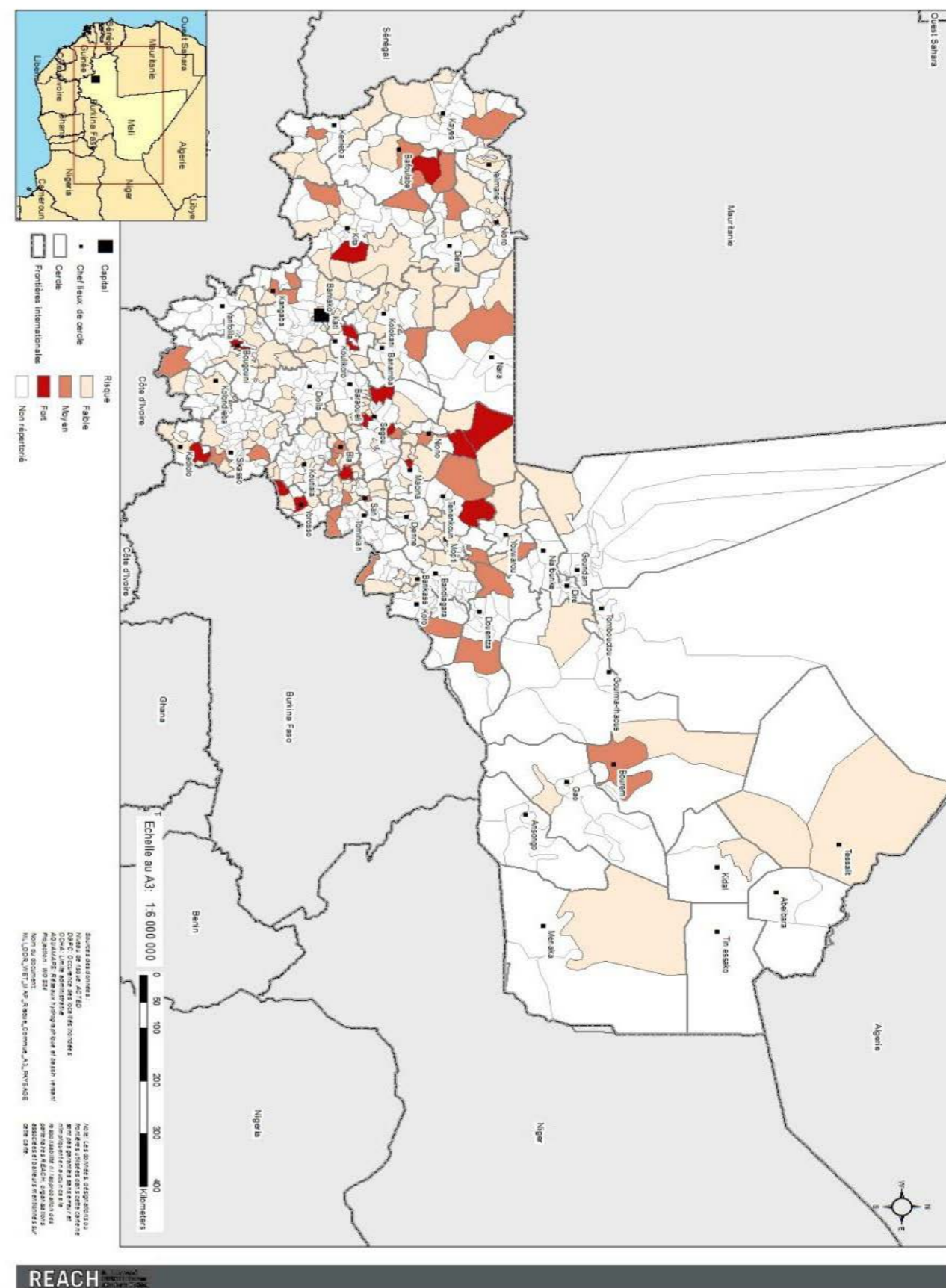


Figure 63 : Niveau de risque aux inondations au Mali à l'échelle de la commune

#### 4.4.2.2. Niveau de risque à l'échelle des communes et des cercles

La priorisation des opérations humanitaires dans des zones vulnérables requiert la définition d'une unité géographique commune permettant de comparer les territoires les uns par rapport aux autres. Au sein de la communauté humanitaire du Mali, l'unité géographique la plus couramment utilisée est le cercle. Un travail d'agrégation des données similaire à celui réalisé à l'échelle de la commune a donc été réalisé à l'échelle du cercle. La carte ci-dessous représente le niveau de risque aux inondations à l'échelle du cercle : la région de Ségou apparaît comme la plus vulnérable aux inondations ; les cercles de Kita et de Bafoulabe, dans la région de Kayes, indiquent aussi un indicateur de risque élevé.

Région	Cercle	Commune	Indicateur du niveau de risque
GAO	BOUREM	BOUREM	4
KAYES	BAFOULABE	KONTELA	4
KAYES	BAFOULABE	DIAKON	4
KAYES	BAFOULABE	BAFOULABE	4
<b>KAYES</b>	<b>KAYES</b>	<b>KOUSSANE</b>	<b>6</b>
KAYES	DIEMA	LAKAMANE	4
KAYES	KENIEBA	DABIA	4
KAYES	KITA	KOKOFATA	4
KAYES	KITA	SEFETO OUEST	4
KOULIKORO	KANGABA	NARENA	4
KOULIKORO	NARA	DILLY	4
<b>KOULIKORO</b>	<b>BANAMBA</b>	<b>BORON</b>	<b>6</b>
KOULIKORO	KANGABA	MINIDIAN	4
KOULIKORO	KATI	BANCOUMANA	4
MOPTI	DOUMENTZA	HAIRE	4
MOPTI	DOUMENTZA	DANGOL BORE	4
MOPTI	KORO	DIOUNGANI	4
MOPTI	BANKASS	OUENKORO	4
MOPTI	YOUWAROU	N'DODOJIGA	4
MOPTI	MOPTI	KONNA	4
MOPTI	TENENKOUN	KARERI	4
SEGOU	BLA	SAMABOGO	4
SEGOU	TOMINIAN	MAFOUNE	4
SEGOU	BLA	NIALA	4
SEGOU	BLA	SOMASSO	4
SEGOU	SEGOU	TOGOU	4
SEGOU	SEGOU	SOIGNEBOUGOU	4
SEGOU	SEGOU	SANSANDING	4
SEGOU	BLA	KORODOUGOU	4
SEGOU	NIONO	SIRIFILA BOUNDY	4
SEGOU	TOMINIAN	DIORA	4
SIKASSO	SIKASSO	KLELA	4
SIKASSO	SIKASSO	KABOÏLA	4
SIKASSO	BOUGOUNI	SIBIRILA	4

Source : DGPC-REACH

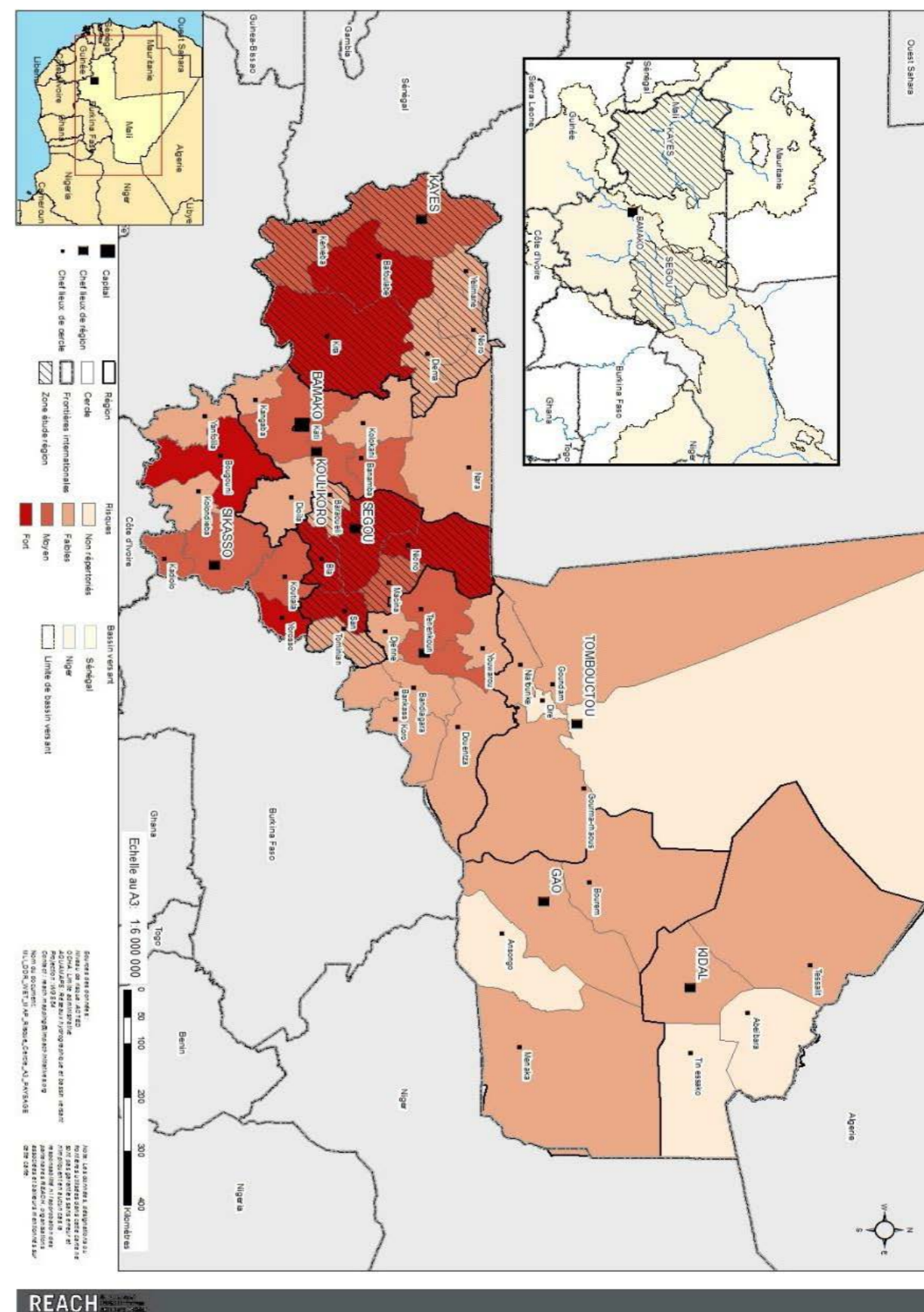


Figure 64 : niveau de risque aux inondations du Mali à l'échelle du cercle

#### 4.4.3. Conclusion

Dans le cadre de son partenariat avec la DGPC, ACTED a réalisé une cartographie des risques liés aux inondations au Mali, permettant de mieux aborder le niveau de risque et de vulnérabilité des localités touchées et d'améliorer en conséquence les stratégies de préparation et de réponse aux inondations. La réalisation de cartes et l'analyse des données cartographiques peuvent permettre aux acteurs de la communauté humanitaire d'adapter leurs interventions dans les communes inondées ou inondables en fonction du niveau de risque. Cette méthodologie invite également à distinguer les zones où le risque est fortement lié aux aléas naturels, tels que les cercle de Niono ou de Bafoulabe, et celles où le risque est davantage lié à la vulnérabilité des populations ou à leur capacité à faire face au phénomène des inondations.

#### 4.5. Vulnérabilité du secteur de la foresterie aux impacts des CC

**Source : TCN-AEDD-MEADD : Etude « Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie au Mali », juin 2016.**

##### 4.5.1. Contexte

Les causes de la dégradation des ressources forestières sont multiples et diverses, leurs manifestations multifformes et les conséquences qui en découlent très graves. Ces causes sont climatiques et anthropiques. Elles résultent d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre les trois éléments du système «**homme-climats-végétation**».

La cause climatique principale de la dégradation des forêts en particulier et de la végétation en général est la sécheresse et les changements climatiques. Parmi les nombreuses causes de dégradation des ressources végétales liées aux actions de l'homme on peut citer les **feux de brousse**, la **récolte du bois d'énergie**, **d'œuvre et de service**, **l'agriculture itinérante sur brûlis** et la **surexploitation des pâturages**.

Avec un taux d'accroissement annuel de 3,6% de la population malienne, on estime que la diminution des surfaces boisées est de 500 000 ha/an (soit 100 000 ha à cause de la coupe de bois et 400 000 ha pour les défrichements agricoles).

Cette pression accrue des populations humaines est considérée comme la menace la plus sérieuse pour la diversité biologique au Mali.

##### 4.5.2. Vulnérabilité du secteur aux CC

Au Mali comme dans beaucoup d'autres pays de la zone tropicale sèche, les principales contraintes à la pérennisation des ressources naturelles notamment forestières ligneuses demeurent les adversités du climat et les facteurs anthropiques.

###### 4.5.2.1. Les facteurs climatiques

L'économie du Mali repose essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles. La croissance démographique (3,6 %/an) et les contraintes climatiques ont entraîné une surexploitation et une dégradation de ces ressources. Les deux tiers du pays sont arides et semi arides dominés par les problèmes de désertification. Les risques naturels se sont accrues avec l'intensification des changements climatiques : sécheresses à répétition, inondations, vents forts, feux de brousse, déstabilisation du régime des pluies (CPDN, Mali, 2016).

Les tendances des paramètres climatiques ont nettement montré une baisse de la pluviométrie et une nette augmentation de la température moyenne annuelle.

Il est rapporté dans le rapport sur la Contribution Prévue Déterminée du Mali présenté à la COP21 de Paris sur le Climat que cette situation est d'autant plus grave que les scénarios climatiques à l'horizon 2100 prévoient en moyenne une augmentation des températures 3°C et une diminution des pluies de 22% sur l'ensemble du pays.

###### 4.5.2.2. Les facteurs anthropiques

Les activités humaines contribuent beaucoup à la dégradation de l'environnement si des précautions de durabilité n'ont pas été prises en compte. Parmi ces activités, on peut noter : l'agriculture, l'élevage, les exploitations forestières, les feux de brousse etc.

##### a. L'agriculture

Il ressort de l'étude réalisée en 2014 par AGRECO sur la Révision du profil environnemental du Mali que l'agriculture concourt à 23,9% du PIB nominal de 2010 (FMI, 2013) contre 34,2% pour la période 2003-2007 (PNIP-SA, 2010). L'agriculture vivrière hors riz contribue à 15,8%, le riz à 5,5%, l'agriculture industrielle hors coton à 1,6% et le coton à 1,0%. Les terres arables, c'est-à-dire l'ensemble des terres qui se prêtent aux usages agricoles, représentent entre 11,5 et 21 millions d'hectares selon les années pluviométriques, c'est-à-dire entre 9,2 et 16% de la superficie totale du territoire (MEA, 2011). La superficie agricole s'est établie, pour la période 2006-2014, à plus de 4 millions d'hectares (DNA/SE, 2014), progressant annuellement de 3 à 4% (ODHD, 2013) avec une augmentation significative des superficies de riz et de maïs multipliées, entre 1960 et 2010, respectivement par 7,1 et 7,7 (FAOSTAT).

L'extension des superficies cultivées fait peser des **risques environnementaux grandissants**: dégradation des sols, déforestation, faible résilience face aux catastrophes naturelles (FAO, 2013).

##### b. L'élevage

Dans le rapport d'étude d'AGRECO l'élevage participe à 7,9% du PIB nominal de 2010 (FMI, 2013). Le cheptel se compose d'environ 10 millions de bovins, 33 millions de petits ruminants et de près d'1 million de camélidés; la région de Mopti (6,4% du territoire) concentrant 28% des bovins et près de 20% des petits ruminants. Le secteur est dominé par les systèmes pastoraux extensifs et environ 75% du bétail malien est constitué de troupeaux transhumants.

Le pays reçoit aussi des transhumants du Niger, du Burkina Faso et de la Mauritanie. Il existe une forte dépendance des systèmes de production aux pâturages naturels à faible productivité avec i) une grande fluctuation inter annuelle du disponible fourrager, ii) une compétition croissante entre l'élevage et l'agriculture pour l'utilisation des terres, iii) un mauvais maillage hydraulique induisant une **sous-exploitation ou une surexploitation des ressources herbagères**. Les impacts environnementaux les plus importants causés par l'élevage portent sur la destruction du tapis herbacé, la dégradation du sol et l'accélération de la désertification par le phénomène de surpâturage, la destruction des ressources forestières par l'émondage des arbres lors des périodes de soudure, la production de gaz à effet de serre avec l'émission de méthane.

La transhumance est une migration saisonnière des éleveurs avec leurs troupeaux. Dans les pays sahéliens, la transhumance est une stratégie d'adaptation qui vise à optimiser l'accès du bétail à l'eau et à des pâturages de qualité pour assurer sa production annuelle). Cette pratique concerne 70% à 90% du cheptel bovin sahélien. A la fin de la saison humide, les éleveurs quittent leur terroir d'attache pour des zones plus aptes à couvrir les besoins nutritionnels de leur cheptel (A.T. Diop et al. 2012).

A cet effet, des analyses cartographiques ont été réalisées par l'ONG Action Contre la Faim (ACF) et ses partenaires au Mali, au Niger et en Mauritanie. Elles ont pour objectif de localiser les zones les plus vulnérables.

Il est important de signaler que l'étude diachronique de la transhumance à travers la réalisation périodique des cartes des pistes peut être un bon outil d'aide à la prise de décision pour la gestion partagée de l'espace mais aussi des conflits induits entre les acteurs les acteurs antagonistes (pasteurs et agriculteurs). A cause de la transhumance, tous les pieds de *Pterocarpus erinaceus* (nom bambara : *Guenou*), de *Kaya senegalensis* (Diala) et *Azelia africana* (Lingué) dans les parcours sont élagués en permanence à tel point que ces espèces n'arrivent plus à fructifier.

##### c. Les exploitations forestières

Au Mali, l'exploitation forestière concerne essentiellement la filière bois d'énergie/charbon de bois. La part du bois de service représente seulement 10% du volume total de bois exploité et les forêts sont utilisées secondairement pour le pâturage aérien. L'utilisation domestique du bois est la plus grande cause d'exploitation des produits ligneux puisque 93% des ménages utilisent le bois ou le charbon de bois pour la cuisson de leur repas (Sow, 1990 ; Bazile, 1997).

Le commerce du bois énergie génère un chiffre d'affaires de plus de 20 milliards de FCFA par an (AGRECO, 2014). Le secteur forestier contribue fortement à la création d'un grand nombre d'emplois pour les agents publics, exploitants forestiers, bucherons, menuisiers, marchands de bois, négociants d'arts, transporteurs, artisans, guérisseurs, etc. Le secteur de l'énergie domestique fournit, à lui seul, près de 450.000 emplois permanents ou temporaires (IED, 2012). Pour satisfaire la demande croissante, un véritable secteur éco-

nomique s'est constitué et les agriculteurs sont devenus des bûcherons. L'exploitation du bois-énergie est désormais la deuxième activité des paysans après l'agriculture dans les zones d'approvisionnement des centres urbains, qui s'étendent dans un rayon de 200 km autour de Bamako et 150 km autour de Ségou.

Toutefois, **le secteur est le moteur de la déforestation et de la destruction des formations forestières naturelles**, formations qui ont subi de profondes modifications. Actuellement, la consommation de bois de la population est de 1 m<sup>3</sup>/hab./an pour une productivité moyenne de 0,86 m<sup>3</sup>/an. La diminution des surfaces boisées est de 500.000 ha/an, dont 400.000 ha à cause de la coupe de bois, souvent illégale dans les forêts classées, et 100.000 ha/an pour les défrichements agricoles. En plus, seuls 70% de la production annuelle sont accessibles à la consommation et le bilan de la situation de l'offre et de la demande de bois énergie est de plus en plus négatif. (AEDD, 2009, cité par AGRECO, 2014).

Après la campagne agricole, la plupart des paysans tractoristes utilisent leur tracteur pour l'exploitation et le transport de bois. A cause de la forte pression sur les ressources ligneuses toutes les forêts classées dans les environs de Bamako sont complètement dégradées et sont aujourd'hui des pâturages par excellence. Sur les axes routiers goudronnés reliant Bamako, tous les villages qui s'y trouvent sont quasiment des marchés de bois.

#### Les feux de brousse

Les feux de végétation brûlent chaque année une surface égale à la moitié de celle de l'Australie et dégagent quasiment 40% du CO<sub>2</sub> anthropique (Kluser et al., 2004). Leurs impacts sur la déforestation, le climat et la perte de biodiversités ont considérables. Historiquement, l'année 2003 a été l'une des pires en termes de victimes et de dégâts sur l'environnement et les infrastructures. Même si les feux font naturellement partie de nombreux écosystèmes, 90% d'entre eux sont causés par les activités humaines.

En terme de superficie brûlée, au total **5 273 368** hectare du pays ont été brûlés pendant la campagne de feu 2015-2016 qui s'étend du mois de septembre 2015 au mois de mai 2016 (cf. tableau 2). Par rapport aux superficies brûlées, la région de Kayes reste en tête avec plus de 3 millions d'hectare décimés suivi par la région de Koulikoro cette fois au deuxième rang avec 1 600 000 ha brûlés et Sikasso en troisième position avec plus de 400 000 ha brûlés. En revanche les régions nord du Mali sont rarement concernées.

Tableau 97 : superficies brûlées par région pendant la campagne 2015-2016 au Mali

Cercles	Kayes	Koulikoro	Mopti	Ségou	Sikasso	Tombouctou	Total
<b>Superficies brûlées</b>	<b>3 084 007</b>	<b>1 637 833</b>	<b>101 064</b>	<b>13 402</b>	<b>435 076</b>	<b>1 986</b>	<b>5 273 368</b>

#### 4.5.3. Conclusion

Les impacts socioéconomiques du climat actuel et de l'évolution passée (changement climatique actuellement en cours) sur le secteur de la foresterie ont commencé à influencer négativement les trois fonctions de base de la forêt au Mali, à savoir : la **conservation de la base de production des ressources**, la **production directe d'aliments** et la **création de revenus et d'emplois**. Comme la forêt joue un rôle important dans la vie économique du pays, les impacts négatifs de ce climat actuel affectent déjà sérieusement plusieurs domaines comme la pharmacopée, la sécurité alimentaire, le commerce, l'artisanat, la chasse, etc.

Ces impacts négatifs des changements climatiques actuels ont commencé à engendrer des effets socioéconomiques au niveau local.

Si des actions ne sont pas entreprises, il risque d'avoir une accentuation des effets biophysiques et socioéconomiques déjà en cours : de ce fait, une adaptation forte et rapide des politiques forêts au Mali et de la relation entre les voies de développement adoptées et ce secteur s'impose pour éviter une cassure écologique et socioéconomique irréversible.

#### 4.6. Vulnérabilité du sous-secteur de l'élevage aux impacts des changements climatiques dans la région de Sikasso

**Source : TCN-AEDD** « Etude des impacts des changements climatiques sur les disponibilités du fourrage pour le bétail au Mali pendant les trente dernières années en vue de proposer des actions d'adaptation appropriées pour le sous-secteur de l'élevage », juin 2017

#### 4.6.1. Contexte

Aujourd'hui au Mali, comme dans la plupart des pays du Sahel, l'alimentation du bétail constitue une des principales contraintes pour les éleveurs. La disponibilité du fourrage est fortement dépendante du climat. La réduction de la pluviométrie, les sécheresses et les inondations répétitives qui sont le résultat du changement climatique ont entraîné la dégradation des écosystèmes pastoraux.

Présentement, la région de Sikasso est en passe de devenir le bastion de l'élevage en plus de l'agriculture. Cette situation s'explique par la dégradation de l'écosystème dans les régions septentrionales et les perspectives de surpâturage de la zone sont aujourd'hui en vue.

#### 4.6.2. Disponibilité du fourrage dans la région de Sikasso

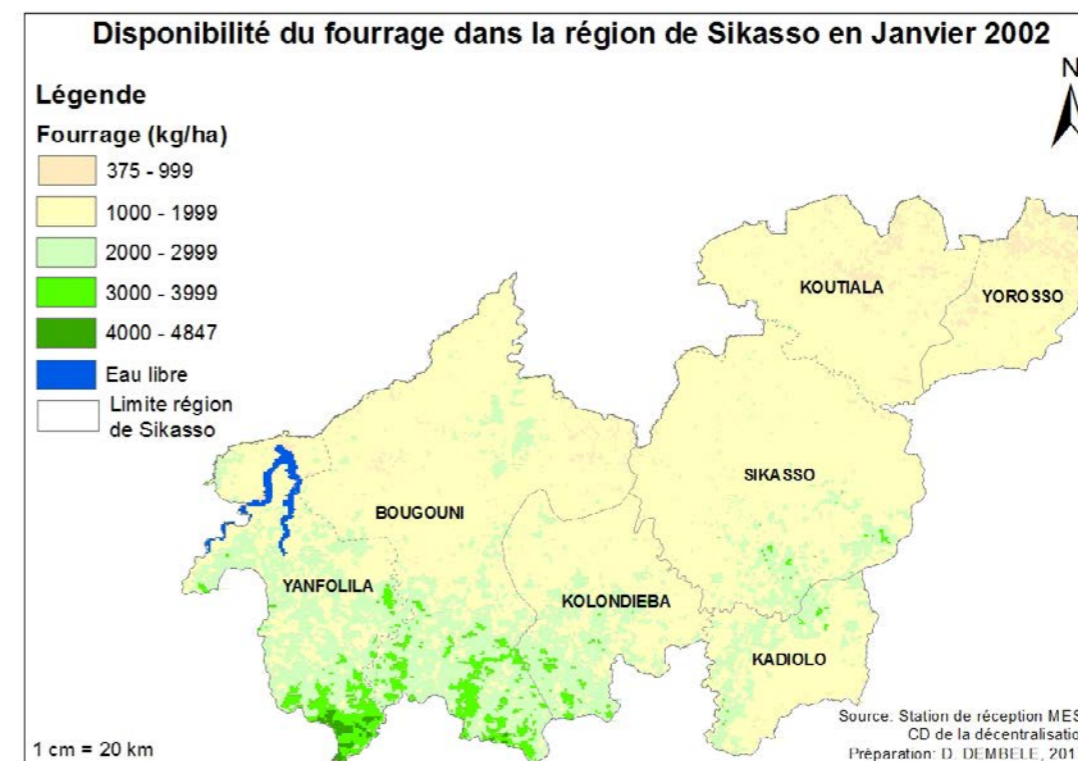
En conséquence, la nécessité de développer une stratégie pour améliorer la gestion durable des ressources pastorales dans cette région devient de plus en plus incontestable. Cependant le principal obstacle auquel les acteurs (les techniciens et les décideurs) en charge de l'élevage sont confrontés réside dans l'absence d'informations adéquates pour cerner la dynamique des ressources pastorales qui s'étendent sur de larges étendues.

L'accès aux informations sur l'évolution du fourrage dans l'espace et dans le temps est primordial pour le développement d'une stratégie de gestion durable et appropriée des ressources pastorales au Mali. Les images satellites et le système d'information géographique, outil de traitement et d'exploitation des données multidisciplinaires offrent aux spécialistes et aux décideurs des moyens de prospection, d'étude et d'aide à la décision.

##### 4.6.2.1. Dynamique spatiale du fourrage à Sikasso basée sur le Dry Matter Productivity

L'utilisation combinée des données satellitaires et SIG a facilité la cartographie de la distribution spatiale et la dynamique mensuelle du fourrage durant les années 2002, 2008, 2010. Il a varié en 2002 (année déficitaire en pluie avec 707.87 mm) entre 0 kg/ha et 9887 kg/ha. En 2008 (année moyenne avec 1012.80 mm) le fourrage a varié entre 41 kg/ha et 11 725 kg/ha. Et en 2010 (année la plus pluvieuse avec 1298.70 mm) le **fourrage a varié de 110 kg/ha mini à 12 340 kg/ha maxi**.

Les figures 65, 66 et 67 montrent la variabilité spatiale du fourrage dans la région de Sikasso en janvier 2002, 2008 et 2010.



Source : Etude TCN

Figure 65 : Distribution spatiale du fourrage en Janvier 2002 dans la région de Sikasso



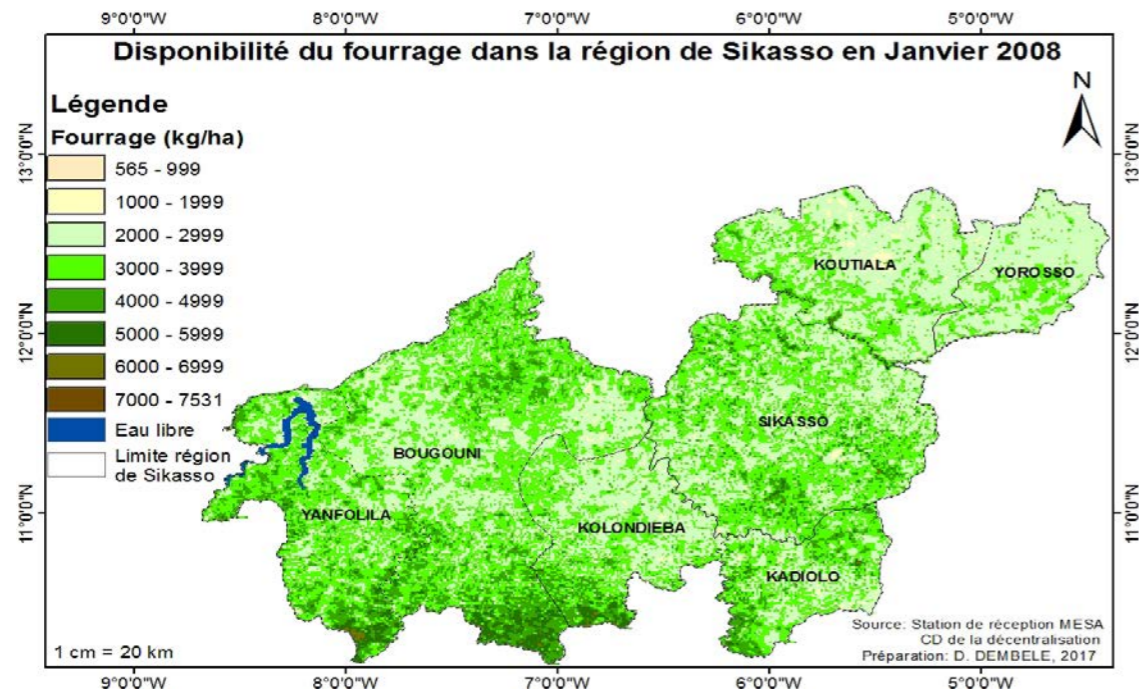


Figure 66 : Distribution spatiale du fourrage en Janvier 2008 dans la région de Sikasso

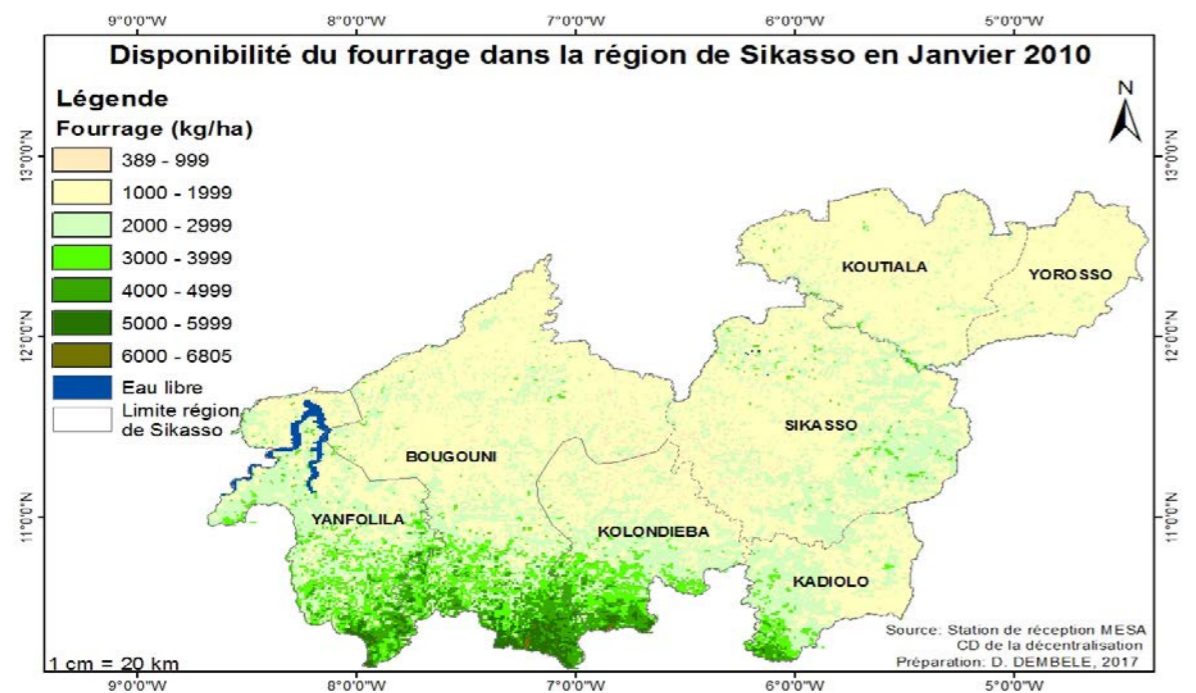


Figure 67 : Distribution spatiale du fourrage en Janvier 2010 dans la région de Sikasso

La disponibilité du fourrage mini et maxi en fonction de la pluviométrie pour les trois années de référence est présentée sur le tableau ci-dessous et sa variation de la quantité maximale sur la figure 68 qui suit.

Tableau 98 : dynamique de l'évolution de la quantité de fourrage pendant les trois années

Année	Pluviométrie moyenne (mm)	Caractéristiques pluviométrie	Qté fourrage mini (kg/ha)	Qté fourrage maxi (kg/ha)
2002	707,87	Déficitaire	0	9887
2008	1012,80	Moyenne	41	11725
2010	1298,70	pluvieuse	110	12340

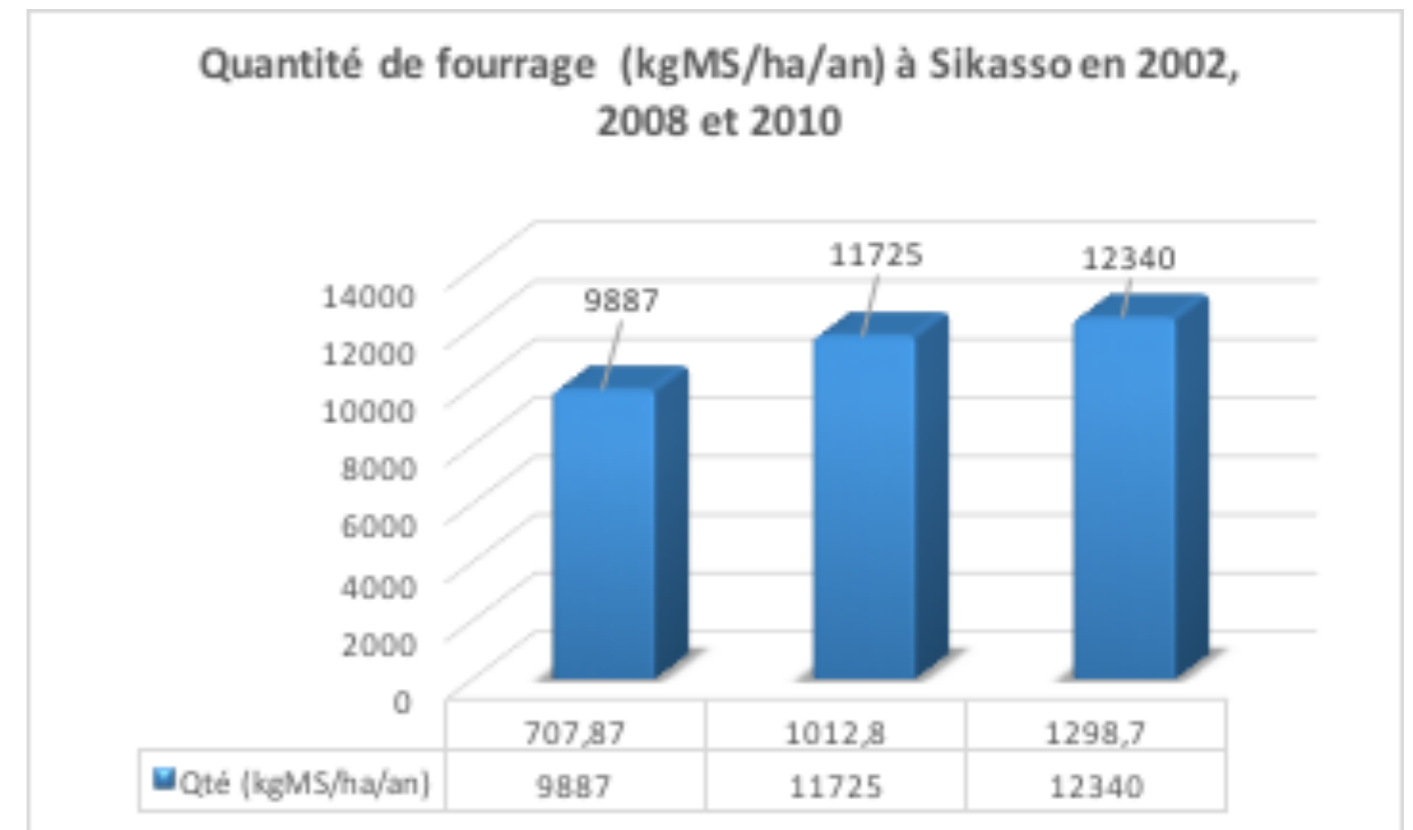


Figure 68 : évolution de la quantité de fourrage maximale pendant les trois années de référence

Il ressort de l'analyse de cette courbe que sur la plage d'étude (1998-2012), la quantité de fourrage disponible par hectare est largement dépendante de la pluviométrie. Comme l'une des principales conséquences des changements climatiques au Mali et dans la zone sahélienne est la baisse de la pluviométrie et sa mauvaise répartition spatio-temporelle, il va s'en dire que cette grande variabilité enregistrée au niveau de ce paramètre climatique va aussi influencer la disponibilité du fourrage d'une année à une autre.

#### 4.6.2.2. Détermination de la quantité de fourrage pour différents horizons temporels

Le coefficient d'Efficacité de la Pluviosité pour la production (CEP) a été utilisé. Il est défini comme étant la production primaire nette par millimètre d'eau de pluie ; il s'exprime en kg MS/ha/an/mm et c'est un bon indicateur du fonctionnement et de la dynamique de la végétation et des écosystèmes :

$$\text{CEP (Kg MS/mm/an de pluie)} = \frac{\text{Production (KgMS/ha/an)}}{P(\text{mm})}$$

NB : MS = matière sèche

Pour chacune des trois années considérées, les CEP ont été calculés, les valeurs sont portées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 99 : valeurs de CEP pour les trois années considérées

Année	Qté de fourrage Kg/ha/an	Pluviométrie (mm)	Caractéristiques	CEP (kgMS/ha/an)/P(mm)
2002	9887	707,80	déficitaire	13,97
2008	11 725	1 012,80	moyenne	11,58
2010	12 340	1 298,70	pluvieuse	9,50

La courbe d'évolution des coefficients d'efficacité de la pluviosité pour la production en fonction de la pluviométrie annuelle est montrée sur la figure 69 ci-dessous.

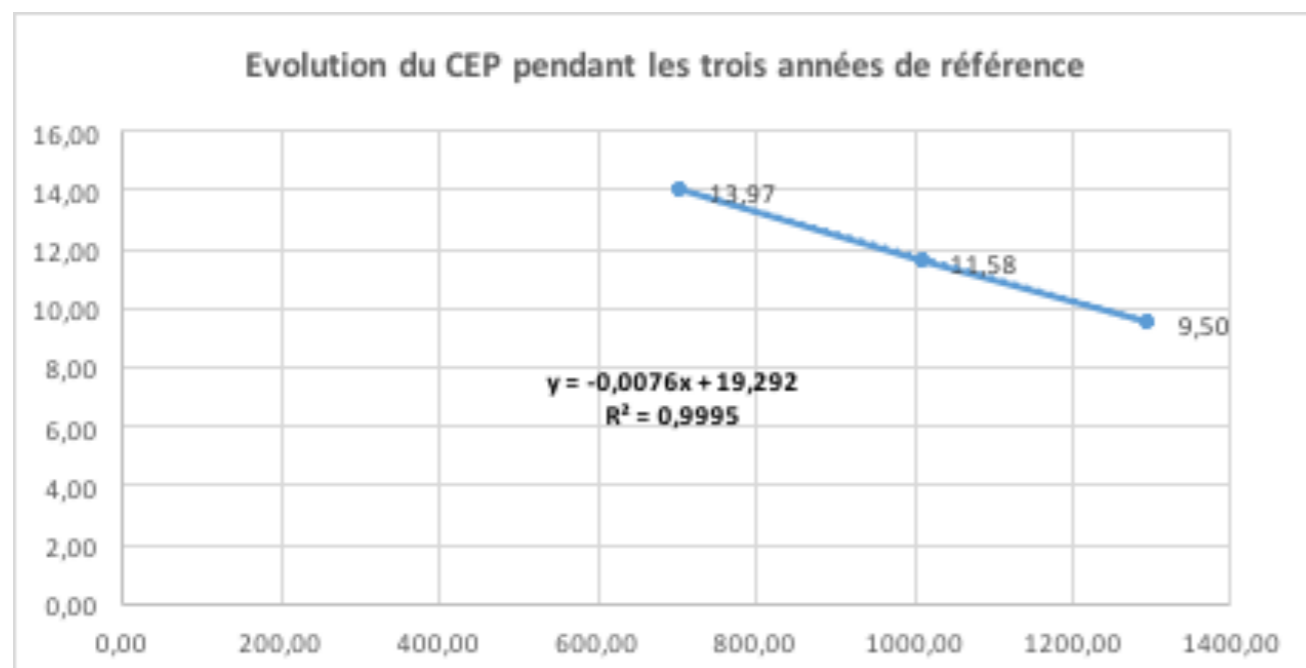


Figure 69 : variation du CEP en fonction de la pluviométrie (mm) pendant les trois années de référence

Après une courbe de tendance caractérisant cette variation a été définie avec un coefficient de corrélation de 0,99, cette relation est :

$$Y = -0,0076x + 19,292 \quad (1)$$

Le scénario climatique élaboré pour le Mali en 2003 prévoit dans la région de Sikasso pour différents horizons temporels les niveaux de pluviométrie suivants :

Tableau 100 : Taux de variations mensuelles et projections du GCM CSIRO de la pluviométrie à Sikasso

Mois	Diminution de précipitation (%) à S = 2,5				Pluie normale (mm)	Pluie estimée (mm)			
	2025	2050	2075	2100		1961-90	2025	2050	2075
Janvier	-8,00	-15,00	-22,20	-30,50	1,1	1,01	0,94	0,86	0,76
Février	-11,50	-21,40	-31,70	-43,50	3,3	2,92	2,59	2,25	1,86
Mars	-8,60	-16,00	-23,70	-32,00	12,9	11,79	10,84	9,84	8,77
Avril	-8,00	-15,00	-22,50	-30,00	45,1	41,49	38,34	34,95	31,57
Mai	-7,80	-14,50	-21,60	-29,90	94,8	87,41	81,05	74,32	66,45
Juin	-8,30	-15,50	-23,00	-31,50	151,9	139,29	128,36	116,96	104,05
Juillet	-6,80	-12,50	-19,00	-26,00	235,7	219,67	206,24	190,92	174,42
Août	-0,80	-1,50	-2,00	-2,00	298,7	296,31	294,22	292,73	292,73
Septembre	-3,70	-6,50	-9,60	-13,00	193,2	186,05	180,64	174,65	168,08
Octobre	11,50	22,00	32,00	51,50	74,6	83,18	91,01	98,47	113,02
Novembre	-1,60	13,00	19,00	24,00	11,2	11,02	12,66	13,33	13,89
Décembre	-0,90	-1,50	-2,50	-3,50	1,9	1,88	1,87	1,85	1,83
Moy/AN	2,00	-7,20	-10,50	-14,50	93,7	95,57	86,95	83,86	80,11
<b>Cumul</b>					<b>1124,4</b>	<b>1 082,03</b>	<b>1 048,75</b>	<b>1 011,14</b>	<b>977,45</b>

Ces niveaux de pluviométrie ont été utilisés au niveau de la relation (1) pour calculer les CEP pour les différents horizons temporels 2025, 2050, 2075 et 2100. Ces valeurs du coefficient d'efficacité de la production (CEP) ont ensuite servi à déterminer les quantités de fourrage pour ces mêmes horizons temporels.

Tableau 101 : évolution de la quantité de fourrage de 2025 à 2100

Année	Pluviométrie (mm)	CEP	Qté (kg/ha/an)
2002	707,87	13,97	9 887,00
2008	1012,80	11,58	11 725,00
2010	1298,70	9,50	12 340,00
2025	1082,03	11,07	11 976,53
2050	1048,75	11,32	11 873,42
2075	1011,14	11,61	11 736,64
2100	977,45	11,86	11 595,86

L'évolution de la quantité de fourrage pour les différents horizons temporels est illustrée sur la figure ci-dessous.

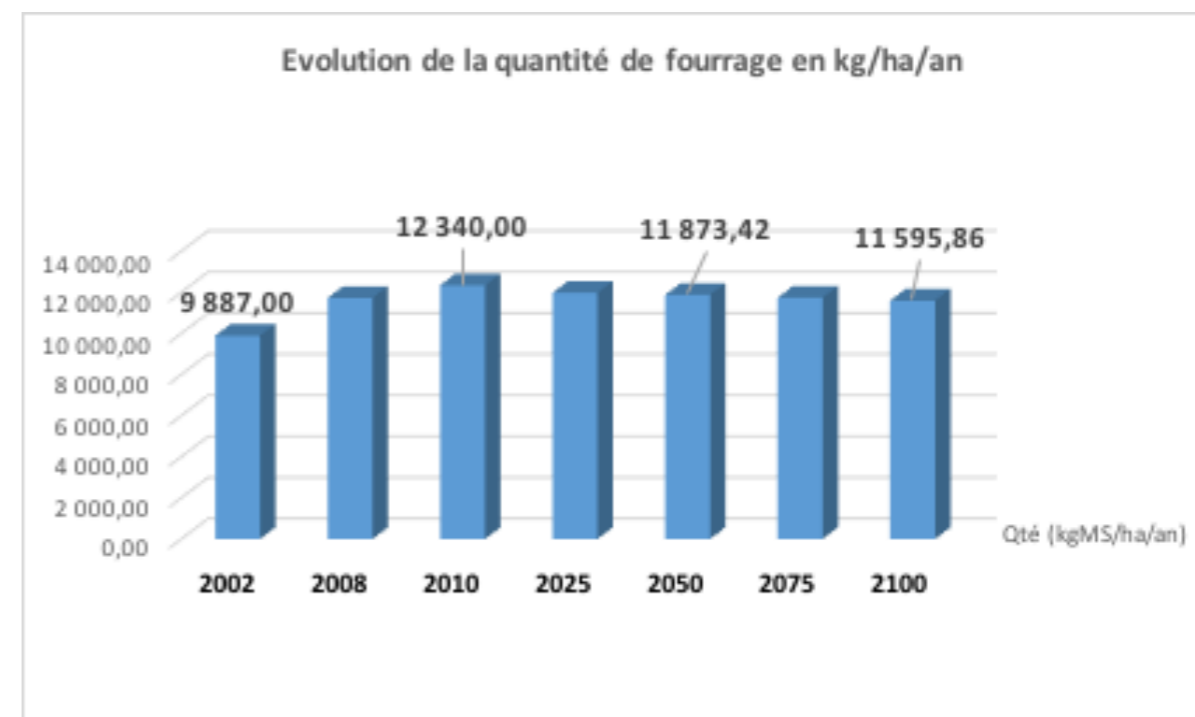


Figure 70 : évolution de la quantité de fourrage pour les différents horizons temporels

#### 4.6.3 Conclusion

Parmi les impacts directs des changements climatiques sur le secteur de l'élevage on peut citer :

- La diminution des productions fourragères qui constituent la base de l'alimentation du cheptel, elles sont fortement tributaires des conditions climatiques, notamment de la pluviométrie, tel est le cas de la région de Sikasso : **cette étude a permis de quantifier la perte de la quantité de fourrage aux différents horizons temporels**
- La baisse de la nappe phréatique et le tarissement précoce des marres, ce qui pose des problèmes d'abreuvement du cheptel ;
- La diminution et la détérioration du tapis herbacé ;
- La difficulté d'accès à l'aliment bétail ;
- La réduction et la dégradation des pâturages (insuffisance).

Cette vulnérabilité du sous-secteur de l'élevage risque de s'aggraver dans la perspective de l'accroissement des impacts futurs des CC comme prévu par les scénarios différents climatiques développés pour le Mali.

## C) ADAPTATION AUX IMPACTS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

### 4.6. Adaptation au niveau national

#### 4.6.1. Politiques et stratégies nationales – Processus de planification

Le climat du Mali, de type sahélien, est caractérisé par une variabilité inter et intra annuelle des paramètres climatiques et par l'intensification des sécheresses depuis 1970. Cette situation est exacerbée par la fragilité des écosystèmes et des systèmes de production (agriculture, élevage, pêche, foresterie ...), par les besoins de la croissance démographique et par les contraintes socio-économiques, rendant ainsi le pays très vulnérable et affaiblissant ses capacités d'adaptation.

Afin d'assurer un développement durable, des mesures d'adaptation aux changements climatiques s'imposent dans tous les secteurs du développement.

C'est dans ce contexte que le Mali a développé plusieurs politiques, stratégies et plans d'action (tableau ci-dessous) intégrant les orientations nationales en matière d'adaptation en référence au Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté (CSCR).

Ces programmes sont en cours de révision afin de développer le Plan National d'Adaptation (PNA) du Mali aux changements climatiques à l'horizon 2030 pour mieux orienter et coordonner les actions.

**Tableau 102** : politiques et stratégies nationales soutenant les perspectives d'adaptation au Mali

Politique ou Stratégie	Objectif
Politique Nationale de Protection de l'Environnement	Assurer un environnement sain et un développement durable, combattre la désertification, assurer la sécurité alimentaire, prévenir et combattre la pollution et réduire la pauvreté.
Politique Nationale des changements climatiques, complétée par sa stratégie et son plan d'action	Cadre de référence et de pilotage pour tous les projets et programmes mis en œuvre au Mali relatifs à la lutte contre les changements climatiques.
Politique Nationale Forestière	Assurer une gestion intégrée et durable des ressources naturelles renouvelables : les forêts, la faune terrestre et aquatique, les ressources en terres et la biodiversité.
Politique Nationale de l'Energie	Contribuer au développement durable du pays, à travers la fourniture des services énergétiques accessibles au plus grand nombre de la population au moindre coût et favorisant la promotion des activités socioéconomiques.
Politique Nationale d'Agriculture	Promouvoir une agriculture durable, moderne et compétitive reposant prioritairement sur les exploitations familiales.
Politique Nationale de l'Eau	Contribuer à la lutte contre la pauvreté et au développement durable en apportant des solutions appropriées aux problèmes liés à l'eau.
Politique Nationale d'Assainissement	Structurer l'ensemble du secteur de l'assainissement autour d'un projet de développement réaliste.
Politique Nationale d'Aménagement du territoire	Conférer à la planification du développement économique une dimension territoriale, dans le cadre d'une organisation de l'espace prenant en compte la décentralisation.
Politique Nationale de la Décentralisation	Renforcer le processus de démocratisation de la société et adapter les missions et l'organisation de l'Etat à l'exigence de promotion des initiatives locales.
Cadre stratégique d'investissement pour la Gestion Durable des Terres	Inverser les tendances à la dégradation des terres pour assurer la sécurité alimentaire, réduire la pauvreté et la vulnérabilité.
Stratégie nationale d'adaptation du secteur de la foresterie du Mali aux impacts des changements climatiques	Anticiper les impacts potentiels des changements climatiques sur le secteur de la foresterie au Mali et analyser les vulnérabilités.
Stratégie de Développement des Energies renouvelables	Promouvoir une large utilisation des technologies et équipements d'Énergie Renouvelable.
Stratégie nationale pour le développement des biocarburants	Accroître la production locale d'énergie à moindre coût. par le développement des biocarburants.
Politique Nationale de la population	Maitriser et gérer l'évolution de la population du Mali.
Politique Nationale du Genre	Amélioration de l'implication des femmes dans le processus de gestion du pays.
Politique nationale des transports	Améliorer les systèmes de transport au Mali pour assurer un désenclavement adéquat du pays.

#### 4.6.2. Prévisions et besoins en adaptation pour la période 2015-2020

La vision du Mali est de faire de l'économie verte et résiliente aux changements climatiques une priorité mais aussi une réalité. Les actions d'adaptation restent très importantes et cruciales pour les années à venir dans la lutte contre les changements climatiques.

La mise en œuvre des politiques, stratégies, plans et programmes en matière d'adaptation au Mali s'effectue à travers des programmes et projets suivants :

- **Les programmes prioritaires contenus dans les annonces du Mali au Sommet mondial sur le climat en septembre 2014 à New York.** Il s'agit :
  - de l'aménagement forestier pour la restauration des écosystèmes dégradés visant à reboiser 325 000 hectares, promouvoir la régénération naturelle assistée et la lutte contre l'ensablement et renforcer la protection des aires protégées sur 9 millions d'hectares.
  - du développement d'une agriculture intelligente et résiliente aux changements climatiques, pour l'aménagement hydro-agricole de 92 000 ha dans le contexte d'une gestion durable des terres avec l'engagement de l'Etat à consacrer 15% du Budget national à l'agriculture ;
  - de l'aménagement pastoral résilient aux changements climatiques visant la matérialisation de 3 300 km d'axes de transhumance afin de réduire les conflits entre agriculteurs et éleveurs, la réalisation de 21 périmètres et aires pastorales d'une superficie totale de 400 000 ha ;
  - du captage et du stockage des eaux de pluie afin de contribuer à l'accès universel à l'eau potable et à l'accès à l'eau pour les autres usages, par la création de 20 systèmes d'adduction d'eau potable et 200 ouvrages de captage d'eau de surface et de plans d'eau de surface au profit de 75 000 ménages ruraux (homme et femmes) ;
  - du développement des énergies renouvelables et de l'Efficacité Energétique, visant à installer plus de 100 MW d'énergie renouvelables (objectif : atteindre la cible de 10% du mix énergétique à l'horizon 2020, en développant l'énergie photovoltaïque, éolienne, la petite hydro-électricité et la biomasse énergie).
- **Les projets relevant du Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) :**
  - le développement et la vulgarisation des variétés des cultures ; de types d'animaux et des cultures fourragères améliorées et adaptées ;
  - la promotion des banques de céréales ;
  - les Activités Génératrices de Revenus (AGR) ;
  - les aménagements agricoles à petite échelle et la conservation des terres ;
  - l'utilisation des produits et informations météorologiques et le renforcement des capacités.
- **Les autres programmes et projets** en cours d'ici 2020 avec l'appui des partenaires techniques et financiers et des Fonds relatifs au climat (au niveau national et international) pour un montant de 67 millions de \$US et concernant principalement :
  - l'appui à l'adaptation aux changements climatiques dans des communes vulnérables ;
  - l'intensification de la résilience aux changements climatiques par une gestion agricole et pastorale ;
  - l'alimentation en eau potable par énergie solaire des communautés agro-pastorales ;
  - le renforcement de la résilience des groupes de femmes productrices et des communautés vulnérables aux changements climatiques ;
  - la Recherche-Développement sur l'adaptation de l'agriculture et de l'élevage aux changements climatiques ;
  - la gestion des ressources naturelles dans un contexte de changements climatiques.

Le coût des besoins d'adaptation à rechercher pour la période 2015-2020 sont ceux relatifs au sommet mondial sur le climat de 2014. Il s'élève à **1,062 Milliards de \$US**.

#### 4.6.3. Prévisions et besoins en adaptation pour la période 2020-2030

Ces besoins sont basés sur les objectifs de développement à travers la mise en place d'un Plan National de Développement et des objectifs de développement durable :

- Mise en œuvre du Plan d'action technologique pour l'adaptation et l'atténuation pour plus de 2,5 Milliards de \$US ;
- Réplication des 5 programmes annoncés au sommet pour plus d'actions notamment le reboisement, le pastoralisme, les énergies renouvelables et l'Agriculture intelligente afin de renforcer la résilience aux changements climatiques et assurer la sécurité alimentaire sur l'ensemble du pays, soit environ 2,124 Milliards de \$US ;
- gestion de l'ensablement des cours d'eau afin de développer les systèmes de production agricoles, aquacoles et le transport fluvial pour 1,5 Milliards de \$US ;
- Épuration des eaux usées et leurs réutilisation pour des besoins notamment pour l'irrigation pour 0,5 milliards de \$US ;
- Reconversion de l'irrigation de surface et par aspersion à l'irrigation localisée sur des superficies importantes pour l'agriculture et le maraichage pour 2,0 Milliards de \$US ;
- Reboisement et plantation de milliers d'hectares d'arbres fruitiers afin de reconstituer le couvert végétal et protéger les espaces agricoles de l'érosion hydrique et éolienne pour un coût de 1,5 Milliards de \$US ;
- Aménagement du territoire et des ressources naturelles, notamment des milliers d'hectares de bassins versants pour une gestion rationnelle des ressources en eau pour 1,0 Milliards de \$US ;
- renforcement des capacités face aux changements climatiques de tous les acteurs du secteur public et privé, y compris le genre et les jeunes pour environ 1,5 Milliards de \$US.

Le coût des actions d'adaptation à l'horizon 2030 s'élève à **12,624 Milliards de \$US**.

### 4.7. Exemples d'étude d'adaptation aux changements climatiques basée sur les écosystèmes (EbA)

**Source : TCN-AEDD-MEADD** : Etude « Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie au Mali », juin 2016.

#### 4.7.1. Contexte

L'étude de la vulnérabilité et de l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur d'affectation des terres et de la foresterie utilisera beaucoup le concept de l'adaptation aux changements climatiques basée sur les **écosystèmes (EbA)**.

L'adaptation fondée sur les écosystèmes est le recours à la biodiversité et aux services écosystémiques dans le cadre d'une stratégie d'adaptation globale, aux fins d'aider les gens à s'adapter aux effets négatifs des changements climatiques.

L'adaptation fondée sur les écosystèmes, ou EbA, utilise intentionnellement des « **infrastructures vertes** » et des **services éco-systémiques** pour renforcer la résilience des communautés humaines face au changement climatique. L'EbA est donc une approche anthropocentrique qui s'intéresse à la manière dont les écosystèmes peuvent aider les populations à s'adapter à la variabilité climatique actuelle et aux changements climatiques. L'objectif est toujours de réduire la vulnérabilité des gens aux effets des changements climatiques en fonction des principales contraintes et des opportunités identifiées.

Dans le cadre de notre étude en vue d'analyser la vulnérabilité et de proposer des mesures d'adaptation, nous avons procédé à la collecte de données auprès de plusieurs services intervenant dans le secteur du CATF.

#### 4.7.2. Collecte des données sur l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur du changement d'affectation des terres et de la foresterie

L'approche méthodologique adoptée pour réaliser l'étude sur la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur des changements d'affectation de terres et de la foresterie (CATF) a consisté à faire une revue bibliographique approfondie dans les bibliothèques des services nationaux (IER, AEDD, DNEF, Université, etc.) et sur le net. Les résultats de cette étude ont permis de déterminer les types de données à collecter et les structures nationales auprès desquelles ces données sont disponibles.

Ainsi les différents rapports nationaux sur le climat et l'environnement ont permis de déterminer les principaux facteurs responsables de vulnérabilité du secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie dans le contexte malien.

Pour déterminer les fenêtres d'opportunités pour l'adaptation aux CC, dans le secteur du CATF, les laboratoires de technologie alimentaire de l'IER, de l'IPR/IFRA et de la FAST ont été notre point d'entrée. Les interviews effectuées auprès des laboratoires de technologie alimentaires nous ont orientés vers les institutions suivantes :

- APEX (Agence pour Exportation) ;
- FENATRA (Fédération Nationale des Transformateurs) ;
- DNCC (Direction Nationale du Commerce et de la Concurrence) ;
- AMEPROC (Association Malienne des Exportateurs de produit Oléagineux et de Cueillette). La rencontre avec ces institutions nous ont permis d'avoir accès à l'annuaire des opérateurs du secteur agro-alimentaires au Mali fourni par la FENETRA et l'Annuaire des exportateurs du Mali par l'AMEPROC.

La Direction Nationale du Commerce et de la Concurrence nous a fourni les statistiques sur la quantité et les recettes générées par les produits forestiers non ligneux qui font l'objet d'exportation au Mali.

En ce qui concerne les statistiques des produits forestiers ligneux exploités et commercialisés pour générer des revenus monétaires, les données ont été fournies par le DNEF au travers le Système d'information forestier (SIFOR).

Les données sur les réalisations de la RNA ont été fournies en partie par l'ONG Sahel/ ECO.

#### 4.7.3. Les opportunités d'adaptation aux changements climatiques dans le secteur du CATF

##### 4.7.3.1. Forêt et sécurité alimentaire

Les produits forestiers complètent de façon importante le régime alimentaire et offrent en outre des possibilités de substitution saisonnière en cas d'urgence quand les disponibilités alimentaires courantes s'amenuisent : fonio sauvage, dattes sauvages, laitue d'eau, diverses racines, tubercules, feuilles et écorces, etc. Par ailleurs, leur exploitation est source de revenus monétaires importants.

La sécurité alimentaire est avant tout une question sociale. Les relations socioéconomiques entre la foresterie et la sécurité alimentaire sont celles qui unissent les produits fournis et les « services » rendus par les forêts aux populations qui en dépendent. Du point de vue des ménages pris individuellement, les forêts peuvent influencer sur la sécurité alimentaire de diverses façons.

Les produits des arbres et de la forêt contribuent directement et de manière notable à l'alimentation des familles, en apportant des compléments savoureux et nutritifs à des régimes de base par ailleurs monotones. Même si les quantités consommées sont très faibles, leur rôle nutritionnel est souvent vital, surtout à certaines périodes de l'année et surtout durant les sécheresses quand les produits cultivés font défaut.

##### 4.7.3.2. Les opérateurs économiques et les PME dans le secteur

Pour beaucoup de familles, le fait que la forêt est source de revenus et d'emplois, est plus important encore. Des millions de ruraux dépendent étroitement de l'argent que rapporte la cueillette (produits forestiers non ligneux, chasse, pêche), la transformation et la vente de produits forestiers pour se procurer en échange des vivres et autres produits de première nécessité. Dans le cas des pauvres, et aussi des femmes, c'est souvent la seule source de revenu en espèces.

Dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie les produits forestiers surtout non ligneux constituent une source de revenu importante. Autour de ces produits des initiatives locales se sont développées sous forme de Petites et Moyennes Entreprises (PME) conduites par des acteurs dynamiques qui font de la transformation et de l'exportation.

Dans ce chapitre les chiffres donnés concernent le nombre d'unités qui correspondent au nombre d'opérateurs qui font la transformation de l'ensemble des produits agroalimentaires.

Sur la base de l'annuaire des opérateurs du secteur agroalimentaire au Mali et celui des exportateurs du Mali, nous avons déterminé le nombre total d'acteurs opérant dans le secteur ainsi que la gamme de produits qu'ils transforment et exportent. Le nombre d'opérateurs par type de produits est rapporté dans le tableau 103. Le nombre d'opérateurs travaillant sur les céréales est le plus élevé avec 109 acteurs sur un total de 265 recensés, suivi des fruits et légumes. Les produits oléagineux et protéagineux occupent le troisième rang avec un effectif de 36 opérateurs. Le miel et les produits de grignotage présentent le plus faible nombre d'opérateurs.

**Tableau 103 : nombre de PME dans l'agro-alimentaire et par type de produits au Mali**

Gamme de produits	Nombre d'opérateurs agro-alimentaires
Céréales	109
Fruits et légumes	96
Produits oléagineux et protéagineux	36
Produits animaux	17
Produits de miel	5
Produits de grignotage	2
<b>Total Opérateurs</b>	<b>265</b>

Source : Annuaire des opérateurs du secteur agro-alimentaire au Mali, août 2015

Le miel fait partir des produits forestiers non ligneux autour duquel sont organisés des opérateurs. Il constitue une source génératrice de revenus et contribue à cet effet à l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur de la foresterie.

Le nombre de mielleries personnel existant dans le seul District de Bamako est supérieur à 20 selon une source anonyme. Selon la même source, la production d'une miellerie performante peut atteindre **10 tonnes** de miel par mois, soit **120 tonnes** par an si le marché est florissant et la matière première (miel brut) disponible.

Le karité est un produit forestier non ligneux parmi les gammes de produits transformés et qui occupe une place très confortable dans le secteur de l'économie au Mali. De ce fait, nous avons déterminé le nombre d'unités qui font la transformation des produits oléagineux et protéagineux dont le karité (cf. figure 6). Sur un effectif de 36 unités enregistrées dans l'annuaire des transformateurs pour les produits oléagineux et protéagineux, 23 unités font du karité ce qui représente 64 % des produits oléagineux et protéagineux (cf. figure 7).

#### 4.7.3.3. Les statistiques d'exportation de produits forestiers non ligneux exportés

La quantité de produits forestiers non ligneux exportée entre 2010 et 2014 est rapportée dans le tableau 104. Les quantités exportées sont exprimées en tonne. Le karité est le produit forestier le plus exporté : Excepté l'année 2012 la quantité exportée est en nette augmentation dans le temps ce qui est un bon indicateur pour la chaîne de valeur karité au Mali.

**Tableau 104 : variation de la quantité de produits forestiers non ligneux exportés (t) sur 5 ans au Mali**

Années	karité	Gomme arabique	Autres gommages	Total
2010	3 729	1 290	139	5 158
2011	8 173	2 758	721	11 653
2012	2 329	1 924	771	5 024
2013	17 643	2 724	750	21 117
2014	17 837	3 712	874	22 422
<b>Total</b>	<b>49 711</b>	<b>12 408</b>	<b>3 254</b>	<b>65 374</b>

#### 4.7.3.4. Statistiques de recettes d'exportation des produits forestiers non ligneux

La valeur des exportations des produits forestiers non ligneux entre 2010 et 2014 varie de 200 millions à plus d'un milliards de Francs CFA pour le karité (cf. tableau 105). Quant à la gomme arabique elle reste nettement en deçà du karité. Dans ces dernières années au Mali, la chaîne de valeur karité se porte bien avec la tendance affichée par la recette. Ces chiffres donnent de l'espoir en ce qui concerne le rôle que le karité a longtemps joué et continue de jouer dans l'économie nationale. La performance du secteur karité s'explique par la dynamique de tous les acteurs dans la chaîne de valeur en général et celle des coopératives en particulier. Au regard de ces chiffres, le karité se présente comme une essence forestière performante capable de contribuer significativement à l'atténuation et à l'adaptation aux changements climatiques au Mali et dans d'autres pays où le peuplement est important.

**Tableau 105 : Variation sur 5 ans, des recettes d'exportation des produits forestiers non ligneux au Mali**

Années	karité	Gomme arabique	Autres gommages	TOTAL
2010	201 556 243	176 707 043	103 575 742	481 839 028
2011	489 120 946	284 950 117	288 043 151	1 062 114 214
2012	204 043 091	197 344 113	263 366 736	664 753 940
2013	1 120 511 909	338 551 483	275 501 940	1 734 565 332
2014	1 139 654 550	353 519 121	314 203 402	1 807 377 073
<b>TOTAL</b>	<b>3 154 886 739</b>	<b>1 351 071 877</b>	<b>1 244 690 971</b>	<b>5 750 649 587</b>

#### 4.7.3.5. Les ressources forestières ligneuses

Les ressources forestières ligneuses contribuent à la fois à l'adaptation aux effets néfastes des CC et à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre.

Les plantations artificielles sont des ressources forestières ligneuses. Ils jouent un rôle important dans l'adaptation des communautés aux changements climatiques au Sahel à travers les revenus monétaires générés par la commercialisation des types de bois produits. Aujourd'hui l'Eucalyptus est l'espèce la mieux plantée partout au Mali par les populations aussi bien urbaines que rurales pour la production de bois de service utilisé dans l'industrie des bâtiments comme les étais. A ce titre, la plantation de l'Eucalyptus est aujourd'hui une activité génératrice de revenu en plein essor et peut être inscrite parmi les produits forestiers ligneux qui contribuent efficacement à l'adaptation des communautés aux changements climatiques dans le secteur de la foresterie au Mali.

Les statistiques présentées montrent la contribution estimée des plantations artificielles publiques réalisées au Mali à l'adaptation et à l'atténuation des changements climatiques.

#### a. Contribution des plantations artificielles publiques à l'adaptation aux changements climatiques

Les résultats présentés ici concernent le revenu monétaire généré par les plantations réalisées par la Direction Nationale des Eaux et Forêts (DNEF) à travers le programme de l'Opération d'Aménagement et de Production Forestière (OAPF). Ces plantations ont joué et continuent de jouer un rôle capital dans la satisfaction des besoins des populations en matière de bois de service et de bois d'œuvre. Les statistiques concernent la production des plantations dans les forêts classées de la Faya et des Monts Manding fournies par le SIFOR.

A l'issue de l'inventaire forestier réalisé dans les plantations dans les forêts classées de la Faya et des Monts Manding en 2005, nous avons effectué une synthèse et un récapitulatif des types de bois produits et estimé leur valeur monétaires. Le prix appliqué est celui en cours sur les marchés dans le district de Bamako. Pour le bois de service constitué de perches de piquets il a été estimé à 500 F CFA l'unité et pour les poteaux ils ont été estimés à 8000 F CFA l'unité. En ce qui concerne le bois d'œuvre, pour chaque forêt, le nombre a été multiplié par 5 correspondants au nombre moyen de planches que peut produire une unité de bois d'œuvre. Pour chaque planche le prix unitaire a été estimé à 4000 F CFA conformément au prix du marché.

La valeur monétaire des plantations dans les deux forêts classées comme contribution à l'adaptation est rapportée dans le tableau 106.

**Tableau 26 : Estimation de la valeur monétaire des bois produit dans les plantations artificielles des forêts classée de la Faya et des Monts Mandings au Mali**

Forêts classées	Bois de service	Poteau	Bois d'œuvre	Total (FCFA)
Faya	2 594 505 040	7 317 187 840	5 031 334 400	<b>14 943 027 280</b>
Monts Manding	994 588 000	229 960 000	714 180 000	<b>1 938 728 000</b>
<b>Total (FCFA)</b>	<b>3 589 093 040</b>	<b>7 547 147 840</b>	<b>5 745 514 400</b>	<b>16 81 755 280</b>

**b. Contribution des plantations artificielles publiques dans l'atténuation des changements climatiques au Mali**

Après avoir estimé le revenu généré par les plantations artificielles dans les forêts classées de la Faya et des monts Mandings, nous avons estimé sur la base de volume de bois produits sur pieds, la quantité de stock de carbone que représente ce volume sur pied et son équivalent en émission de CO<sub>2</sub> évitée.

**Tableau 307 : quantité de stock de carbone et son équivalent en émission de CO<sub>2</sub> évitée dans les forêts classée de la Faya et des Monts Mandings**

Forêts classées	Superficie (ha)	Volume (m <sup>3</sup> )	Equivalent carbone (tonne)	Emission évitée (Kt CO <sub>2</sub> )
Faya	8 643	175 200	43 800	161
Monts Manding	1 873	11 645	2911	11

**c. Les initiatives collectives et privées de plantations au Mali**

La superficie des reboisements réalisés par les ONG à l'office du Niger est rapportée dans le tableau 108. Au total plus de 900 hectares ont été réalisés avec plus de 268 000 arbres vivants. Le taux de réussite est cependant faible pour les raisons qui sont rapportées dans le tableau et qui sont considérées comme les principales contraintes au reboisement à l'office du Niger.

**Tableau 408 : Statistiques de reboisement réalisé par les ONG dans les communes et villages à l'office du Niger**

ONG	Nombre commune	Nombre commune	Superficie plantée	Nombre d'arbres	contraintes
APROFEM	3	7	307	60 817	- divagation animaux ; - attaque des termites ; - insuffisance d'eau
YEREDON	5	16	280	150 596	
PACINDHA	4	20	315	56 793	
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>43</b>	<b>902</b>	<b>268 206</b>	

**4.7.4. La Régénération Naturelle Assistée une initiative innovante au sahel pour l'adaptation et l'atténuation aux changements climatiques**

La Régénération Naturelle Assistée appelée « RNA », consiste à repérer les jeunes ligneux à l'aide des piquets peints pour les rendre plus visibles et de les protéger contre la dent du bétail, le travail du sol et le feu (Boffa, 2000). Pour mieux réussir la RNA, les efforts sont d'abord axés sur la sensibilisation des populations locales à la protection de l'environnement et les ressources naturelles. Cette technique permet à l'ensemble de la population d'effectuer par la suite les actions nécessaires à la protection et à la régénération des arbres dans les champs.

Les arbres dans les RNA sont exploités rationnellement par les populations locales pour satisfaire leur besoins en bois énergie. Les arbres non exploités sont maintenus pour l'équilibre écologique avec les cultures. Aujourd'hui la RNA est une innovation au sahel pour régénérer le couvert ligneux dans les milieux très dégradés. Les résultats présentés sont les réalisations de Sahel/ECO dans la région de Mopti. Ils méritent d'être capitalisés et mis à profit pour mettre en évidence la performance de cette technique à la fois innovante et efficace en matière d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques dans le Sahel.

**Tableau 109 : bilan global de la RNA réalisée par SAHEL ECO dans la région de Mopti**

Cercles	communes	Nombre de paysans RNA	Superficie /ha	Nombre de pieds
Bankass	Bankass	134	521	88 570
	Dimbal	123	394	63 040
	Lessagou	312	835	154 475
	Koulogo	96	310	49 600
	Soubala	55	127	18 034
	Diallassagou	160	460	73 600
	Tori	163	350	39 550
	Ouenkoro	112	160	14 400
	Sokoura	124	383	65 110
	Baye	37	71	6 887
Koro	Ségué	163	360	62 640
	Koro	174	493	68 034
	Dougouténé I	130	382	62 266
Bandiagara	Dougouténé II	418	935	140 250
	Bara sara	60	320	51 840
	Timiniri	75	356	49 840
<b>Totaux</b>		<b>2 336</b>	<b>6 457</b>	<b>1 008 136</b>
<b>Densité Moyenne</b>				<b>156</b>

A cause de la réussite de la RNA au Mali, au Burkina et au Niger, le Satellite d'observation NOAA est parvenu à mettre en évidence le reverdissement du sahel. Ce reverdissement du sahel à cause des résultats RNA observés depuis le satellite NOAA a fait l'objet de publication puis édité par l'IRD dans l'ouvrage intitulé « Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'ouest ».

**4.7.5. La promotion des grands arbres performants de la savane pour l'atténuation et l'adaptation aux changements**

En Afrique centrale, les grands arbres et quelques espèces hyper dominantes jouent un rôle prépondérant dans le stockage du carbone et la structuration des forêts. Ces résultats, issus d'une vaste enquête menée par des scientifiques du Cirad en collaboration avec de nombreux chercheurs du Nord et du Sud, viennent combler une lacune dans la connaissance de ces forêts, qui constituent pourtant un enjeu majeur pour les pays de la région.

Selon deux études réalisées au Mali (Fadiala Dembélé et al., 2016) on a noté que : **i)** les grands arbres malgré leur densité faible sur le site d'étude contribuaient à plus de 60-70% de la production globale en volume de bois et du carbone séquestré, **ii)** si nous voulons lever les défis en matière de changements climatiques par une approche efficace pour atténuer et mieux s'adapter aux effets néfastes du climat, les reboisements du service des Eaux et Forêts doivent être focalisés sur les forêts classées d'abord et doivent concerner en priorité les grands arbres de la savane constitués par une dizaine d'espèces qui présentent une valeur socio-économique très importante pour l'alimentation, le bois et le fourrage.

#### 4.7.6. Conclusion et recommandations

Au terme de notre étude relative à l'étude de la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur des changements d'affectation des terres et de la foresterie nous pouvons conclure que :

- Le Mali reste un pays vulnérable aux changements climatiques à cause du climat naturellement hostile dans les pays du Sahel et des activités humaines comme la surexploitation frauduleuse du bois, l'élevage, les feux de brousse et l'agriculture itinérante ;
- Les produits forestiers non ligneux et ligneux sont des opportunités à explorer pour une meilleure adaptation et une forte résilience des populations aux impacts des changements climatiques ;
- Les reboisements focalisés sur les grands arbres de la savane peuvent contribuer significativement à l'atténuation des changements climatiques au Mali.
- Les principales recommandations formulées sont les suivantes :
- Mettre en place un mécanisme de financement de la régénération des forêts basé sur les recettes générées par les ressources forestières ;
- Renforcer l'application de la réglementation sur la protection des forêts classées et les réserves des parcs ;
- Investir dans l'aménagement de parc pour restaurer et réhabiliter la biodiversité et la faune sauvage qui sont des dons naturels et un trésor inestimable dans l'économie nationale ;
- Renforcer la capacité des acteurs et des opérateurs évoluant dans les chaînes de valeur des produits forestiers non ligneux notamment le karité ;
- Renforcer les structures de recherche et d'enseignement supérieur par la mise en place d'un fonds compétitif conséquent et permanent.

#### 4.8. Stratégie Nationale d'Adaptation du secteur de la foresterie aux changements climatiques (SNAFCC)

Dans le cadre de la mise en œuvre des activités du projet GEDEFOR Phase I, une étude intitulée « **Stratégie Nationale d'Adaptation du secteur de la Foresterie aux impacts des CC** » a permis de dégager des actions d'adaptation pour ce secteur sous forme de **17 axes stratégiques d'adaptation**.

##### 4.8.1. Introduction

Les changements de température, les changements pluviométriques, les épisodes de sécheresses/inondations prévus, l'approfondissement des nappes, le développement parasitaire qui vont en découler vont en premier lieu agir sur les taux de productivité/régénération des arbres et sur la répartition géographique des pathologies et pestes. L'équilibre forestier s'en trouvera encore plus fragilisé pour faire face aux différentes pressions anthropiques. La disponibilité des produits et services provenant de l'agroforesterie et des systèmes de foresterie en serait affectée avec un impact certain sur les populations qui en vivent directement et indirectement.

Si des actions ne sont pas entreprises, il risque d'avoir une accentuation des effets biophysiques et socioéconomiques.

De ce fait, une adaptation forte et rapide des politiques forêts au Mali et de la relation entre les voies de développement adoptées et ce secteur s'impose pour éviter une cassure écologique et socioéconomique irréversible.

##### 4.8.2. Intégration des CC dans les projets/programmes en utilisant l'outil de mainstreaming Climate Proofing

Il est établi que les changements climatiques ont un impact sur le développement. De ce fait, les changements climatiques attendus devraient être pris en compte dans la planification de développement.

Pour la concrétisation de cette volonté politique, un outil permettant d'intégrer les changements climatiques dans toutes les politiques sectorielles et dans le processus de planification du développement est requis. L'outil Climate Proofing (CP), développé par la GIZ, est un outil qui permet d'intégrer les risques dus aux changements climatiques dans les projets et programmes de développement.

Cet outil de planification qui permet de mieux structurer la prise en compte des risques liés aux CC dans les projets/programmes a été adopté par le MEA dans le cadre de l'élaboration du CSI (Cadre Stratégique d'Investissement) de la Gestion Durable des Terres (GDT) des terres au Mali.

##### Utilisation du CP dans le contexte malien

L'outil Climate Proofing peut être utilisé pour la prise en compte des changements climatiques dans des politiques sectorielles et dans le processus de planification du développement à toutes les échelles territoriales (nationale, régionale et locale).

Cette utilisation peut se faire dans plusieurs cas de figures. Parmi les actions initiées au Mali avec pour objectif d'anticiper au niveau Projets/Programmes et politiques la prise en compte des CC et leurs effets, on notera au moins trois qui semblent importants et stratégiques : **niveau projet** (STP/CIGQE, 2009), **niveau stratégique (EES du PNIP)** et **niveau communal** (Planification communale).

Au terme de ces expériences, il est apparu que Climate Proofing est adapté pour l'intégration des CC dans les projets/programmes, au niveau stratégique et dans la planification communale (par exemple dans l'élaboration des PDESC).

##### 4.8.3. Application de Climate Proofing au secteur de la foresterie

###### 4.8.3.1. Cadre de détermination des actions d'adaptation

Dans le cadre de cette étude, l'appréciation des risques climatiques et l'élaboration des mesures d'adaptation ont été faits en utilisant l'outil Climate Proofing.

Le tableau CP issu de l'application de CP au secteur de la foresterie et à la gestion des ressources naturelles est présenté sur le tableau 1 (**annexe 1**). Sur ce tableau CP, en plus du secteur de la foresterie, les impacts de l'exposition des secteurs des ressources en eau, de l'agriculture et de l'élevage aux futurs CC ont été analysés et des actions d'adaptation appropriées ont été proposées. Les exploitants forestiers ayant des champs et la plupart pratiquant l'élevage, de ce fait, les impacts des tendances climatiques futures au Mali affecteront tous ces secteurs en même temps.

C'est pourquoi une analyse globale de tous ces secteurs aux impacts des CC est plus réaliste.

###### 4.8.3.2. Les axes stratégiques de la stratégie nationale d'adaptation du secteur de la foresterie aux impacts des CC

Les actions retenues sont celles qui vont renforcer la capacité d'adaptation, et dans certains cas, réduire l'exposition ou la sensibilité des populations aux effets des changements climatiques dans le secteur de la foresterie.

Pour permettre au secteur de la foresterie du Mali de s'adapter, une **Stratégie Nationale d'Adaptation du Secteur de la Foresterie aux impacts négatifs des CC (SNAFCC)** a été élaborée dans un cadre participatif associant les différents intervenants concernés de l'administration, des institutions de formation et de recherche et de la société civile.

L'analyse du tableau Climate Proofing produit à cet effet a permis de regrouper les actions d'adaptation en **Dix Sept axes stratégiques**.

Tableau 110 : les 17 axes stratégiques retenus

N°	Axes stratégiques	Secteurs
<b>FORESTERIE</b>		
I	Création de réserves forestières	<b>Foresterie</b>
II	Alternatives à l'utilisation du bois énergie	
III	Régénération naturelle assistée	
IV	Reboisement	
V	Lutte contre les feux de brousse	
VI	Diversification des sources de revenus/ Installation de marchés ruraux de bois	
VII	Conventions locales pour la gestion des ressources naturelles	
VIII	Respect des accords et conventions internationales	
IX	Maîtrise du contrôle forestier	
X	Lutte contre les défrichements	
<b>RESSOURCES EN EAU</b>		
XI	Aménagement des eaux de surface	<b>Ressources en eau</b>
<b>AGRICULTURE</b>		
XII	Mise en œuvre des pratiques CES/DRS	<b>Agriculture</b>
<b>ELEVAGE</b>		
XIII	Aménagements pastoraux/Cultures fourragères	<b>Elevage</b>
<b>ACTIONS TRANSVERSALES</b>		
XIV	Intégration des CC dans la planification communale.	<b>Tous les secteurs (foresterie, ressources en eau, agriculture, élevage)</b>
XV	Renforcement de l'information et de la sensibilisation sur les Changements Climatiques.	
XVI	Renforcement des capacités nationales et de la recherche sur les Changements Climatiques.	
XVII	Organisation et promotion de l'accès aux financements en matière d'adaptation aux CC.	

#### 4.8.3.3. Présentation des actions d'adaptation de la stratégie nationale d'adaptation du secteur de la foresterie du Mali aux impacts des CC

Pour chacun de ces axes stratégiques, des fiches de présentation ont été conçues. Ces fiches, présentées ci-dessous, définissent :

- La problématique ayant permis l'émergence de cet axe stratégique au niveau de la SNAFCC ;
- Les objectifs visés par l'axe stratégique ;
- Des propositions d'actions devant être concrétisées dans le but d'aller dans le sens de l'objectif visé par chaque axe stratégique.

### AXE STRATEGIQUE I : CREATION DE RESERVES FORESTIERES (CLASSEES)

#### Problématique

Les résultats du Projet Inventaire des Ressources Ligneuses du Mali (PIRL1985-1991) qui excluent les zones pastorales et désertiques estiment le domaine forestier national à 100 millions ha soient moins de 26% de la superficie du territoire national. Sur cette surface, moins de 21 millions ha présentent une certaine production forestière comme forêts classées, réserves de faune ou formations végétales agricoles.

Du sud au nord, la régression de la pluviométrie se manifeste à travers les formations forestières qui varient des forêts claires de la zone bioclimatique du guinéen aux steppes sahariennes à épineux en passant par la savane boisée, la savane arborée et arbustive et les galeries forestières le long des cours d'eau. Toutes les formations forestières sont caractérisées par une dégradation et une désertification, dues à la conjugaison de plusieurs facteurs dont les principaux sont climatiques et anthropiques.

En effet l'explosion démographique ayant pour conséquence une forte augmentation des besoins en terres de culture, de pâturages, de produits forestiers d'une part et la persistance de systèmes de production extensifs d'autre part, détruisent les formations forestières du pays. Ainsi, année après année, la forêt claire se transforme en savane et la savane en steppe et la steppe en désert. Les superficies soumises à un aménagement durable disposant de plans d'aménagement sont limités.

#### Justification

La création de réserves forestières dans les régions tropicales peut avoir un effet heureux sur la qualité de l'agriculture. Ceux-là même qui détruisent les forêts pour y pratiquer de maigres cultures et pâturages peuvent être amenés à adopter de meilleures méthodes grâce à des politiques judicieuses d'instauration de réserves forestières.

L'introduction de mesures instituant des réserves forestières dans les pays tropicaux a puissamment contribué à améliorer l'utilisation des terres. Ces réserves, une fois créées et imposées, contiennent rapidement les horizons du cultivateur voué à l'empiétement sur la forêt et à la culture itinérante. De plus, elles l'amènent à réviser ses rapports avec les autres cultivateurs dans la maîtrise, l'occupation et l'utilisation des ressources en terre. Progressivement, les cultivateurs des terres forestières tropicales se tournent vers les techniques de culture intensive et d'amélioration du sol, les réserves forestières et les services forestiers ont leur part dans l'explication de cette évolution.

De ce fait, les actions de protection et d'aménagement qui caractérisent cette pratique, font que la création de réserves forestières peut être considérée comme une option d'adaptation aux CC.

#### Objectifs

Global	Spécifiques
L'objectif de la création de réserves forestières est de viser une protection durable des milieux et des espèces en conjuguant réglementation et gestion active.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stopper la déforestation anarchique ;</li> <li>• Aménager les zones pour préserver la diversité biologique ;</li> <li>• Valoriser les ressources forestières par une exploitation rationnelle ;</li> <li>• Réhabiliter les ressources forestières dégradées ;</li> <li>• Contribuer à l'organisation et à l'exploitation du milieu rural.</li> </ul>

#### Activités

- Création d'autres forêts classées et aires protégées, tendre vers les 15% pour préserver la diversité biologique ;
- Elaboration des plans d'aménagement pour les forêts classées qui n'en disposent pas ;
- Mise en œuvre de plans d'action (aménagement) pour les forêts classées qui en disposent ;
- Renforcement des moyens humains en nombre, ainsi que les moyens matériels et financiers, tout en optimisant leur utilisation sur le terrain, notamment par un déploiement au contact des réalités du terrain, l'urgence est à la conservation des parcs et des réserves ;
- Formation et renforcement des personnels aux métiers de la conservation, mais aussi aux nouveaux défis de gestion comme le dialogue avec les autres acteurs, la planification, le suivi évaluation des résultats, le fait de rendre des comptes ;
- Revue de l'organisation globale du service en charge de la gestion des parcs, pour le rendre plus opérationnel et orienté vers la production de résultats mesurables pour chaque parc, mais également s'assurer de l'engagement de tous en faveur de l'environnement (« prise de conscience ») ; entre autres, si cela s'avère porteur de changement ;
- Actualisation des connaissances sur les forêts classées et les aires protégées existantes, pour une bonne description de l'état des ressources (inventaires, cartographie, bases de données accessibles...) et la mise en œuvre de décisions adaptées ;
- Renforcement des capacités institutionnelles et organisationnelles des acteurs principaux associés, en particulier les collectivités locales, en s'appuyant sur les projets existant à leur endroit ;
- Promotion de la culture du respect des textes juridiques par tous les acteurs et insister, par la sensibilisation, sur l'importance et le rôle des forêts classées et aires protégées, plus spécifiquement, améliorer le système d'information et de communication dans et autour des aires protégées pour induire un changement de comportement ;
- Elaboration d'un schéma d'aménagement du territoire qui prenne en compte l'émergence de nouveaux sites et la possibilité d'étendre le réseau d'aires protégées, notamment par des territoires en catégories V et VI de l'UICN ; dans ce cadre, élargir le spectre des modes de gestion des aires protégées en s'appuyant sur les collectivités, mais aussi le secteur privé ;
- Réflexion à un cadre de financement pérenne des parcs qui intègre les réalités du Mali et s'appuie sur des solutions innovantes ; beaucoup d'exemples sont à puiser dans les autres pays du continent. Il serait par exemple possible de prévoir des compensations environnementales affectées aux aires protégées lorsque les projets et programmes de développement y entraînent des nuisances (routes, ouvrages...).



**Problématique**

- Le sous-secteur de 'bois énergie' est complexe en raison entre autres
  - i) du nombre très élevé des acteurs (bûcherons, charbonniers, commerçants- transporteurs, revendeurs, etc.) ii) de l'utilisation quasi exclusive des combustibles ligneux pour la cuisson des aliments et l'artisanat en milieu rural ; iii) du caractère informel très prononcé dudit sous-secteur ; iv) et de la répartition très inégale de la ressource sur le territoire national.
- Le Mali dépend essentiellement (81%) de ses ressources ligneuses pour la satisfaction de ses besoins énergétiques. La totalité des combustibles domestiques (bois et charbon de bois) provient des formations forestières nationales. La consommation de ces combustibles est d'environ 6 millions de tonnes en 2002. La consommation de bois de feu augmente de l'ordre de 2 à 3

% par an pour les ménages. Le charbon de bois connaît une croissance moyenne de 10 % par an pour les ménages et 20 % pour le secteur informel. Cette croissance atteint 20 % dans les ménages de la capitale Bamako.

Cependant, des efforts importants sont entrain d'être faits pour renverser la tendance, notamment par l'AMADER et la DNEF. Pour le sous secteur de l'énergie domestique, l'AMADER en collaboration avec les services des Eaux et forêts ont mis sous gestion villageoise plus de 116 700 hectares de forêts. Les villes de Kéniéba et Nioro ont été dotées de schéma Directeur d'Approvisionnement en bois énergie et plus de 203 000 foyers améliorés ont été distribués. A cela s'ajoute la consommation annuelle de gaz butane. Elle a augmenté en 2012 d'environ 16.60% par rapport à celle de l'année 2010, nécessitant une subvention de plus de 7 milliards de FCFA.

**Objectifs**

Global	Spécifiques
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maîtriser la demande de bois énergie ;</li> <li>Gérer durablement l'offre de bois énergie;</li> <li>Améliorer la planification du sous-secteur bois énergie ;</li> <li>Améliorer le pilotage du sous-secteur bois énergie;</li> <li>Intensifier l'utilisation du gaz butane et du pétrole lampant comme produit de substitution au bois énergie et charbon de bois.</li> </ul>

**Actions à entreprendre**

- Large diffusion des équipements économes de bois énergie notamment les foyers et fourneaux améliorés ;
- Promotion des combustibles de substitution au bois-énergie notamment le gaz butane, le pétrole lampant et les briquettes combustibles de charbon et de résidus végétaux ;
- Etablissement et mise à jour d'un cadre réglementaire et fiscal de l'exploitation du bois-énergie, favorisant le financement et la gestion durable des formations forestières ;
- Appui à la création massive de Schémas Directeurs d'Approvisionnement en bois énergie et de Marchés Ruraux de bois ;
- Large promotion des techniques de carbonisation améliorée ;
- Association systématique du reboisement à toute exploitation forestière ;
- Renforcement de l'Information, l'Education et la Communication (IEC) dans le sous-secteur ;
- Mise en place d'un cadre institutionnel, organisationnel et de gestion adaptée, prenant en compte la décentralisation ;
- Soutien à l'émergence d'opérateurs économiques dans le sous-secteur des Energies Traditionnelles ;
- Mise en place d'un cadre institutionnel, organisationnel et de gestion adaptée ; prenant en compte la décentralisation ;
- Soutien à l'émergence d'opérateurs économiques dans le sous-secteur.

**Problématique**

La surexploitation des ressources naturelles pour répondre aux besoins de production agricole et pastorale et de l'énergie domestique a abouti dans plusieurs zones du Mali à un processus de dégradation de la base de production dont les conséquences sont : l'érosion hydrique et éolienne, la baisse de la fertilité des terres etc.

Face à cette situation, la technique du défrichement amélioré ou régénération naturelle assistée (RNA) peut être adoptée massivement pour permettre aux populations rurales de s'adapter.

La régénération naturelle assistée consiste à laisser au cours du défrichement (en saison sèche ou en saison des pluies) un à trois (3) rejets issus des souches des différents arbres et arbustes (entre 80 à 150 pieds à l'hectare) pour qu'ils poursuivent leur croissance.

L'adoption massive de la RNA permet de :

- disposer de ressources ligneuses pour les besoins énergétiques ; fourragers et de services dans les zones d'adoption ;
- augmenter la productivité des champs avec le rehaussement de la fertilité et la protection des terres ;
- augmenter les revenus à travers la vente des produits issus de la RNA.

En matière de RNA, l'ONG SAHEL ECO a beaucoup fait au Mali. En effet, cette ONG a appuyé les ménages, les associations inter-villageoises, les collectivités et les services techniques à planifier et à mettre en œuvre des aménagements environnementaux, notamment la régénération naturelle assistée.

**Objectifs**

Les objectifs poursuivis à travers la RNA sont :

- Protéger les terres de cultures à travers la lutte contre l'érosion éolienne et hydrique ;
- Améliorer la fertilité des sols ;
- Produire du bois de chauffe ou de service ;
- Produire du fourrage pour les animaux ;
- Réduire l'évapotranspiration.

**Activités**

- Formation des paysans aux techniques RNA ;
- Promotion de l'agroforesterie à grande échelle ;
- Repérage et sélection des rejets à protéger ;
- Coupe des rejets non sélectionnés ;
- Entretien et élagage des rejets sélectionnés chaque année ;
- Exploitation raisonnée des branches issues des arbres régénérés en fonction des espèces et des besoins (fourrages, bois, matière organique, etc.).

**Problématique**

Le Mali est un pays sahélien confronté depuis plusieurs décennies à de nombreux problèmes environnementaux liés d'une part à la dégradation des ressources naturelles suite aux sécheresses consécutives et d'autre part à la détérioration progressive du cadre de vie en milieu urbain due à l'action anthropique.

Les effets cumulés de la croissance démographique et la pauvreté ont contribué à amplifier ces problèmes à travers la forte pression exercée sur les ressources naturelles.

Le bilan de la problématique de l'environnement et l'état des ressources naturelles au Mali ont mis en exergue la nécessité de répondre à un certain nombre de défis environnementaux non seulement en milieu rural, mais aussi en milieu urbain et périurbain.

Le reboisement apparaît donc comme l'une des alternatives pouvant améliorer le cadre de vie des populations surtout après le constat amer de la destruction du couvert forestier des voisinages immédiats de nos grandes villes. Les espèces en voie de disparition et /ou disparues dans un terroir donné doivent retenir notre attention surtout dans le cadre du maintien de la diversité biologique.

En matière de reboisement, d'énormes efforts ont été consentis par la DNEF. Pour lutter contre la détérioration des ressources naturelles, le Ministère en charge de l'Environnement a initié en 2010, une Campagne Spéciale de Reboisement et un Plan Quinquennal de Reboisement 2010-2014 dans le souci d'intensifier les actions de reconstitution et d'amélioration du couvert végétal. Par exemple, les activités de la Campagne Nationale de Reboisement 2012 porteront sur :

- la production de 60 822 977 plants toutes espèces confondues ;
- la réalisation de 117 877 ha de plantations tous types confondus dont 82 514 ha dans les terroirs des Collectivités et 35 363 ha de plantations dans les forêts classées.

**Objectifs**

Le reboisement a été de tout temps une préoccupation des autorités de notre pays. Plusieurs actions et interventions ont eu lieu de l'indépendance à nos jours.

Les objectifs poursuivis à travers le reboisement sont :

- lutter contre la désertification ;
- protéger l'environnement et améliorer le cadre de vie des populations ;

**Activités**

- Organisation de la Campagne d'information, de sensibilisation et de communication ;
- Installation de pépinières ;
- Production de plants ;
- Exécution de Plantations (plantations d'alignement, d'enrichissement, d'ombrage, des espaces verts, les parcs des hôtes, des bosquets, des vergers, des plantations champêtres, des haies vives, des brise-vent, etc. ;
- Susciter la création de plantations communales ;
- Incitation à la participation des ONG et GIE et autres à la campagne de reboisement ;
- Suivi de la campagne ;
- Evaluation de la campagne ;
- Elaboration du rapport de la Campagne de reboisement.

**Problématique**

Le Mali, vaste pays enclavé, couvre une superficie de 1 241 238 km<sup>2</sup>. Il est subdivisé en quatre grandes zones bioclimatiques présentant une large gamme de milieux agro écologiques allant du climat saharien, au Nord, au climat semi humide soudano guinéen, au sud.

Les feux de brousse ont une grande ampleur au Mali. Ils constituent un facteur de dégradation essentiel des écosystèmes forestiers mais aussi un outil efficace d'aménagement et de gestion des écosystèmes lorsqu'ils sont utilisés de manière rationnelle. C'est pourquoi les autorités politiques, dès les années 1960 ont cherché à gérer les feux de brousse en autorisant la mise à feu précoce.

Les textes en vigueur autorisent la mise à feu précoce, en fonction des différentes zones agro climatiques.

Les médias et les ONG œuvrent pour une meilleure sensibilisation des populations à la bonne gestion des feux de brousse.

La priorité sera donnée à la lutte préventive qui devra elle-même s'articuler sur l'information, la formation et la conscientisation des populations ; ensuite les mesures techniques de prévention des feux : alerte, pare-feu, etc.

Depuis plusieurs années la DNEF mène une lutte permanente contre les feux de brousse. Cette lutte a permis la préservation de centaines d'hectares, notamment avec la pratique des feux précoces.

**Objectifs**

	Spécifiques
<p>Global</p> <p>L'objectif global à long terme, est la gestion durable des ressources forestières et fauniques par la lutte préventive et active des feux de brousse dans le domaine classé de l'Etat et au niveau des Collectivités Territoriales tout en impliquant les populations riveraines des différentes forêts.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer des Comités locaux et/ ou des brigades anti-feux ;</li> <li>• Lutter contre les feux de brousse en forêts classées par les méthodes actives et passives à travers l'approche participative ;</li> <li>• Renforcer les capacités techniques et organisationnelles des populations riveraines en matière de gestion des feux de brousse ;</li> <li>• Renforcer les capacités d'intervention des services techniques (Etat et Collectivités) chargés de l'appui conseil et du suivi rapproché des activités notamment par la formation et l'appui logistique ;</li> <li>• Mettre en place des cadres de concertation sur la gestion des feux de brousse.</li> </ul>

**Actions proposées**

- Lutte préventive : les activités d'information, de sensibilisation, d'animation, de vulgarisation et de formation ;
- Lutte active : maîtrise des feux de brousse (méthode directe et méthode indirecte), techniques d'extinction des feux de brousse ;
- Incitation des paysans à la pratique des feux précoces ;
- Incitation des paysans à l'ouverture et l'entretien des pare feux ;
- Elaboration et mise en œuvre d'un programme de renforcement des capacités ;
- Implication de la protection civile dans la lutte contre les feux de brousse.

### Problématique

L'exploitation incontrôlée du bois aux fins de commerce menace aujourd'hui toutes les formations situées à proximité des villes. Très lucratif et inorganisé, le commerce du bois nécessite peu de moyens et de frais permettant ainsi à un grand nombre de personnes de s'adonner à cette activité.

Cette situation provoque la ruée des populations sur ce produit qui se vend très bien et partout. La production du charbon de bois qui est plus prisé que le bois rond par les citadins, vide les forêts de leurs ressources.

La consommation des populations pauvres repose presque exclusivement sur l'exploitation des ressources naturelles. Le manque de moyens pour valoriser les ressources naturelles pousse les pauvres à une exploitation de type minière et souvent

abusives de ces ressources. En effet, les systèmes de production primitifs sans intrants se caractérisent par une forte consommation de ressources en terres, en végétation, et par des pratiques itinérantes d'élevage, d'agriculture, de pêche, etc.

Les populations pauvres, dans leur situation de précarité, n'ont souvent d'autres recours que de procéder à des prélèvements abusifs ou illicites sur les ressources quel que soit leur état : braconnage, pêche abusive, mutilation des arbres, défrichements anarchiques, exploitation illicite des forêts, surpâturage, etc.

Pour diminuer la pression sur les ressources forestières d'une manière générale et sur le bois en particulier, la diversification des sources de revenus et la création de marchés de bois peuvent constituer des options d'adaptation intéressantes.

### Objectifs

- Emmener les populations à diminuer la pression sur la ressource bois ;
- Organiser le prélèvement de telle manière à conserver le potentiel ;
- Offrir d'autres sources de revenus aux populations rurales.

### Activités

- Développement du microcrédit pour pouvoir entreprendre des actions AGR (embouche, maraîchage, artisanat, petit commerce, petites unités de transformation, etc.) ;
- Création de marchés de bois pour mieux contrôler cette activité et permettre la régénération des forêts ;
- Définition de règles concertées de gestion des forêts – conventions locales ;
- Mise en défens de certaines zones d'intérêt ;
- Renforcement des alternatives à l'utilisation massive du bois comme source d'énergie --> diminution de l'impact sur la ressource ;
- Information, sensibilisation et formation des populations pour le succès des actions de conservation que l'Etat, les collectivités territoriales ou les particuliers seront amenés à entreprendre.

### Problématique

Dans les communes rurales, la **dégradation des ressources naturelles** est très souvent source de conflits sanglants voire même de mort d'hommes. Cette tension touche la grande majorité de la population rurale, particulièrement dans le milieu pastoral, agricole et forestier. Pour aborder cette question, plusieurs problèmes se posent :

- Comment rassembler autour d'une même table exploitante et gestionnaire, ayant des centres d'intérêt divergents, pour faire l'état des lieux de l'exploitation des ressources naturelles ?
- Comment amener ces acteurs à dégager des règles de gestion consensuelles des ressources naturelles et les faire approuver par l'administration et ses services techniques ?
- Comment amener les exploitants à s'approprier ces règles de gestion, à les respecter et à en assurer le suivi ?

### Objectifs

Assurer une bonne gestion des ressources naturelles au profit de l'ensemble des populations et éviter les conflits sociaux

### Actions proposées

En réponse à ces défis, il existe une approche qui consiste, sous la maîtrise d'ouvrage des collectivités, à **mettre les exploitants au cœur du processus** d'élaboration et de mise en œuvre des règles de gestion consensuelles des ressources naturelles :

Le processus peut être conduit de la manière suivante :

- Elaboration de manière participative des règles consensuelles de gestion des ressources naturelles ;
- Homologation des conventions locales ;
- Accompagnement des règles de la Convention Locale par des mesures techniques répondant aux besoins de la commune ;
- Organisation des collectivités autour du suivi de la mise en œuvre de ces règles et mesures techniques ;
- Renforcement des capacités des élus et des organes chargés du suivi de la mise en œuvre.

**Problématique**

Afin de juguler les graves problèmes environnementaux auxquels il se trouve confronté, le Mali s'est, au cours des deux dernières décennies, doté d'un véritable dispositif juridique destiné à lutter contre les dégradations diverses de l'environnement et promouvoir un véritable développement durable sur son territoire. Ce dispositif juridique environnemental, qui trouve son fondement essentiel dans la constitution de 1992 (préambule et article 15) et concerne désormais la plupart des secteurs de l'environnement, comprend notamment la loi n°95-004 du 18 janvier 1995 fixant les conditions de gestion des ressources forestières, la loi 95-031 du 20 mars 1995 fixant les conditions de gestion de la faune sauvage et de son habitat, la loi 95-032 fixant les conditions de gestion de la pêche et de la pisciculture, la loi sur le code de l'eau, sur la Charte pastorale, la loi d'orientation agricole, la loi sur les pollutions et nuisances, etc. La plupart de ces textes sont assortis de textes réglementaires d'application.

Outre ces textes d'origine nationale, il convient de mentionner un grand nombre de conventions internationales et régionales consacrées à la protection de l'environnement et qui ont acquis une force juridique au plan national, du fait de leur ratification par les autorités nationales. Il faut d'ailleurs noter que le Mali a ratifié la plupart des conventions internationales et régionales relatives à la protection de l'environnement, ce qui engage à leur donner une application effective au plan national. A cet égard, le droit malien de l'environnement constitue un droit dynamique, marqué par la vitalité et la diversité des règles qui le composent.

Constituant ainsi une discipline juridique nouvelle au Mali, le droit de l'environnement a pour objectif majeur de contribuer à la meilleure protection possible de l'environnement notamment à travers des mesures de régulation des activités humaines susceptibles d'avoir un impact négatif sur l'environnement ou des techniques de gestion rationnelle des ressources naturelles.

Le droit de l'environnement au Mali bénéficie donc d'une attention soutenue de la part des autorités nationales. Bien que jeune, lacunaire sur certains aspects et complexe, il apparaît comme un droit florissant, généralement salué comme l'expression d'un progrès social majeur.

Cependant, cette flamboyance du droit de l'environnement au Mali ne doit pas faire illusion. Dans la pratique, en effet, la plupart des dispositions prévues par les textes relatifs à la protection de l'environnement, notamment à la foresterie sont peu connues, peu appliquées et peu effectives. Ces textes constituent par conséquent du droit «dormant» et posent les problèmes de leur effectivité.

**Objectifs**

Global	Spécifiques
Contribuer à la meilleure protection possible des ressources forestières notamment à travers l'effectivité des mesures de régulation prévues par les textes réglementaires.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire une large diffusion des accords et conventions en matière de préservation des ressources forestières ;</li> <li>Assurer une meilleure protection des ressources forestières ;</li> <li>Rendre effectif l'application des accords et conventions internationales en matière de préservation des ressources forestières.</li> </ul>

**Actions proposées**

- Amélioration du cadre juridique par la relecture des textes relatifs à la foresterie et leur adaptation au contexte actuel (certains textes sont obsolètes ou présentent des lacunes et vides juridiques à combler) ;
- Relecture des textes environnementaux relatifs à la foresterie et prévision des niveaux pour l'insertion des dispositions facilitant l'accès des populations à la justice ;
- Vulgarisation des textes juridiques et réglementaires auprès du public, des ONG et des institutions nationales ;
- Application des dispositions réglementaires (notamment les sanctions) prévues par les accords et conventions internationales en matière de la protection du patrimoine forestier ;
- Sensibilisation du public en matière de préservation du patrimoine forestier et élaboration de programmes tournés vers les groupes d'intérêt public, notamment les populations des communes rurales ;
- Développement et renforcement des capacités des ressources humaines intervenant dans la gestion du contrôle forestier et leur dotation en matériels adaptés ;
- Amélioration de la gouvernance foncière par la mise en œuvre d'outils ou de dispositions réglementaires comme les SLAT, SDAM, les plans fonciers ruraux simplifiés, le décret 0011-09 PRM-2009 portant sur la création, la composition, les attributions et les modalités de fonctionnement des commissions foncières (COFO) locales et communales.

**Problématique**

Au Mali, les populations rurales et urbaines sont dépendantes vis-à-vis des forêts et des arbres. Les différentes formes d'utilisation de la forêt peuvent se diviser en trois catégories (qui se recoupent) : produits directement utilisés au sein de la famille (combustible, alimentation), facteurs de production agricole (fertilisation, fourrage et paillis), et source de revenus et d'emploi. En effet, le bois constitue la principale source d'énergie des milieux ruraux et urbains.

Depuis plus d'une décennie, avec l'augmentation de la population et la diminution des réserves forestières, les ressources en bois n'arrivent plus à supporter l'exploitation. Les raisons qui poussent les populations rurales vers une exploitation abusive des ressources forestières sont multiples : la valeur monétaire des arbres, l'appartenance de la forêt à l'Etat, et l'appropriation par l'Etat des taxes tirées du domaine forestier. Dans une telle situation, les forêts ne sont pas protégées par les populations rurales car celles-ci ne sont pas responsabilisées vis-à-vis de leur gestion (Maïga, 1996). L'exploitation du bois de feu et d'autres produits extraits des forêts s'est intensifiée aux abords des villes, entraînant une incapacité des systèmes traditionnels de gestion des ressources naturelles à faire face à cette évolution régressive des écosystèmes (Bellefontaine et al., 1997). Actuellement, les ressources sont surexploitées et la question fondamentale est de satisfaire les besoins de cette population croissante tout en préservant la qualité et la quantité des ressources naturelles.

Si la tendance actuelle à la consommation de bois-énergie n'est pas inversée, la pression sur les ressources naturelles deviendra insupportable.

La mission du service forestier consiste principalement à : i) à asseoir des modes de gestion durable des ressources naturelles renouvelables ; ii) former les acteurs à l'utilisation de ces modes de gestion iii) assurer la surveillance conformément aux normes de gestion fixées.

Cependant le service forestier n'a pas les moyens de sa mission. En effet, il manque cruellement de moyens financiers, humains et logistiques pour mettre en œuvre la politique de gestion durable des ressources naturelles alors que les fonctions d'appui, de formation et de conseil auprès des ruraux en matière de gestion des ressources

forestières et fauniques sont de plus en plus nécessaires dans un contexte de promotion et de responsabilisation du monde rural.

**Objectifs**

Global	Spécifiques
Dans sa conception originale, le contrôle de l'exploitation forestière a pour objectif global de vérifier si les opérations d'exploitation forestière sur le terrain sont menées conformément aux normes prescrites.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Définir clairement les normes prescrites en matière d'exploitation des ressources forestières ;</li> <li>former les différents acteurs (agents forestiers et partenaires) ;</li> <li>doter les agents forestiers chargés du contrôle de moyens adéquats ;</li> <li>s'assurer de la transparence des informations relatives à l'exploitation forestière ;</li> <li>apprécier l'applicabilité des dispositions réglementaires et si possible d'en apporter des correctifs ;</li> <li>s'assurer que les dites normes sont appliquées.</li> <li>apprécier l'applicabilité des dispositions réglementaires et si possible d'en apporter des correctifs.</li> </ul>

**Activités**

- éducation et sensibilisation préalables des acteurs ;
- dotation en moyens suffisants (hommes et matériels) des services forestiers ;
- suivi et évaluation de l'exploitation forestière ;
- répression des infractions ;
- extension de la gestion décentralisée des forêts à plusieurs communes ;
- révision des textes réglementaires en matière d'exploitation forestière ;
- traduction des normes d'exploitation forestière en langues nationales ;
- production des données et de diffusion des informations sur l'exploitation forestière.

**Problématique**

Les défrichements sont les périmètres dans lesquels la totalité ou une partie des arbres et arbustes a été coupée par l'homme en vue de s'installer ou installer une production agricole ou industrielle.

Le rythme élevé de la croissance démographique et l'activité économique liée aux systèmes de production traditionnels contribuent fortement à la baisse de la quantité des ressources biologiques et à l'érosion de la diversité biologique. Avec un taux d'accroissement annuel de 3,2%, on estime à plus de 100 000 ha, les superficies de formations naturelles défrichées chaque année pour faire face à l'augmentation des seuls besoins alimentaires. La superficie agricole augmenterait en moyenne de 4,7 %/an contribuant à une forte réduction des formations naturelles. Cette pression accrue des populations humaines est considérée comme la menace la plus sérieuse pour la diversité biologique des espèces au Mali. Les dommages économiques liés à la perte des formations forestières en 1997 représentaient 5,35 % du PIB, soit 79 milliards de FCFA (Pillet et Dabo, 1997). En outre, l'extension des terres cultivées, nécessaire à la satisfaction des besoins alimentaires d'une population en constante expansion, a considérablement réduit les zones de jachère et la durée des jachères.

Le défrichement des terres pour les cultures a un impact très important sur la structure de la végétation et sur l'environnement. Les pertes de terres peuvent, par exemple, atteindre 10 tonnes /ha (Bishop et Allen, 1989). La réduction de la jachère a raccourci la période nécessaire aux processus de régénération et a accru la fragmentation des îlots de végétation naturelle qui constituent les « banques de semences ». Son impact est encore plus grave lorsque l'accroissement de la pression démographique et les mutations sociales entraînent une avancée des cultures sur des terres fragiles à faible rendement, aux sols peu profonds et érodables ou saturés d'eau.

**Objectifs**

<p>Global</p> <p>L'objectif global est de préserver le couvert végétal grâce à de bonnes pratiques de défrichement (d'exploitation).</p>	<p>Spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Assurer une gestion durable des forêts ;</li> <li>Promouvoir des systèmes de production agricole durable et des méthodes d'exploitation minière respectueuse de l'environnement ;</li> <li>Amélioration de la gouvernance forestière ;</li> <li>Sensibilisation des paysans.</li> </ul>
--	---

**Activités**

- Amélioration des rendements agricoles par l'amélioration des techniques culturales ;
- Compensation des superficies défrichées par des activités de reboisement ;
- Sensibilisation des paysans pour qu'ils intègrent les bienfaits des techniques de préservation des formations forestières dans leurs pratiques ;
- Respect scrupuleux du mode et des lieux de défrichement proposés par le code forestier ;
- Conditionnement des opérations de défrichement à des autorisations délivrées par les autorités compétentes ;
- Rallongement de la durée des jachères pour permettre le processus de régénération naturelle des plantes ;
- respect scrupuleux de la législation en matière de défrichement ;
- Promotion d'activités génératrices de revenus pour diminuer la pression sur les ressources forestières.

Axe stratégique XI : Aménagement des eaux de surface (captage des eaux de ruissellement, création et restauration des points d'eau)

**Problématique**

L'économie Rurale malienne se caractérise actuellement par une faible performance des systèmes de production agricole et pastorale liée entre autres au déficit pluviométrique et à l'insuffisance des ressources disponibles en eau de surface.

Le captage des eaux de ruissellement pour la réhabilitation des anciens points d'eau d'une part et la création des points d'eau modernes d'autre part peut être une alternative pour l'alimentation des populations et de leur cheptel ainsi que pour la promotion des activités de maraîchage, de cultures irriguées et de reboisement autour des points d'eau.

**Objectifs**

<p>Global</p> <p>Contribuer à la réduction de la pauvreté et à l'amélioration de la sécurité alimentaire par la mobilisation des ressources en eau.</p>	<p>Spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>rehausser le taux de satisfaction des besoins en eau des populations et du cheptel des zones concernées ;</li> <li>accroître la productivité des systèmes de productions agricoles (agriculture, maraîchage, élevage, pêche) ;</li> <li>contribuer à la protection de l'environnement.</li> </ul>
---	---

**Activités**

- la création et/ou la réhabilitation des points d'eau modernes d'alimentation en eau potable ;
- l'aménagement des points d'eau de surface ;
- la création et/ou la réhabilitation des ouvrages de captage d'eau de surface destinés à la petite irrigation ;
- le surcreusement des marres ;
- la protection des berges des cours d'eau par un reboisement approprié.

AXE STRATEGIQUE XII : PRATIQUES CES/DRS (DEFENSE – RESTAURATION – SOLS)

**Problématique**

Les communes du Mali ont connu ces dernières années une dégradation accélérée des ressources naturelles. Cette situation découle des effets néfastes des changements climatiques (les sécheresses et les déficits pluviométriques) et des facteurs anthropiques.

Quatre types de dégradation des sols sont reconnus :

- l'érosion sous l'action des eaux de ruissellement et autres (hydrique) ;
- l'érosion sous l'action du vent (éolienne) ;
- la dégradation chimique, comprenant la perte de nutriments (déplétion lors de la culture de sols pauvres sans fertilisation suffisante), la salinisation (insuffisance de drainage des zones irriguées, intrusion d'eau salée), la pollution et l'acidification ;
- et la dégradation physique, comprenant la compaction des sols (par le bétail ou les machines agricoles), l'engorgement de zones irriguées, l'ensablement et la subsidence (affaissement).

L'érosion hydrique (forme principale de dégradation au niveau mondial) est le phénomène dominant au Mali, mais l'érosion éolienne aussi est significative.

Les causes de ces phénomènes sont :

- les défrichements agricoles, les cultures sur brûlis notamment sur les pentes, les feux de brousse répétés, le surpâturage, l'irrigation des terres et la construction des infrastructures (routes, barrages, etc.) ;
- la surexploitation de la végétation pour la production de bois énergie ;
- l'insécurité foncière pour la grande majorité de producteurs ruraux ;
- la mauvaise utilisation des terres par des systèmes et des moyens de production inadaptés.

En plus de ces causes dites techniques et juridiques, il faut ajouter les causes institutionnelles et politiques de la mauvaise gestion des terres liées au déficit de gouvernance démocratique locale, le faible niveau d'équipement des producteurs et les difficultés d'accès des ruraux aux terres fertiles et/ou aux intrants agricoles.

La DNEF a de tout le temps pris en compte ce problème. Pour preuve, l'objectif global du programme de reboisement 2012 est de contribuer à la lutte contre la désertification, à la conservation de la biodiversité, à l'atténuation des effets néfastes du changement climatique, à l'augmentation du taux de couverture végétale et contribuer à la réduction de la pauvreté.

Pour permettre les actions de reconstitution et d'amélioration du couvert végétal, les activités de reboisement 2012 de la DNEF vont permettre la confection de 195 859 mètres de cordons pierreux dans les zones dégradées et la réalisation de 92,95 ha portant sur divers travaux de Restauration des Sols, de Conservation des Eaux et Sols.

**Objectifs**

Global	Spécifiques
Contribuer à la réhabilitation des zones dégradées pour lutter contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire des populations vulnérables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• récupérer les terres dégradées ;</li> <li>• préserver les ressources naturelles ;</li> <li>• améliorer la productivité des sols ;</li> <li>• améliorer le revenu des populations cibles.</li> </ul>

**Activités**

Compte tenu de la grande importance des sols en tant que facteur de production d'une part et de leur état inquiétant de dégradation dans toutes les communes du pays d'autre part, il est recommandé à tous les acteurs du développement agricole de :

- intensification des productions rurales et généralisation des techniques de DRS-CES dans les exploitations agricoles : aménagements en courbes de niveau, contour trenching, cordons pierreux, zaï /demi-lune, etc. ;
- promotion de l'agroforesterie (plantation champêtre, haies vives, brise vents) et régénération naturelle assistée ;
- diffusion des techniques adaptées de défrichement et travaux du sol afin d'interdire les défrichements sur brûlis sur les pentes ;
- réalisation et application rigoureuse des Etudes d'Impact Environnemental et Social (EIES) ;
- réalisation des petits ouvrages de type diguettes, diguettes filtrantes ;

fixation des dunes.

AXE STRATEGIQUE XIII : AMENAGEMENTS PASTORAUX/CULTURES FOURRAGERES

**Justification**

A cause des facteurs anthropiques et climatiques, il y a une baisse de la production de la biomasse et une dégradation des ressources naturelles (biodiversité, sols), ce qui se traduit par une raréfaction des surfaces utilisables pour l'élevage. Cette diminution de la capacité de charge a des effets négatifs sur les effectifs admissibles au sein des périmètres pastoraux, provoquant une diminution de la production animale. La pression est de ce fait élevée sur les périmètres pastoraux.

En utilisant des espèces de fourrage appropriées (Bourgou, dolique, pois d'angole et niébé fourrager), et en adoptant des pratiques de cultures et d'exploitation convenable, l'agro éleveur peut améliorer la ration alimentaire du bétail. Les espèces de plantes disponibles pour le fourrage sont nombreuses et existent pour presque toutes les régions éco climatiques. Il est important de disposer d'une large gamme d'espèces permettant de jouer sur la bonne adaptation au contexte ou à l'usage local et permettant de réduire les coûts à tous les niveaux (intrants, travail, etc.).

Toutefois, les cultures fourragères restent embryonnaires au Mali. Les quelques essais réalisés par la recherche et certains producteurs n'ont pas vraiment débouché sur une diffusion élargie.

**Objectifs**

Global	Spécifiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>• disposer de l'aliment bétail de source fourragère, en qualité et en quantité, en toute saison dans les zones de pâturage ;</li> <li>• réaliser des aménagements pastoraux ;</li> <li>• organiser des sessions de formation et d'animation pour les éleveurs ;</li> <li>• organiser la gestion rationnelle des ressources naturelles ;</li> <li>• promouvoir les filières de production et de commercialisation des produits animaux ;</li> <li>• renforcer la couverture sanitaire et la surveillance épidémiologique ;</li> <li>• valoriser le bétail et la transformation des produits d'élevage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmenter la production de fourrage ;</li> <li>• Améliorer la qualité du fourrage ;</li> <li>• Réduire la pression sur les autres ressources naturelles ;</li> <li>• Disposer de l'alimentation nécessaire pour l'élevage intensif ;</li> <li>• Constituer des réserves pour la période de soudure (déficit fourrager) d'où amélioration de la disponibilité saisonnière en fourrage.</li> </ul>

**Actions proposées**

- Collecte des semences fourragères et leur production ;
- Vulgarisation des techniques culturales et des modes de conservation des fourrages ;
- Estimation des fourrages à l'aide d'imageries satellitaires en vue de rationaliser le parcours des animaux ;
- Réalisation de périmètres pastoraux ;
- Respect des capacités de charge dans les périmètres pastoraux ;
- Introduction d'espèces animales et végétales adaptées aux conditions du milieu ;
- Création des AGR (embouche, vente des produits d'élevage ou aviaire) ;
- Adaptation des capacités de stockage ;
- Formation des acteurs (notamment des groupements féminins) dans le domaine du petit élevage et la production fourragère.

**AXE STRATEGIQUE XIV : INTEGRATION DES CC DANS LA PLANIFICATION COMMUNALE**

**Problématique**

Le changement climatique (CC) est une réalité et il impacte déjà négativement sur les réalisations des pays en voie de développement comme le Mali. Actuellement, beaucoup de réflexions et d'efforts sont menés aux niveaux national et international pour la prise en compte des changements climatiques dans les projet/programmes de développement. Ces efforts ne concernent pas à présent le niveau local.

Cependant, c'est au niveau communal que les effets néfastes des changements climatiques se font plus sentir. Or les acteurs à ce niveau ne sont ni sensibilisés, ni informés, ni outillés (outils de planification,...) pour la prise en compte de ces CC dans la planification de leur développement. Une grande partie des activités de développement au niveau local est influencée par les CC. La prise en compte de ce défi environnemental dans la planification communale permettrait à ces communautés de s'adapter aux impacts négatifs de ce fléau et de se développer d'une manière durable.

Les résultats positifs des expériences pilotes au Mali ont souligné l'utilité de l'approche du Climate Proofing (CP) en termes de génération d'options d'adaptation aux changements climatiques permettant une planification éclairée. La valeur ajoutée découlant de l'utilisation du CP sur les plans économiques et du développement peut se résumer par :

- L'amélioration et la sécurisation des productions (agricole, animale...);
- L'amélioration de la gestion des ressources naturelles;

La contribution à l'apaisement et à l'équilibre social.

L'optimisation de l'outil en contexte Malien et la promotion de son utilisation nécessitent une large diffusion de l'outil, la formation des acteurs impliqués, ainsi qu'un renforcement des capacités, notamment au niveau des bases de données météorologiques et celles concernant le savoir local.

**Objectifs**

L'objectif est d'appuyer les Collectivités Territoriales dans l'identification, la planification et dans la mise en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

**Actions proposées**

Pour intégrer les changements climatiques dans un PDESC déjà élaboré, il faut :

- La mise en place d'une équipe pour le pilotage du processus et ayant une expertise variée (CC, planification, gestion des ressources naturelles, décentralisation, etc.);
- La formation de cette équipe sur le processus d'élaboration des PDESC, les CC et le Climate Proofing;
- Le Recueil les données climatiques antérieures de la commune pour connaître/déterminer les tendances climatiques actuelles et futures de la localité;
- La mise à jour certains outils existants afin d'identifier les problèmes causés par les CC par sous-secteur et d'identifier les options d'adaptation appropriées;
- L'identification des problèmes/contraintes prioritaires qui relèvent de la compétence de la commune;
- L'analyse croisée des problèmes/contraintes prioritaires de la commune et les orientations et objectifs du PDESC afin de dégager les solutions pertinentes qui ne sont pas prises en compte par le programme d'investissement pluriannuel et de les planifier. Puis, faire adopter le PDESC révisé par le conseil communal;
- Incitation des communes à élaborer et à exécuter les PCAE (Plan Communal d'Action Environnementale);
- Traduction et diffusion des normes d'exploitation en matière d'orpaillage.

**AXE STRATEGIQUE XV : RENFORCEMENT DE L'INFORMATION ET DE LA SENSIBILISATION SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

**Problématique**

La réussite d'une politique nationale en matière de CC passe en premier lieu par une participation active et motivée des différents acteurs de l'administration, du secteur privé et de la société civile, aussi bien au niveau national qu'au niveau décentralisé, à sa conception et à sa mise en œuvre. Cela passe par une bonne compréhension et une appropriation de la politique par ces intervenants.

L'information et la sensibilisation de ces différents acteurs sur la nature et la profondeur du problème posé par les Changements Climatiques, sur leurs enjeux et perspectives pour le Mali en particulier pour leurs secteurs respectifs, sur les moyens d'y faire face reste une étape de base qui permet cette appropriation et une volonté d'implication pour faire face à ce défi.

Au Mali, ces dernières années la sensibilisation sur les CC a franchi des pas significatifs. Elle est cependant restée plus au niveau du constat et non au niveau des possibilités existantes pour anticiper les CC, limiter leurs risques et profiter au mieux des opportunités qu'ils pourraient présenter. Aussi il y'a un besoin fort d'informer et de sensibiliser sur les risques encourus par le Mali suite aux CC mais aussi sur les outils et technologies adaptées possibles, sur les technologies les moins émettrices de GES et les moyens d'y accéder.

Par ailleurs et au niveau de l'organisation et de la capitalisation des efforts d'information/sensibilisation menés à ce jour, il y'a un besoin évident de coordination et de structuration des activités en utilisant au mieux les canaux de communication les mieux adaptés aux groupes cibles visés ( médias de proximité, site internet, etc.)

**Objectifs**

- Mettre en place une démarche organisée, structurée et innovante de sensibilisation et d'information sur les CC au Mali avec des approches/outils divers permettant de toucher :
  - la société Malienne sous ses différentes composantes;
  - les investisseurs et bailleurs de fonds internationaux pouvant soutenir le Mali dans ce domaine;
  - Ancrer cette démarche dans une approche territoriale et sectorielle avec un rôle de coordination léger joué par l'AEDD.

**Actions proposées**

- Mise en œuvre d'un plan d'action biennuel d'information et de sensibilisation sur les CC au Mali avec un intérêt particulier pour des actions sur le terrain et au niveau des secteurs concernés utilisant des formes diverses d'actions : journées de sensibilisation, distribution de plaquettes, émissions de radio/télévision, films;
- Mise en œuvre de ce plan doit être en grande partie assurée par les régions et par les secteurs avec l'appui de l'AEDD et du CNCC;
- Elaboration et diffusion par l'AEDD, lors de ces événements, des supports d'information divers sur les CC au Mali axés plutôt sur les moyens d'adaptation possibles utilisant les 'Success Stories';
- Organisation lors de la 'Quinzaine de l'Environnement' d'une 'Journée CC Mali' avec une présentation de l'état d'avancement de la réalisation du PANC;
- Édition de façon biennale un rapport : 'Changement Climatique au Mali'. Ce rapport pourrait constituer un chapitre du Rapport National sur l'Etat de l'Environnement au Mali;
- Mise en place et entretien d'un site web 'Changements Climatiques au Mali', y intégrer en particulier :
  - Une idée précise sur le Cadre Institutionnel CC Mali;
  - Toutes les études, analyses et actions menées sur les CC au Mali par;
  - les différents acteurs au niveau des secteurs /régions;
  - les expériences réussies à valoriser dans la lutte contre les CC;
  - Le portefeuille de projets adaptation du Mali;
  - Les principaux contacts CC du Mali;
  - La matrice des PTF sur les changements climatiques (projets/programmes en cours sur les CC).

**Problématique**

Au Mali, la prise en considération des risques/opportunités CC dans les différentes activités socio-économiques exposées aux risques des CC nécessiterait des capacités nationales importantes en matière de CC (experts, ingénieurs, économistes...). Or à ce jour et malgré les efforts consentis par le Mali les capacités nationales ne sont pas encore disponibles en nombre et en spécialités significatifs.

Par ailleurs et tenant compte de la prédominance d'aspects scientifiques et techniques dans le suivi de cette problématique et de ses conséquences environnementales et socio-économiques, il y a un besoin évident de centres de recherches spécialisés ou seraient menées des recherches appliquées sur différents volets des CC au Mali (Climat, Vulnérabilité, adaptation, etc.). Ces centres pourraient aussi faciliter et accompagner l'accès à des technologies d'adaptation nouvelles par les différents intervenants.

**Objectifs**

- Créer une dynamique de renforcement des capacités nationales sur les CC, de développement de recherches appliquées sur ces aspects avec l'accompagnement de transferts de technologies propres et durables nécessaires l'adaptation aux impacts des CC au Mali ;
- Acquérir des capacités nationales permettant au Mali de réussir la mise en œuvre de sa PNCC/ SNCC.

**Actions proposées**

- Création d'un centre d'excellence sur les CC au sein d'une Université/Grande École du Mali avec une formation spécialisée de Master /Doctorat sur les CC. Ce centre mènerait des études techniques approfondies et recherches appliquées sur les CC. Il formerait des cadres/chercheurs spécialisés sur les CC pour les secteurs concernés comme celui de la Foresterie ;
- Alimentation des différentes formations universitaires existantes au Mali (Ingénierie, Agronomie, Médecine, Foresterie ...) en moyens humains et pédagogiques leur permettant d'intégrer les aspects CC avec leurs risques et opportunités dans ces formations ;
- Création d'un module de formation universitaire sur les CC et formation d'un groupe de professeurs sur ce module avec pour objectif de diffuser ce module CC dans les différentes formations de grandes écoles et d'universités du Mali ;
- Création d'un 'Pôle technique CC' autour du centre d'excellence CC associant les différents centres d'études et de recherches existants et agissant dans ce domaine. Ce pôle technique assurerait un soutien scientifique et technique pour l'AEDD et pour le CNCC ;
- Mise en place des conventions entre différents départements ministériels concernés par les CC et ce centre d'excellence CC pour y promouvoir des actions de recherche correspondant aux besoins concrets de ces directions (comme celle des Eaux et Forêts) ;
- Mise en place d'un programme d'études et de recherches avec en particulier pour objectifs de développer la connaissance sur les systèmes socio-économiques et écologiques et leur évolution au Mali, leur vulnérabilité et leurs possibilités d'adaptation :
  - modèles sur les CC futurs au Mali et leurs impacts potentiels écologiques et socio-économiques ;
  - événements extrêmes, vulnérabilité et besoins d'adaptation des écosystèmes et plantations au Mali ;
  - foresterie et CC au Mali ;
  - moyens et technique de lutte contre la dégradation des sols/ensablement ;
  - énergies renouvelables et leurs possibilités au Mali ;
  - etc.
- Mise en place d'un programme d'études et de recherches ayant en particulier pour objectifs de pallier au manque d'informations/connaissances sur le potentiel forestier ;
- Réalisation d'un diagnostic des sites forestiers ;
- Conservation, adaptation et diversification des ressources génétiques forestières ;
- Poursuite et intensification de la recherche-développement sur l'adaptation des forêts au changement climatique ;
- Collecte des données écologiques, promotion et organisation de leur disponibilité, assurer le suivi des impacts sur les écosystèmes ;
- Favorisation de la capacité d'adaptation des peuplements forestiers et préparer la filière bois au changement climatique.
- Mise en place au niveau du centre d'excellence CC d'une équipe technique destinée à la réalisation et à une actualisation continues de l'inventaire en GES du Mali et de la Communication Nationale CC du Mali ;
- Établissement d'une convention entre l'AEDD, le CNCC et le centre d'excellence CC sur ces aspects inventaires et Communications Nationales CC, précisant les étapes de réalisation, les responsabilités des différents acteurs, les moyens nécessaires et leur mobilisation. Mise en place d'un programme de formation continue destiné aux membres du CNCC, de l'entité de l'AEDD en charge des CC, des entités focales sectorielles et régionales CC, du secteur privé et de la société civile sur les différents volets des CC ;
- Mise en place d'un programme de renforcement des capacités sur les CC (atténuation et adaptation) pour les Bureaux d'études et ONG spécialisés agissant autour du Climat.

**Problématique**

La prise en considération des CC nécessite des financements additifs pour atténuer les émissions en GES et s'adapter aux effets du réchauffement climatique. Or dans les pays en voie de développement, comme le Mali, ces financements représentent un défi d'une grande importance.

Aujourd'hui, des financements limités sont obtenus par le Mali ; à travers la coopération bilatérale ou multilatérale ; pour soutenir différents secteurs de l'économie exposés aux CC.

Ces financements ont été destinés en grande majorité au renforcement des capacités en matière de CC dans certains secteurs clés, à la définition des risques/opportunités CC et de stratégies et plans d'actions... Très peu ont été des financements destinés à implémenter réellement des projets d'atténuation et d'adaptation, la mise en œuvre des projets prioritaires définis dans le PANA a été aussi très limitée. Or le besoin se trouve aujourd'hui plutôt au niveau de la mise en œuvre d'actions concrètes sur le terrain.

On peut noter en plus que les financements reçus à ce jour ont manqué de coordination au niveau de leur affectation et parfois d'optimisation de leur utilisation. Dans le contexte mondial ou différents nouveaux fonds de financement CC ; notamment le Fonds Vert Climat ; et de nouveaux mécanismes financiers (REDD+) se mettent en place, il est nécessaire et urgent que le Mali s'organise pour accéder à ces financements de façon organisée et structurée pour mettre en place au mieux sa politique CC.

**Objectifs**

- Avoir un cadre organisationnel structuré et efficient pour faciliter l'accès à des financements CC nationaux et internationaux, en mesure d'aider le Mali à mettre en œuvre ses projets/programmes/politiques d'adaptation ;
- Profiter de ces financements pour adapter les différents secteurs, notamment celui de la Foresterie aux impacts des CC.

**Actions**

- Formation des acteurs concernés au montage de projets CC dans le secteur de la foresterie ;
- Dans le cadre de la SNCC Mali, il a été décidé de créer au niveau de l'entité CC de l'AEDD une Unité 'Financements Climat' chargée exclusivement de l'accompagnement du montage de projets CC au Mali, notamment pour les différents secteurs et de leur soumission aux bailleurs de fonds. Sollicitation de l'appui de cette unité pour le montage de projets d'adaptation dans le secteur de la foresterie et leur soumission aux bailleurs de fonds.

Montage, finalisation et actualisation d'un portefeuille de projets (programmes) d'Adaptation du Mali notamment dans le secteur de la foresterie et à leur soumission aux bailleurs de fonds.



## V. RENFORCEMENT DES CAPACITÉS, SENSIBILISATION, TRANSFERT DE TECHNOLOGIES ET RESSOURCES FINANCIÈRES, PRISE EN COMPTE DES CC DANS LES POLITIQUES DE DEVELOPPEMENT

**Source : TCN-AEDD-MEADD : Etude «Collecte des autres informations pertinentes (notamment recherche/observation systématique, transfert de technologies, éducation, sensibilisation du public, renforcement des capacités, besoins de financement des projets) », juillet 2017.**

### 5.1. Renforcement des capacités

Après la soumission à la CCNUCC de sa première et de sa seconde Communications Nationales, le Mali présente par ce rapport sa troisième Communication, qui constitue en soi, un prolongement de son processus de renforcement de capacités et une occasion d'évaluation des besoins du pays en la matière.

La TCN a présenté une évaluation des lacunes actuelles et des besoins futurs et en matière de renforcement des capacités dans le domaine du changement climatique.

Les axes majeurs de ce renforcement des capacités sont en lien avec les axes de la politique et de la stratégie nationale en matière de changement climatique assorties d'un plan d'action. Ils sont également en relation avec le plan d'investissement pour une économie verte et résiliente aux changements climatiques [ ] et concernent entre autres :

- Le renforcement des capacités nationales pour l'accès à des technologies sobres en carbone en termes d'équipements et de formation de ressources humaines ;
- Le renforcement de capacités pour la vulgarisation et la mise à la disposition de technologies et techniques adaptées au niveau local et permettant la réduction des émissions de gaz à effet de serre et/ou l'adaptation aux impacts des changements climatiques ;
- Le renforcement des capacités en termes de ressources financières pour la mise en œuvre de grands projets d'adaptation et d'atténuation dans le domaine des changements climatiques.

### 5.2. Transfert technologique

Le Mali doit faire appel aux nouvelles technologies faibles émettrices des GES et maîtriser les mesures d'adaptation pour face aux impacts des changements climatiques sur les zones vulnérables du pays.

L'évaluation des besoins technologiques comme composante du processus de transfert des technologies est un moyen par lequel l'évaluation du développement et la réponse aux besoins climatiques et les opportunités sont intégrés ensemble. C'est un processus complexe et continue d'apprentissage, conduisant à l'étape où le bénéficiaire qui assimile pleinement la nouvelle technologie, devient capable de l'utiliser, de la reproduire, et est éventuellement en position de la revendre. Elle comporte l'évaluation de besoins nationaux des deux types de technologies : des technologies de réduction de gaz à effet de serre et des technologies d'adaptation.

L'évaluation de ces besoins technologiques vise à donner la priorité à des technologies non polluantes. Pour l'évaluation de chaque secteur émetteur ou vulnérable, l'analyse comprend les étapes suivantes :

- Une revue des options et ressources ;
- L'identification des critères d'évaluation ;
- La sélection des technologies clés ;
- L'identification des barrières ;

La définition et la sélection des actions.

Les projets prioritaires retenus dans les volets atténuation et adaptation ont été ainsi assortis d'un accompagnement lié au transfert de technologies et de savoir-faire.

### 5.3. Besoins en financements des projets

La transition vers un développement sobre en carbone afin de contribuer à la réduction des émissions des GES et de renforcer la résistance aux conséquences du changement climatique nécessite des moyens financiers importants. La mobilisation de ces moyens doit provenir aussi bien du secteur privé que du secteur public. Le gouvernement du Mali cherche à accélérer le financement climatique du secteur privé en mettant en place un cadre réglementaire et institutionnel adéquat à même d'enclencher la transition des investissements dans plusieurs secteurs tels que la production d'énergie propre, d'efficacité énergétique ou encore d'innovation. En effet, les mesures de suppression des subventions aux combustibles fossiles ainsi que la fixation des cibles exigeantes en matière d'énergies renouvelables et d'amélioration de l'efficacité énergétique sont de nature à favoriser l'investissement dans des projets de ce genre.

C'est dans ce cadre que le Mali a élaboré son plan d'investissement vert et sa contribution déterminée au niveau national (INDC) en restant convaincu que les ambitions globales pour assurer une croissance verte appellent à un financement climatique conséquent, pour soutenir un développement économique durable et sobre en carbone.

Les secteurs qui ont été retenus pour ledit plan et l'INDC concernent ceux qui disposent d'un réel potentiel pour permettre la transition du Mali vers une croissance verte. Il s'agit des secteurs porteurs tels : l'énergie (énergie renouvelable et efficacité énergétique), la forêt, l'agriculture. Dans le cadre de ce plan et de l'INDC, des projets sont proposés en vue de mobiliser des financements additionnels provenant des fonds climat internationaux, mais aussi du secteur privé. Le plan d'investissement vert offre également une palette d'opportunités de partenariat public-privé à structurer.

Le Mali compte sur la mobilisation de ressources du Fonds Vert pour le Climat (FVC) pour contribuer au financement de ses projets d'atténuation des émissions des GES et d'adaptation. Ces ressources devraient permettre de mobiliser des sommes encore plus importantes auprès du secteur privé et en direction des pays offrant un environnement attractif sur le plan des politiques et des investissements comme c'est le cas pour le Mali. Ce coup de fouet viendra renforcer le travail novateur entrepris au plan national, sous des formes diverses (réforme des politiques, marché des obligations vertes, sélection des investissements, financements publics innovants), par des acteurs issus d'un large spectre de parties prenantes : gouvernement du Mali, banques de développement et banques commerciales, fonds climatiques et investisseurs privés dans le cadre du Partenariat-Public-Privé.

### 5.4. Observations systématiques, recherche, formation & sensibilisation

#### 5.4.1. Observations systématiques

Plusieurs organismes, dont les activités sont liées au climat, sont impliqués dans le processus d'observation systématique. Il s'agit principalement de l'Agence Mali-Météo, de la Direction Nationale de l'Hydraulique (DNH) et des Instituts et Centres de recherche, qui assurent l'essentiel des observations effectuées sur le climat et le changement climatique. Les réseaux d'observations météorologiques et climatologiques permettent de satisfaire les différents besoins socioéconomiques du pays et contribuent, dans le cadre d'engagements internationaux du Mali, aux différents programmes d'observations météorologiques et climatologiques menés par des Agences Spécialisées des Nations Unies dont notamment l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et la CCNUCC.

#### 5.4.2. Réseau d'observations du Mali

Il existe quatre observatoires au Mali

##### 5.4.2.1. L'observatoire de Bourem

D'une superficie de 50 000 ha, se situe dans le cercle de Bourem à l'entrée du Sahara. Administrativement, il relève de la région de Gao et couvre une zone qui se répartit de part et d'autre du fleuve Niger.

Le bioclimat de la zone est de type sahélo-saharien avec une pluviométrie moyenne de 150 mm par an. La température moyenne à Gao est de 30°C.

Le territoire de l'observatoire comporte le Bas Plateau formé par un substrat gréseux ou calcaire recouvert de cordons dunaires et les terrasses alluviales du Tilemsi et du fleuve Niger. La zone agro-écologique se compose de trois ensembles contrastés : les regs à l'Est, les ergs au Nord et à l'Ouest et les terres alluviales du fleuve Niger au Sud.

#### 5.4.2.2. L'observatoire de Baoulé

Il fait partie de la Réserve de la Biosphère (Man & Biosphere) de l'UNESCO depuis 1982 et couvre une superficie de 2 500 000 ha dont 533 ha de réserve intégrale. Il est le seul parc national de conservation de la faune au Mali. La Réserve est constituée d'une multitude de mares et de réseaux de cours d'eau qui constitue une Boucle dans le bassin du fleuve Sénégal au Mali.

Sur le plan bioclimatique, l'observatoire est localisé entre le bioclimat soudanien Sud, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1100 mm et 750 mm et le bioclimat soudanien Nord qui se caractérise par une pluviométrie moyenne annuelle allant de 750 mm à 550 mm. La température moyenne est de 27,9°C.

Quatre types de sols ont été identifiés : les dunes aplanies, les plaines limoneuses, les terrains cuirassés, les terrains rocheux.

Les principales formations végétales sont : les forêts claires, les savanes arborées et arbustives, les galeries forestières et les prairies hygrophiles. On trouve également les savanes, les parcs et les jachères, caractéristiques des milieux artificialisés.

#### 5.4.2.3. L'observatoire de Sikasso

Elle a de grandes potentialités agro-sylvo-pastorales. L'observatoire couvre deux étages bioclimatiques : le soudanien Sud et le soudano guinéen Nord. De ce fait, il constitue la zone la plus arrosée du Mali et de tous les observatoires OSS avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie entre 1000 et 1500 mm.

Dans la région de Sikasso, 7 groupes de sols ont été identifiés :

- les sols limoneux fins,
- les sols limono-sableux,
- les sols sur cuirasses latéritiques,
- les sols hydromorphes faiblement inondés ou non inondés,
- les sols des terrains inondés,
- les sols des terrains rocheux,
- les terrains spéciaux.

Toutes les formations savaniques se retrouvent dans cet observatoire : les forêts claires, les savanes arborées et arbustives, les galeries forestières et les prairies hygrophiles, les savanes parcs et les jachères.

#### 5.4.2.4. L'observatoire du Delta central du Niger

Il se situe dans la zone inondée de la région de Mopti, lui conférant le statut de zone humide. L'observatoire dispose de 2 sites d'observation, localisés dans les cercles de Téninkou et de Youwarou et est sujet à deux types de bioclimat : le sahélien Sud, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 550 et 350 mm et le soudanien Nord, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 750 et 550 mm.

L'observatoire du Delta Central du Niger couvre 2 zones agro-écologiques du Delta Central du Niger :

- la zone du Delta Vif, cuvette lacustre, est située dans l'étage bioclimatique soudanien Nord. Les sols inondés occupent 74% de la zone ;
- la zone lacustre est située en zone sahélienne-Sud. Elle comporte beaucoup de lacs (ce qui lui a valu son nom) et de mares temporaires. Les sols sont sableux dunaires et les terres humides présentent de bonnes ressources fourragères.

On retrouve dans l'observatoire, les formations hygrophiles des zones inondées, les formations steppiques, les savanes arbustives ou arborées et les zones de cultures ou savanes parcs. Le potentiel fourrager est élevé.

Les populations locales vivent des ressources du delta: agriculture, élevage, pêche, cueillette, navigation et tourisme culturel.

### 5.4.3. Réseau d'observations météorologiques au Mali

#### 5.4.3.1. Situation actuelle

L'Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), créée par l'Ordonnance N°2012/004/P-RM du 24 février 2012 a pour mission l'observation et l'étude du temps, du climat et des constituants atmosphériques de l'environnement en vue d'assurer la sécurité des personnes et des biens et de contribuer au développement économique et social du Mali par la fourniture d'informations et de services appropriés à tous les usagers.

Elle participe à l'élaboration de la politique nationale en matière de météorologie et en assure la mise en œuvre et le suivi.

A cet effet, MALI-METEO a bénéficié des réseaux d'observations existants (carte 1) de l'ex Direction nationale de la météorologie qui est composé actuellement de :

- 73 stations d'observations météorologiques (dont 19 stations synoptiques) ;
- 54 stations agro-climatologiques;
- 214 postes pluviométriques opérationnels;
- 4 radars météorologiques (celui de Gao a été détruit lors des événements au nord) ;
- Par ailleurs MALI-METEO dispose de deux avions King Air B 200 pour les opérations de pluies provoquées et de deux (02) stations de réception d'imageries satellitaires.

Au regard de l'immensité du pays, la couverture du territoire en réseau d'observations météorologiques reste très faible et les besoins d'assistance météorologiques des usagers très croissants. Par ailleurs, des stations météorologiques de plusieurs localités du Nord du pays et dans le Delta Central du Niger ont été détruites lors de la crise que le pays a connue et une partie importante des équipements est vétuste, datant souvent de 1895 (voir figure 71 : Réseau d'observation de MALI METEO).

Pour la réhabilitation de l'ensemble du réseau d'observations météorologiques, une politique de modernisation du service météorologique a été développée en 2005. Cependant, faute de moyens financiers, seule une dizaine de stations a été rénovée. Les autres difficultés rencontrées sont relatives à l'insuffisance de personnel qualifié en maintenance des équipements météorologiques, en prévision, climatologie et modélisation des effets du changement climatique, et l'insuffisance de la prise de conscience de l'intérêt de l'utilisation des informations météorologiques dans les prises de décisions. Aussi, les outils de transmission, de communication et de dissémination des informations, les moyens de collecte, de traitement des données, et d'archivage adéquat (numérique) des documents climatologiques, sont insuffisants.

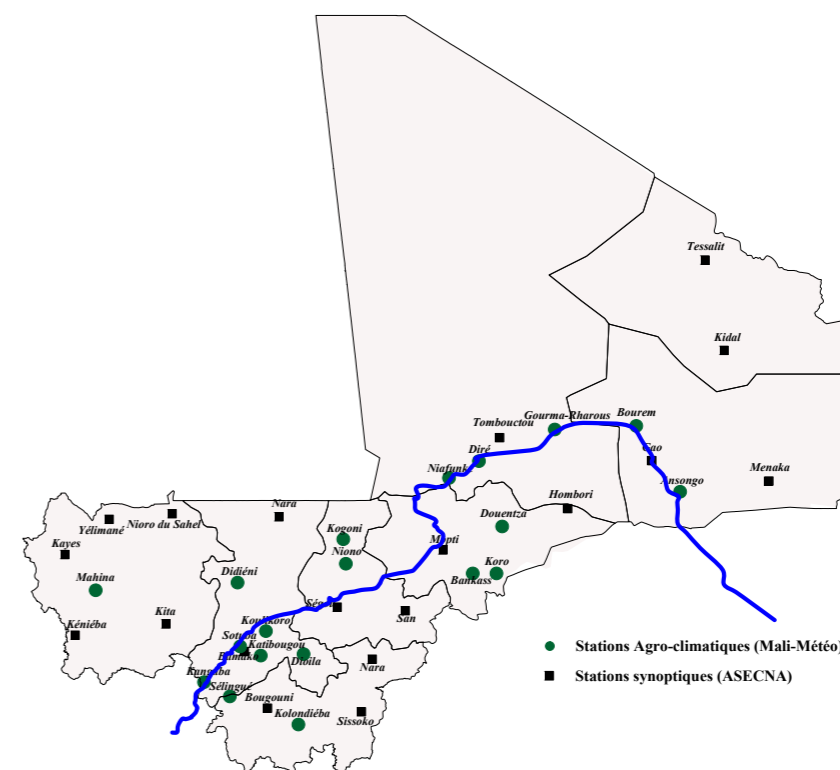


Figure 71 : Réseau d'observation de MALI METEO

Source : AGENCE MALI-METEO

### 5.4.3.2. Densification du réseau météorologique du Mali

Il urge de densifier le réseau météorologique au Mali afin de mieux maîtriser l'évolution du climat. A cet effet la carte n°2 de la figure 72 qui suit est une proposition en vue d'une densification du réseau dans quatre régions répartie comme suit :

**Région de Kayes** : 3 stations (Manantaly, Diamou, Samé)

**Région de Koulikoro** : 5 stations (Fana, Faladjé, Sienkoro, Kabalabougou, Samanko PAR)

**Région de Sikasso** : 5 stations (N'tarla, Farako, Longrola, Madina Diassa, Tiéroula)

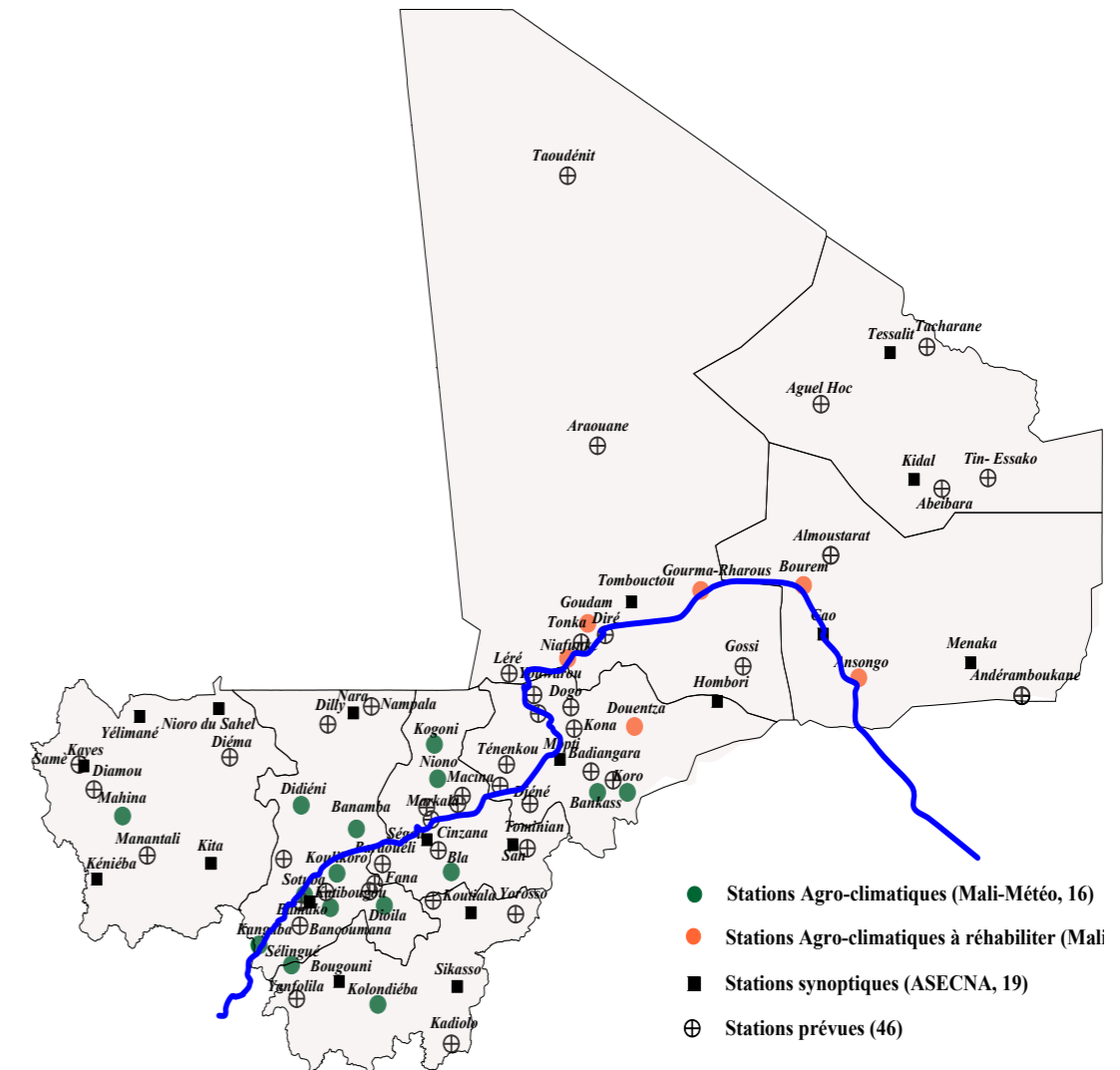
**Région de Ségou** : 5 stations (Markala, Nampala, Dougabougou, Cinzana Kolongotomo)

Le planning d'extension est présenté dans le tableau qui suit.

**Tableau 111 : Planning d'extension du réseau :**

Extension	2017	2018	2019
Markala			
Dougabougou			
Kolongotomo			
Nampala			
Fana			
Cinzana - CAR			
Faladyé			
Sienkoro			
Kabalabougou			
Samanko			
Manantali			
Diamou			
Longrola			
Madina Diassa			
N 'tarla			
Tieroula			
Farako			
Samé			

La carte de densification du réseau météorologique est présentée sur la figure qui suit.



Source : DRPM, AGENCE MALI-METEO, février 2016

**Figure 72 : Proposition pour densification du réseau météorologique**

Les équipements météorologiques sont essentiels pour la mise en œuvre des activités météorologiques opérationnelles. Le bon fonctionnement et la maîtrise de leur exploitation sont très importants pour la qualité des services et renseignements météorologiques à fournir aux nombreux services utilisateurs des données. Au regard de l'état du réseau d'observation de MALI METEO un renforcement est nécessaire afin que cette structure puisse mener à bien la mission qui lui est dévolue.

Ce renforcement doit être axé sur deux aspects qui sont:

- Le renouvellement des équipements en mauvais états et l'acquisition d'équipements inexistant ;
- L'extension du réseau à travers l'acquisition et l'installation de stations automatiques supplémentaires ;
- La reconstitution des archives au niveau des stations et la mise à leur disposition d'équipement leur permettant une meilleure conservation.

La fiabilité des données issues de ce réseau renforcé est strictement liée au savoir-faire des utilisateurs d'instruments au regard des innovations technologiques récentes par les fabricants d'équipements météorologiques d'où la nécessité de renforcer la formation du personnel exploitant.

L'élargissement des applications de la météorologie au service du bien-être de l'homme nécessite la précision des données, la fréquence rapprochée des observations et une plus grande densité du réseau. Ce renforcement du réseau permettra à MALI METEO de mieux cerner l'évolution du changement climatique et d'améliorer ses capacités de prestations.

## 5.5. Recherche scientifique

Les travaux de recherche dans le domaine du changement climatique, aussi bien pour le volet atténuation que celui de la vulnérabilité & adaptation, sont menés par certains établissements publics sous tutelle de différents départements ministériels et par les universités et les écoles d'ingénieurs.

La recherche scientifique dans le domaine de la climatologie s'effectue essentiellement à l'Agence Mali-Météo, à l'École Nationale d'Ingénieurs Abderhamane Baba TOURE qui forme également des ingénieurs en génie Industriel, Génie Civil, Géologie, Topographie et Energétique, et dans quelques départements de géographie et de Facultés de sciences et Techniques.

La recherche dans le domaine de l'eau se fait essentiellement dans des écoles d'ingénieurs (principalement à l'École Nationale d'Ingénieurs ABT, à la Direction Nationale de l'Hydraulique et dans certains départements de géographie).

La recherche dans le domaine de l'agronomie se fait essentiellement à l'Institut d'Economie Rural, à l'Institut Polytechnique Rural de Katibougou.

La recherche forestière est essentiellement conduite à la Station de recherche du Département chargé des Eaux et Forêts, à l'Institut Polytechnique Rural de Katibougou, à l'Institut d'Economie Rurale, mais aussi dans quelques Facultés des sciences.

Les thèmes de recherche dans le domaine de l'eau concernent généralement les prévisions hydrométéorologiques, l'impact du changement climatique sur les ressources en eau, la recharge artificielle des nappes, la collecte des eaux pluviales, la stabilité des barrages, la caractérisation de la vulnérabilité à la pollution des ressources en eau, la protection des ressources en eau et des captages d'eau potable contre la pollution, etc.

La recherche dans le domaine des énergies renouvelables et d'efficacité énergétique s'effectue essentiellement à l'École Nationale d'Ingénieurs-ABT et autres établissements universitaires aussi bien du secteur public que privé, mais également au sein de l'AER-Mali (Agence des Energies Renouvelables du Mali) et de l'ANADEB (Agence Nationale des Biocarburant).

## 5.6. Éducation, formation, information et sensibilisation du public

A l'instar de nombreux pays à travers le monde, le Mali souffre de graves problèmes environnementaux qui sont le fait des activités anthropiques. La concentration de plus de 70% de la population en milieu rural et qui tire l'essentiel de leurs moyens de subsistance des ressources naturelles contribuant à leur surexploitation se combinent à des problèmes de gouvernance environnementale. L'insuffisance ou l'absence d'information, le manque de communication, de coordination et de concertation entre la multitude d'acteurs impliqués dans la gestion de l'environnement sont autant de facteurs qui empêchent l'émergence de solutions appropriées. Pourtant, la gestion durable de l'environnement est un enjeu vital pour le Mali. Son espace forestier est capital pour le développement du milieu rural, qui concentre plus de 70% de la population. De même qu'il ne peut y avoir de développement humain durable sans préservation de l'environnement, il ne peut y avoir de préservation de l'environnement sans Stratégie Nationale d'éducation et de sensibilisation à l'environnement.

En ratifiant les trois conventions de Rio sur la diversité biologique, le changement climatique et la lutte contre la désertification, puis la plupart des accords multilatéraux qui ont suivi, le Mali s'est engagé dans la voie du développement durable. Il a réaffirmé sa détermination en 2002 à l'occasion du Sommet mondial de Johannesburg, soulignant à cette occasion l'importance de l'éducation et de la sensibilisation à l'environnement. Or, l'analyse des programmes nationaux et des stratégies sectorielles en matière d'environnement montre que l'Éducation et la Sensibilisation à la protection de l'Environnement (l'ESE) sont toujours présentes mais insuffisamment valorisées.

Dans le domaine de l'implication de la société civile, plusieurs dizaines d'associations notamment des ONG aussi bien nationales qu'internationales œuvrent dans le domaine transversal de la sensibilisation & éducation et amélioration de la participation aux processus nationaux et internationaux en relation avec le CC, ou encore dans domaines plus spécifiques tels que les ressources en eau, les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique, etc.

## 5.7. Intégration des changements climatiques et du genre dans les politiques, stratégies et plans de développement

### 5.7.1. Contexte

Au Mali, l'environnement et les ressources naturelles ont connu une croissante dégradation en relation avec l'augmentation de la population (3,6% par an), conjuguée à la persistance de conditions climatiques défavorables et à des systèmes d'exploitation extensifs et inadaptés. Les ressources naturelles restent le moyen de subsistance de 70% des populations les plus vulnérables. Cependant leurs apports ainsi que leurs bénéfices économiques ne sont pas bien pris en compte dans la formulation et la mise en œuvre des politiques de développement. L'analyse économique réalisée par l'IPE-Mali en 2009 avait révélé que les coûts des inefficiences et les dommages à l'environnement équivalent à 21, 3% du PIB. Aussi, l'accroissement des investissements pour la gestion durable de l'environnement est très rentable puisque le retour sur investissement calculé pour cinq (05) composantes de l'environnement (eau, air, sols & forêts, énergie & matières et déchets) double le capital.

Ces résultats traduisent la nécessité de prendre en compte la dimension environnementale (notamment les changements climatiques qui impactent tous les secteurs de cette dimension) lors de l'élaboration des politiques et stratégies de lutte contre la pauvreté en raison des liens dynamiques qui existent entre la pauvreté et l'environnement.

La prise en compte des changements climatiques et du genre dans les processus de planification, de budgétisation et de suivi-évaluation des politiques de développement et de lutte contre la pauvreté aux niveaux national, sectoriel et local nécessite :

- La production et le renforcement des connaissances sur les liens pauvreté, environnement, changements climatiques et genre. Les impacts de leur intégration adéquate dans les processus décisionnels (composante clé dans la lutte contre la pauvreté) ;
- La disponibilité de données sur la contribution de l'environnement et des ressources naturelles à l'atteinte des objectifs de développement socioéconomique ;
- Le renforcement des capacités et/ou de l'expertise pour l'intégration des liens pauvreté –environnement (p-e), changements climatiques (CC) et genre dans les processus de planification et de budgétisation pour le développement ;
- L'appui à la mise en place des mécanismes d'intégration des liens p-e, CC et genre dans les processus décisionnels ;
- La production d'outils d'intégration des liens p-e, CC et genre dans la planification, la budgétisation, la mise en œuvre, le suivi et l'évaluation des politiques publiques aux niveaux national, sectoriel et local.

### 5.7.2. Au niveau Stratégique

#### 5.7.2.1. La prise en compte des changements climatiques et du genre dans les politiques stratégies et plans nationaux

Le Cadre pour la Relance Economique et de Développement Durable du Mali (CREDD 2016- 2018) a pris le relais du Cadre Stratégique pour la Croissance et la Réduction de la Pauvreté (2012- 2017). En tant que cadre unique de référence qui intègre l'ensemble des orientations stratégiques du Mali, le CREDD est la référence pour la conception, la mise en œuvre et le suivi des politiques et stratégies de développement socio-économique national, sectoriel et local.

L'élaboration du CREDD répond à un besoin de coordination et de mise en cohérence d'une multitude de documents de référence<sup>3</sup> qui ont prévalu aux lendemains de la crise politico-institutionnelle et sécuritaire au Mali et la signature de l'Accord pour la Paix. A cet effet, il a réalisé les articulations nécessaires pour prendre en compte les priorités de développement nationales et se projeter sur les nouvelles orientations régionales et internationales, notamment les Objectifs de Développement Durable (ODD).

Le projet Initiative Pauvreté-Environnement du Mali (IPE/Mali) financé par le PNUD et le PNUE a contribué à l'élaboration du CREDD pour accompagner le Gouvernement à renforcer l'intégration effective des questions transversales telles que l'environnement, les changements climatiques et le genre dans les politiques, plans et programmes dans tous les secteurs, en vue de contribuer à la lutte contre la pauvreté et de renforcer les efforts nationaux pour l'atteinte des objectifs de développement durable.

En effet, l'un des résultats majeurs de l'IPE-Mali est sa contribution dans le verdissement du Cadre Stratégique pour la Croissance et de Réduction de la Pauvreté (CSCR 2012- 2017) suite aux recommandations de la revue de la première génération du document stratégique de lutte contre la pauvreté (CSR 2007-2011). Ainsi, le Mali avait pris l'option de « verdir » l'ensemble des axes stratégiques du CSCR en 2010. Ce verdissement a été capitalisé dans le CREDD au regard de son objectif qui est de « **promouvoir un développement inclusif et durable en faveur de la réduction de la pauvreté et des inégalités dans un Mali uni et apaisé, en se fondant sur les potentialités et les capacités de résilience en vue d'atteindre les Objectifs de Développement Durable (ODD) à l'horizon 2030.**

**Le verdissement du CREDD est aussi pris en compte à travers son domaine prioritaire 5 qui concerne la Protection de l'Environnement et son Objectif Spécifique 12 qui vise à promouvoir une économie verte à travers une gestion durable des ressources naturelles et une lutte efficace contre le réchauffement climatique.**

Toutefois, il faut souligner que le rapportage de la « dimension environnementale et changements climatiques » et de sa contribution à l'atteinte des objectifs de lutte contre la pauvreté n'a pas été systématique du fait du manque d'indicateurs combinés pauvreté-environnement-changements climatiques suffisants et de l'imprécision de l'organisation institutionnelle devant procéder à l'évaluation du verdissement.

Les questions de P-E-CC sont fortement intégrées dans le CREDD qui considère l'environnement, les changements climatiques, l'emploi des jeunes et le genre comme des thématiques transversales, en plus de considérer l'adaptation au changement climatique comme une priorité nationale. Cette préoccupation stratégique doit se traduire aussi bien dans le plan d'actions que le cadre de suivi-évaluation du CREDD.

La mise en œuvre du CREDD doit renforcer la prise en compte des liens p-e, du changement climatique et du genre dans les politiques et plans de développement nationaux. A cet effet, il est nécessaire de faire un suivi régulier et rigoureux des indicateurs combinés pauvreté-environnement, des changements climatiques et genre du cadre de mesure des performances. Cela est d'autant plus important que l'IPE-Mali a commandité une étude sur la révision des indicateurs environnementaux au Mali dont les résultats seront capitalisés dans le cadre de son appui au CREDD.

Cet appui sera aussi une occasion pour renforcer la mise en œuvre des ODD dans la mesure où le document du CREDD annonce que l'opérationnalisation sera une opportunité pour mettre en place un cadre « harmonisé de mise en œuvre et de suivi-évaluation des ODD et de l'Agenda 2063 pour le Mali ».

Au plan stratégique national, il faut également rappeler la Loi d'Orientation Agricole (L.O.A.) qui prend en compte l'aspect changement climatique à travers entre autre de la création d'un Fonds National pour les risques climatiques.

De manière spécifique, en vue de prendre en compte les changements climatiques dans les politiques sectorielles, le Mali a élaboré une Politique Nationale sur les Changements Climatiques assortie d'une Stratégie Nationale et d'un Plan d'Action. Ces différents outils sont déclinés au niveau des différents secteurs de développement.

De même, une politique Nationale Genre a été élaborée en vue de prendre en compte l'égalité du Genre dans les politiques de développement.

La mise en œuvre de ces différentes politiques stratégies et plans nécessite des ressources financières parrainées sur la base d'allocations budgétaires adéquates.

#### **5.7.2.2. Accroissement des allocations budgétaires en faveur de la durabilité environnementale pro-pauvre au niveau national**

Le développement des instruments économiques pour améliorer la prise en compte de la durabilité environnementale en soutien à la lutte contre la pauvreté est une priorité nationale qui motive l'idée de la création d'un Fonds national pour la Protection de l'Environnement. Suite à un accompagnement du projet IPE/Mali entre autre pour l'élaboration des Cadres de Dépenses à Moyen Terme (CDMT) du Secteur Eau, Environnement, Urbanisme et Domaine de l'Etat (SEEUDE) en 2015, 2016 et pour 2017, les sous-secteurs sus-indiqués ont pu améliorer leurs capacités techniques et méthodologiques, ce qui a favorisé une augmentation des prévisions des allocations budgétaires de façon tangible. On note sur la période 2016-2018, une augmentation des prévisions budgétaires avec des taux d'accroissement suivants :

- 10,00% entre 2016 et 2017 pour le sous-secteur de l'environnement ;
- 22,06% entre 2016 et 2017 et 16,90% pour le sous-secteur des Domaines de l'Etat ;

- 5,91% entre 2016 et 2017 pour le sous-secteur « Urbanisme et Habitat ».

Pour renforcer cet acquis et l'élargir dans les secteurs et à différents niveaux des processus budgétaires, il convient de renforcer cette approche qui permettra de mieux influencer les cadres d'investissement en faveur de la durabilité environnementale pro-pauvre.

#### **5.7.3. Au plan sectoriel**

En vue de prendre en compte la dimension des Changements climatiques, la relecture de certaines politiques sectorielles est envisagée. Aussi, des stratégies sectorielles assorties de plans d'actions prenant en compte la dimension des changements climatiques ont été élaborées. Parmi celles-ci, on peut noter :

Le PANA (Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques), le Cadre d'Investissement pour la gestion Durable des Terres et des Eaux, Les récents Plans d'Action Nationaux (PAN) en cours d'élaboration etc.

#### **5.7.4. Au plan local**

##### **5.7.4.1. Contexte**

Au niveau local, les collectivités territoriales sont les lieux d'opérationnalisation des politiques de développement. Elles constituent le maillon le plus proche des populations et disposent à ce titre de compétences accrues en matière de développement socio-économique. Pour leur permettre de jouer pleinement leurs rôles de gestion des affaires locales, les collectivités décentralisées doivent disposer de compétences et de ressources leur permettant de prendre en charge toutes les questions transversales depuis la conception de leur plan de développement jusqu'au suivi-évaluation de leurs interventions. Aux termes du CREDD, il est important de « simplifier et de mettre en cohérence les instruments de planification des différents niveaux territoriaux ».

Plusieurs initiatives sont en cours en vue d'appuyer les collectivités territoriales à intégrer les questions environnementales et particulièrement les changements climatiques dans leurs outils de planification notamment à travers leur prise en compte dans les PDSEC. Les changements climatiques font partie des contraintes les plus visibles dans les communes les plus vulnérables du Mali. C'est la raison pour laquelle ils doivent être adéquatement pris en compte dans les politiques de développement local. L'accompagnement des communautés dans le cadre du renforcement de leurs capacités permet de contribuer à la résilience des populations grâce à une meilleure connaissance du phénomène des changements climatiques et une maîtrise des approches et outils d'intégration dans leur planification, leur budgétisation et autres processus décisionnels.

Aussi, au niveau local, beaucoup de projets d'adaptation aux changements climatiques sont en train d'être mis en œuvre dans tous les secteurs de développement en vue de renforcer la résilience des populations mais surtout de leur apprendre à adopter de manière durable les bonnes pratiques d'adaptation apprises à travers les projets une fois ceux-ci arrivés à terme. Ces projets sont généralement financés à travers les guichets de la Conventions Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques comme le FEM, le Fonds d'Adaptation, le Fonds des Pays les Moins Avancés à travers les ressources de la Coopération bilatérale et multilatérale et les ressources de l'Etat. A ces guichets, il faut ajouter le récent Fonds vert Climat de la CCNUCC et le Fonds Climat /Mali qui est une initiative novatrice nationale dont l'objectif final est un mécanisme national Pérain de financement des activités de lutte contre les impacts négatifs des changements climatiques et de préservation de la péjoration du climat.

##### **5.7.4.2. Exemple d'intégration des changements climatiques dans la planification communale (dans les PDESC)**

###### **Contexte**

Le changement climatique (CC) est une réalité et il impacte déjà négativement sur les réalisations des pays en voie de développement comme le Mali. Actuellement, beaucoup de réflexions et d'efforts sont menés aux niveaux national et international pour la prise en compte des changements climatiques dans les projets/programmes de développement. Ces efforts ne concernent pas à présent le niveau local.

Cependant, c'est au niveau communal que les effets néfastes des changements climatiques se font plus sentir. Or les acteurs à ce niveau ne sont ni sensibilisés, ni informés, ni outillés (outils de planification) pour la prise en compte de ces CC dans la planification de leur développement. Une grande partie des activités de développement au niveau local sont influencées par les CC. La prise en compte de ce défi environnemental dans la planification communale permettrait à ces communautés de s'adapter aux impacts négatifs de ce fléau et de se développer d'une manière durable.

C'est dans cette logique que le Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (MEA) et la Coopération Allemande ont initié un projet pilote d'intégration des mesures d'adaptation aux CC dans la planification communale.

Ce projet a été conduit par le Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (MEA) à travers le Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions Environnementales (STP/CIGQE) et la Coopération Allemande à travers le Programme d'Appui aux Collectivités Territoriales (PACT), le Projet d'Appui à la Politique Environnementale (PAPE) et le Projet de Convention sur la Lutte Contre la Désertification (SV-CCD)/GTZ-Bonn.

L'objectif du projet est d'appuyer les Collectivités Territoriales dans l'identification, la planification et dans la mise en œuvre des mesures d'adaptation aux changements climatiques.

### **Intégration des CC dans les projets/programmes et dans les PDSEC au niveau communal avec l'outil Climate Proofing**

Il est établi que les changements climatiques ont un impact sur le développement. De ce fait, les changements climatiques attendus devraient être pris en compte dans la planification de développement.

Pour la concrétisation de cette volonté politique, un outil permettant d'intégrer les changements climatiques dans toutes les politiques sectorielles et dans le processus de planification du développement est requis. L'outil Climate Proofing (CP), développé par la GIZ, est un outil qui permet d'intégrer les risques dus aux changements climatiques dans les projets et programmes de développement.

Cet outil de planification qui permet de mieux structurer la prise en compte des risques liés aux CC dans les projets/programmes a été adopté par le MEA dans le cadre de l'élaboration du CSI (Cadre Stratégique d'Investissement) de la Gestion Durable des Terres (GDT) des terres au Mali.

### **Utilisation du CP dans le contexte malien**

L'outil Climate Proofing peut être utilisé pour la prise en compte des changements climatiques dans des politiques sectorielles et dans le processus de planification du développement à toutes les échelles territoriales (nationale, régionale et locale).

Cette utilisation peut se faire dans plusieurs cas de figures. Parmi les actions initiées au Mali avec pour objectif d'anticiper au niveau Projets/Programmes et politiques la prise en compte des CC et leurs effets, on notera au moins trois qui semblent importants et stratégiques : **niveau projet** (STP/CIGQE, 2009), **niveau stratégique (EES du PNIP)** et **niveau communal** (Planification communale).

Un projet pilote a permis d'utiliser l'outil climate proofing pour la prise en compte des CC dans l'élaboration des PDSEC de 6 communes pilotes : **Koussané, N'Gassola, Macina, Sanankoro-Djitoumou, Banamba, Dandoli**,

Au terme de ces expériences, il est apparu que Climate Proofing est adapté pour l'intégration des CC dans les projets/programmes, au niveau stratégique et dans la planification communale (par exemple élaboration des PDESC).

Depuis la révision de plusieurs PDESC a été faite en utilisant l'outil Climate Proofing pour l'intégration des CC dans la planification communale.

### **Conclusion :**

L'élaboration de cette troisième communication nationale du Mali qui intervient après celle des première et deuxième et de la contribution nationale déterminée a permis au Mali d'actualiser ses inventaires de gaz à effet de serre. L'année 2010 a été choisie comme année de base, l'analyse des inventaires de gaz à effet de serre en cette année de base montre que le Mali demeure toujours un puits d'absorption de gaz à effet de serre. L'élaboration de cette troisième communication nationale a aussi permis de faire le point sur la vulnérabilité du pays face aux changements climatiques et de proposer des actions d'adaptation appropriées pour que les populations puissent s'adapter à ses impacts négatifs. Des propositions d'action d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre ont été proposées pour les secteurs les plus émetteurs.

En outre les efforts fournis par le pays dans d'autres domaines comme la situation nationale, le renforcement de capacité, la sensibilisation – formation, le transfert de technologie, la recherche scientifique, l'observation systématique du climat, l'intégration des changements climatiques dans les politiques de développement ont été passés en revue.

L'élaboration de cette communication nationale va permettre au Mali d'informer la communauté internationale sur les efforts fournis par notre pays en matière de lutte contre les changements climatiques et de contribuer ainsi à l'effort mondial de recherche de solutions durables à ce défi climatique.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

### CONTEXTE NATIONAL

GOUVERNEMENT DU MALI : Cadre Stratégique pour la Relance Economique et le Développement Durable du Mali (CRED 2016-2018), avril 2016 :

DELEGATION DE L'UNION EUROPEENNE AU MALI : Révision du profil environnemental du Mali, octobre 2014, Consortium AGRECO ;

AEDD – MEA : Audit Climat Mali, EcoSecurities, juin 2011.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU SECTEUR DE L'ENERGIE

DNE, Système d'Information énergétique du Mali (SIE-MALI), Rapports de 2010, 2011 et 2012.

EDM SA, rapports annuels d'activités de 2007,2008, 2009, 2010, 2011, 2012.

DNTTMV, Annulaires statistiques de 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012.

DNGM, programme de consommation des produits pétroliers pour les années 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012.

ONAP, Statistiques d'importation par axe (2001-2010).

ONAP, statistique d'importation du gaz butane 2012.

Jean-Claude GUIBET, Les carburants et la combustion, Doc. BM 2 520.

### SECTEUR DE L'AGRICULTURE

DTU Résidus agricoles pour la production d'énergie au Mali. Décembre 2012

Rapports PSS N°18, Utilisation des résidus de récolte et du fumier dans le Cercle de Koutiala : Bilan des éléments nutritifs et analyse économique - Wageningen, 1995

M. Savadogo et al, Contribution of crop residues to ruminant feeding in different agroecological zones of Burkina Faso - Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 52 : 255-262.

CPS Agriculture, Recueil des statistiques du secteur du développement rural. Décembre 2012

CPS/SDR , Bilan de la campagne agropastorale et halieutique 2012 – 2013. Résultats provisoires de la campagne 2013 – 2014. Mars 2014

PRONISAM(USAID), Plan de sécurité alimentaire dans la commune urbaine de Mopti 2007 – 2011. Février 2007

SCN , Seconde communication Nationale du Mali. Décembre 2011

DNCN,Rapport annuel 2009 de la Diversité Biologique du Mali.

CNRST, Résultats des travaux du CNRST 1997.

Ministère de l'Agriculture, Bilan de l'initiative riz de la campagne agricole 2008 – 2009. Juin 2009

ENI – ABT, Utilisation de la Géomantique pour le développement d'une méthodologie de surveillance et de cartographie des feux de brousse dans les savanes Ouest Africaines. (M. Fred et A. ATOKE). Juillet 2014

CORAF, Etude régionale de la chaine de valeur du riz en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire, Libéria, Mali, République de Guinée et Serra Léone). Cas du Mali – Mars 2014

DNPIA , Rapports annuels de la DNPIA sur l'effectif de l'élevage au Mali (2007 – 2014).

DNA ,Aménagement des exploitations agricoles et utilisation des fumures organiques. 2008

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DU SECTEUR DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE

Didier B., 1997. La filière bois énergie au Mali. Analyse bibliographique critique. Dans le programme « Amélioration et Gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest ». Projet 7 ACP RPR 269. Publié par le CORAF et l'Union Européenne avec le concours de la Mission française de Coopération et d'Action Culturelle, ORSTOM, 73 p.

DNEF, 2014. Direction Nationale des Eaux et Forêt : Rapport annuelle d'activités, 68 p.

DNEF, 2013. Direction Nationale des Eaux et Forêt : Rapport annuelle d'activités, 79 p.

DNEF, 2006. Manuel d'Inventaire Forestier. Réalisé par le Système d'Information Forestier (SIFOR), 40 p.

DNSI, 1998. Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique du Mali. Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

DNSI, 1987. Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique du Mali. Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

DNSI, 1976. Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique du Mali. Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

GIEC, 1996. Changement d'affectation des terres et foresterie. Ligne directrice pour les inventaires nationaux des gaz à effet de serre. Version révisée 1996 : Manuel simplifié, 58 p.

ILWAC, 2013. Gestion intégrée de la terre de l'eau pour l'adaptation à la variabilité et aux changements climatiques au Mali. Guide méthodologique pour l'estimation du potentiel de séquestration du Carbone au Mali.

INSAT, 2015. Concertation régionale sur la situation alimentaire et nutritionnelle au Sahel et en Afrique de l'Ouest. Celle de Planification et de Statistique du secteur du développement rural (CPS) : Rapport Bilan campagne agricole, 48p.

INSAT, 2013. Annuaire statistique 2013 du secteur du Développement rural. Celle de Planification et de Statistique du secteur du développement rural (CPS), 80 p.

INSAT, 2012. Annuaire statistique 2012 du secteur du Développement rural. Celle de Planification et de Statistique du secteur du développement rural (CPS), 126 p.

INSAT, 2012. Recueil des statistiques du secteur du Développement rural. Celle de Planification et de Statistique du secteur du développement rural (CPS), 111 p.

INSAT, 2009. Institut Nationale de la Statistique et de l'Informatique du Mali. Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

PIRT, 1986. Zonage agro-écologique du Mali- Tome I, Institut National de Recherche Zootechnique, Forestière et Hydro biologique, Sotuba-Mali, 190 p.

PIRT, 1983. Projet Inventaire des Ressources Terrestres au Mali. Tomes I, II et III, TAMS, New York.

Sow H., 1990. Le bois énergie au Sahel. Environnement et Développement. ACCT-CTA\_ KARTHALA, 172 p.

WB, OSS, AEDD et DGPC, 2014. Mali: Atlas des cartes d'occupation du sol, 221 p.

# ANNEXES

## ANNEXE I A

### RESULTATS DES INVENTAIRES POUR L'ANNEE DE BASE 2010 DANS LE SECTEUR DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE (CATF)

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY						
SUBMODULE		FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS						
WORKSHEET		5-2						
SHEET		3 OF 5 CARBON RELEASED BY OFF-SITE BURNING						
COUNTRY		Mali						
YEAR		2010						
		STEP 3				STEP 4		
Vegetation types		L	M	N	O	P	Q	R
		Fraction of Biomass Burned off Site	Quantity of Biomass Burned off Site (kt dm)	Fraction of Biomass Oxidised off Site	Quantity of Biomass Oxidised off Site (kt dm)	Carbon Fraction of Above-ground Biomass (burned off site)	Quantity of Carbon Released (from biomass burned off site) (kt C)	Total Carbon Released (from on and off site burning) (kt C)
			M = (E x L)		O = (M x N)		Q = (O x P)	R = (K + Q)
Tropical	Wet/Very Moist		0,00		0,00		0,00	0,00
	Moist, short dry season		0,00		0,00		0,00	0,00
	Moist, long dry season		0,00		0,00		0,00	0,00
	Dry	0,5	18,75	0,9	16,88	0,5	8,44	16,88
	Montane Moist		0,00		0,00		0,00	0,00
	Montane Dry		0,00		0,00		0,00	0,00
	Tropical Savanna/Grasslands		0,5	2 509,31	0,9	2 258,38	0,5	1 129,19
Temperate	Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Broadleaf		0,00		0,00		0,00	0,00
Grasslands			0,00		0,00		0,00	0,00
Boreal	Mixed Broadleaf/Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Forest-tundra		0,00		0,00		0,00	0,00
Grasslands/Tundra			0,00		0,00		0,00	0,00
Other			0,00		0,00		0,00	0,00
Subtotals			2 528,06				1 137,63	1 773,39

MODULE			LAND USE CHANGE AND FORESTRY						
SUBMODULE			CHANGES IN FOREST AND OTHER WOODY BIOMASS STOCKS						
WORKSHEET			5-1						
SHEET			1 OF 3						
COUNTRY			Mali						
YEAR			2010						
STEP 1									
			A	B	C	D	E		
			Area of Forest/Biomass Stocks (kha)	Annual Growth Rate (t dm/ha)	Annual Biomass Increment (kt dm)	Carbon Fraction of Dry Matter	Total Carbon Uptake Increment (kt C)		
					C=(A x B)		E=(C x D)		
Tropical	Plantations	<i>Acacia spp.</i>	59,58	6,8	405,14	0,5	202,57		
		<i>Eucalyptus spp.</i>			0,00		0,00		
		<i>Tectona grandis</i>			0,00		0,00		
		<i>Pinus spp</i>			0,00		0,00		
		<i>Pinus carib-aea</i>			0,00		0,00		
		Mixed Hardwoods	63606,93	6,8	432 527,12	0,5	216 263,56		
		Mixed Fast-Growing Hardwoods			0,00		0,00		
		Mixed Softwoods			0,00		0,00		
		Other Forests	Moist			0,00		0,00	
			Seasonal			0,00		0,00	
			Dry			0,00		0,00	
		Other (specify)				0,00		0,00	
		Temperate	Plantations	Douglas fir			0,00		0,00
				Loblolly pine			0,00		0,00
Commercial	Evergreen				0,00		0,00		
	Deciduous				0,00		0,00		
Other				0,00		0,00			
Boreal					0,00		0,00		
			A	B					
Non-Forest Trees (specify type)			Number of Trees (1000s of trees)	Annual Growth Rate (kt dm/1000 trees)					
					0,00		0,00		
					0,00		0,00		
<b>Total</b>							216 466,13		



MODULE	LAND USE CHANGE AND FORESTRY							
SUBMODULE	CHANGES IN FOREST AND OTHER WOODY BIOMASS STOCKS							
WORKSHEET	5-1							
SHEET	2 OF 3							
COUNTRY	Mali							
YEAR	2010							
STEP 2								
Harvest Categories (specify)	F	G	H	I	J	K	L	M
	Commercial Harvest (if applicable)	Biomass Conversion/ Expansion Ratio	Total Biomass Removed in Commercial Harvest	Total Traditional Fuelwood Consumed	Total Other Wood Use	Total Biomass Consumption	Wood Removed From Forest Clearing	Total Biomass Consumption From Stocks
	(1000 m <sup>3</sup> round-wood)	(if applicable) (t dm/m <sup>3</sup> )	(kt dm)	(kt dm)	(kt dm)	(kt dm)	(kt dm)	(kt dm)
			H = (F x G)	FAO data		K = (H + I + J)	(From column M, Worksheet 5-2, sheet 3)	M = K - L
Bois d'œuvre	1,1	0,95	1,05			1,05		
Bois de service	16,29	0,95	15,48			15,48		
Consomation traditionnelle			0,00	5799		5 799,00		
Bois énergie			0,00	1750,74		1 750,74		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
			0,00			0,00		
<b>Totals</b>	17,39		16,52	7 549,74	0,00	7 566,26	37,50	7 528,76

MODULE	LAND USE AND FORESTRY			
SUBMODULE	CHANGES IN FOREST AND OTHER WOODY BIOMASS STOCKS			
WORKSHEET	5-1			
SHEET	3 OF 3			
COUNTRY	Mali			
YEAR	2010			
STEP 3		STEP 4		
N	O	P	Q	
Carbon Fraction	Annual Carbon Release	Net Annual Carbon Uptake (+) or Release (-)	Convert to CO <sub>2</sub> Annual Emission (-) or Removal (+)	
	(kt C)	(kt C)	(Gg CO <sub>2</sub> )	
	O = (M x N)	P = (E - O)	Q = (P x [44/12])	
0,5	3 764,38	212 701,75	779 906,43	

MODULE	LAND-USE CHANGE AND FORESTRY							
SUBMODULE	FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS							
WORKSHEET	5-2							
SHEET	1 OF 5 BIOMASS CLEARED							
COUNTRY	Mali							
YEAR	2010							
STEP 1								
Vegetation types	A	B	C	D	E			
	Area Converted Annually (kha)	Biomass Before Conversion (t dm/ha)	Biomass After Conversion (t dm/ha)	Net Change in Biomass Density (t dm/ha) D = (B - C)	Annual Loss of Biomass (kt dm) E = (A x D)			
Tropical	1	37,5	0	37,50	37,50			
						Wet/Very Moist	0,00	0,00
						Moist, short dry season	0,00	0,00
						Moist, long dry season	0,00	0,00
						Dry	0,00	0,00
						Montane Moist	0,00	0,00
Montane Dry	0,00	0,00						
Tropical Savanna/Grasslands	133,83	37,5	0	37,50	5 018,63			
Temperate				0,00	0,00			
						Coniferous	0,00	0,00
Broadleaf				0,00	0,00			
Grasslands				0,00	0,00			
Boreal				0,00	0,00			
						Mixed Broad-leaf/ Coniferous	0,00	0,00
Coniferous				0,00	0,00			
Forest-tundra				0,00	0,00			
Grasslands/Tundra				0,00	0,00			
Other				0,00	0,00			
<b>Subtotals</b>	134,83			75,00	5 056,13			

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY					
SUBMODULE		FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS					
WORKSHEET		5-2					
SHEET		2 OF 5 CARBON RELEASED BY ON-SITE BURNING					
COUNTRY		Mali					
YEAR		2010					
STEP 2							
Vegetation types		F	G	H	I	J	K
		Fraction of Biomass Burned on Site	Quantity of Biomass Burned on Site	Fraction of Biomass Oxidised on Site	Quantity of Biomass Oxidised on Site	Carbon Fraction of Above-ground Biomass (burned on site)	Quantity of Carbon Released (from biomass burned)
			(kt dm)		(kt dm)	site)	(kt C)
			G = (E x F)		I = (G x H)		K = (I x J)
Tropical	Wet/Very Moist		0,00		0,00		0,00
	Moist, short dry season		0,00		0,00		0,00
	Moist, long dry season		0,00		0,00		0,00
	Dry	0,5	18,75	0,9	16,88	0,5	8,44
	Montane Moist		0,00		0,00		0,00
	Montane Dry		0,00		0,00		0,00
Tropical Savanna/Grasslands		0,5	2 509,31	0,5	1 254,66	0,5	627,33
Temperate	Coniferous		0,00		0,00		0,00
	Broadleaf		0,00		0,00		0,00
Grasslands			0,00		0,00		0,00
Boreal	Mixed Broad-leaf/Coniferous		0,00		0,00		0,00
	Coniferous		0,00		0,00		0,00
	Forest-tundra		0,00		0,00		0,00
Grasslands/Tundra			0,00		0,00		0,00
Other			0,00		0,00		0,00
<b>Subtotal</b>							635,77

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY						
SUBMODULE		FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS						
WORKSHEET		5-2						
SHEET		3 OF 5 CARBON RELEASED BY OFF-SITE BURNING						
COUNTRY		Mali						
YEAR		2010						
		STEP 3					STEP 4	
Vegetation types		L	M	N	O	P	Q	R
		Fraction of Biomass Burned off Site	Quantity of Biomass Burned off Site	Fraction of Biomass Oxidised off Site	Quantity of Biomass Oxidised off Site	Carbon Fraction of Above-ground Biomass (burned off site)	Quantity of Carbon Released (from biomass burned off site)	Total Carbon Released (from on and off site burning)
			(kt dm)		(kt dm)		(kt C)	(kt C)
			M = (E x L)		O = (M x N)		Q = (O x P)	R = (K + Q)
Tropical	Wet/Very Moist		0,00		0,00		0,00	0,00
	Moist, short dry season		0,00		0,00		0,00	0,00
	Moist, long dry season		0,00		0,00		0,00	0,00
	Dry	0,5	18,75	0,9	16,88	0,5	8,44	16,88
	Montane Moist		0,00		0,00		0,00	0,00
	Montane Dry		0,00		0,00		0,00	0,00
	Tropical Savanna/Grasslands		0,5	2 509,31	0,9	2 258,38	0,5	1 129,19
Temperate	Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Broadleaf		0,00		0,00		0,00	0,00
Grasslands			0,00		0,00		0,00	0,00
Boreal	Mixed Broadleaf/Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Coniferous		0,00		0,00		0,00	0,00
	Forest-tundra		0,00		0,00		0,00	0,00
Grasslands/Tundra			0,00		0,00		0,00	0,00
Other			0,00		0,00		0,00	0,00
<b>Subtotals</b>			2 528,06				1 137,63	1 773,39

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY								
SUBMODULE		FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS								
WORKSHEET		5-2								
SHEET		4 OF 5 CARBON RELEASED BY DECAY OF BIOMASS								
COUNTRY		Mali								
YEAR		2010								
STEP 5										
Vegetation types		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Average Area Converted (10 Year Average)	Biomass Before Conversion	Biomass After Conversion	Net Change in Biomass Density	Average Annual Loss of Biomass	Fraction Left to Decay	Quantity of Biomass Left to Decay	Carbon Fraction in Above-ground Biomass	Carbon Released from Decay of Above-ground Biomass
		(kha)	(t dm/ha)	(t dm/ha)	(t dm/ha)	(kt dm)		(kt dm)		(kt C)
					D = (B-C)	E = (A x D)		G = (E x F)		I = (G x H)
Tropical	Wet/Very Moist				0,00	0,00		0,00		0,00
	Moist, short dry season				0,00	0,00		0,00		0,00
	Moist, long dry season				0,00	0,00		0,00		0,00
	Dry	0,74	37,5	0	37,50	27,75	1	27,75	0,5	13,88
	Montane Moist				0,00	0,00		0,00		0,00
	Montane Dry				0,00	0,00		0,00		0,00
Tropical Savanna/Grasslands		133,83	37,5	0	37,50	5 018,63	1	5 018,63	0,5	2 509,31
Temperate	Coniferous				0,00	0,00		0,00		0,00
	Broadleaf				0,00	0,00		0,00		0,00
Grasslands					0,00	0,00		0,00		0,00
Boreal	Mixed Broad-leaf/ Coniferous				0,00	0,00		0,00		0,00
	Coniferous				0,00	0,00		0,00		0,00
	Forest-tundra				0,00	0,00		0,00		0,00
Grasslands/Tundra					0,00	0,00		0,00		0,00
Other					0,00	0,00		0,00		0,00
<b>Subtotal</b>										2 523,19

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY			
SUBMODULE		FOREST AND GRASSLAND CONVERSION - CO <sub>2</sub> FROM BIOMASS			
WORKSHEET		5-2			
SHEET		5 OF 5 SUMMARY AND CONVERSION TO CO <sub>2</sub>			
COUNTRY		Mali			
YEAR		2010			
STEP 6					
A	B	C	D		
Immediate Release From Burning (kt C)	Delayed Emissions From Decay (kt C) (10-year average)	Total Annual Carbon Release (kt C)	Total Annual CO <sub>2</sub> Release (Gg CO <sub>2</sub> )		
		C = A + B	D = C x (44/12)		
1 773,39	2 523,19	4 296,58	15 754,13		

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY						
SUBMODULE		ON-SITE BURNING OF FORESTS - NON-CO <sub>2</sub> TRACE GASES FROM BURNING BIOMASS						
WORKSHEET		5-3						
SHEET		1 OF 1 NON-CO <sub>2</sub> GAS EMISSIONS						
COUNTRY		Mali						
YEAR		2010						
STEP 1				STEP 2				
A	B	C		D	E	F	G	
Quantity of Carbon Released (kt C)	Nitrogen-Carbon Ratio	Total Nitrogen Released (kt N)		Trace Gas Emissions Ratios	Trace Gas Emissions (kt C)	Con- version Ratio	Trace Gas Emissions from Burning of Cleared Forests (Gg CH <sub>4</sub> , CO)	
(From column K, sheet 2 of Worksheet 5-2)		C = (A x B)			E = (A x D)		G = (E x F)	
			CH <sub>4</sub>	0,012	7,63	16/12	10,17	
			CO	0,06	38,15	28/12	89,01	
					(kt N)		(Gg N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> )	
635,77	0,01	6,36			E = (C x D)		G = (E x F)	
			N <sub>2</sub> O	0,007	0,04	44/28	0,07	
			NO <sub>x</sub>	0,121	0,77	46/14	2,53	

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY				
SUBMODULE		ABANDONMENT OF MANAGED LANDS				
WORKSHEET		5-4				
SHEET		1 OF 3 CARBON UPTAKE BY ABOVEGROUND REGROWTH - FIRST 20 YEARS				
COUNTRY		Mali				
YEAR		2010				
		STEP 1				
Vegetation types		A	B	C	D	E
		20-Year Total Area Abandoned and Regrowing	Annual Rate of Aboveground Biomass Growth	Annual Aboveground Biomass Growth	Carbon Fraction of Aboveground Biomass	Annual Carbon Uptake in Aboveground Biomass
		(kha)	(t dm/ha)	(kt dm)		(kt C)
				$C = (A \times B)$		$E = (C \times D)$
Tropical	Wet/Very Moist			0,00		0,00
	Moist, short dry season			0,00		0,00
	Moist, long dry season			0,00		0,00
	Dry			0,00		0,00
Tropical Savanna/Grasslands				0,00		0,00
Grasslands				0,00		0,00
Boreal	Mixed Broadleaf/Coniferous			0,00		0,00
	Coniferous			0,00		0,00
	Forest tundra			0,00		0,00
Grasslands/Tundra				0,00		0,00
Other				0,00		0,00
					<b>Subtotal</b>	0,00

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY				
SUBMODULE		ABANDONMENT OF MANAGED LANDS				
WORKSHEET		5-4				
SHEET		2 OF 3 CARBON UPTAKE BY ABOVEGROUND REGROWTH - > 20 YEARS				
COUNTRY		Mal				
YEAR		2010				
		STEP 2				
Vegetation types		G	H	I	J	K
		Total Area Abandoned for more than Twenty Years	Annual Rate of Aboveground Biomass Growth	Annual Aboveground Biomass Growth	Carbon Fraction of Aboveground Biomass	Annual Carbon Uptake in Aboveground Biomass
		(kha)	(t dm/ha)	(kt dm)		(kt C)
				$I = (G \times H)$		$K = (I \times J)$
Tropical	Wet/Very Moist			0,00		0,00
	Moist, short dry season			0,00		0,00
	Moist, long dry season			0,00		0,00
	Dry			0,00		0,00
Tropical Savanna/Grasslands				0,00		0,00
Temperate	Coniferous			0,00		0,00
	Broadleaf			0,00		0,00
Grasslands				0,00		0,00
Boreal	Mixed					
	Broadleaf/Coniferous			0,00		0,00
Grasslands/Tundra				0,00		0,00
Other				0,00		0,00
					<b>Subtotal</b>	0,00

MODULE		LAND-USE CHANGE AND FORESTRY	
SUBMODULE		ABANDONMENT OF MANAGED LANDS	
WORKSHEET		5-4	
SHEET		3 OF 3 TOTAL CO <sub>2</sub> REMOVALS FROM ABANDONED LANDS	
COUNTRY		Mali	
YEAR		2010	
		STEP 3	
L		M	
Total Carbon Uptake from Abandoned Lands (kt C)		Total Carbon Dioxide Uptake (Gg CO <sub>2</sub> )	
$L = (E + K)$		$M = (L \times (44/12))$	
0,00		0,00	

<b>MODULE</b>	<b>LAND-USE CHANGE AND FORESTRY</b>
<b>SUBMODULE</b>	<b>CHANGE IN SOIL CARBON FOR MINERAL SOILS</b>
<b>WORKSHEET</b>	<b>5-5</b>
<b>SHEET</b>	<b>1 OF 4</b>
<b>COUNTRY</b>	<b>Mali</b>
<b>YEAR</b>	<b>2010</b>

STEPS 1 AND 2				STEP 3				
A	B		C	D	E	F	G	H
Land-use/ Management Systems	Soil type	Soil Carbon	(t) (Mg C/ha)	Land Area (t-20) (Mha)	Land Area (t) (Mha)	Soil Carbon (t-20) (Tg)	Soil Carbon (t) (Tg)	Net change in Soil Carbon in Mineral Soils (Tg per 20 yr)
						F = (C x D)	G = (C x E)	H = (G - F)
All Systems	High activity soils			9 214 166,00	9 214 166,00	552 849 960,00	552 849 960,00	0,00
	Low activity soils			3 230 865,00	3 230 865,00	129 234 600,00	129 234 600,00	0,00
	Sandy			2 141 269,00	2 141 269,00	8 565 076,00	8 565 076,00	0,00
	Volcanic			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<b>Totals</b>			14 586 300,00	14 586 300,00			0,00

Note: that land areas in columns D and E, summed over all land-use/management systems used in the inventory should be equal.  
 Total land areas within each soil type, across all land-use systems, should also remain constant over the inventory period.  
 Note: All land management systems identified in this worksheet will also be identified in the supplemental sheet 5-5A. If certain land management systems are agriculturally impacted please input data in the appropriate section identified by that land management system in the supplemental worksheet 5-5A.

Agriculture	High activity soils	60,00	1826284	2868144	109 577 040,00	172 088 640,00	62 511 600,00
	Low activity soils	40,00	640370	1005689	25 614 800,00	40 227 560,00	14 612 760,00
	Sandy	4,00	424408	666524	1 697 632,00	2 666 096,00	968 464,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>			2 891 062,00	4 540 357,00		
Sylvopastorale	High activity soils	60,00	7387882	6346022	443 272 920,00	380 761 320,00	-62 511 600,00
	Low activity soils	40,00	2590495	2225176	103 619 800,00	89 007 040,00	-14 612 760,00
	Sandy	4,00	1716861	1474745	6 867 444,00	5 898 980,00	-968 464,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>			11 695 238,00	10 045 943,00		
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00

	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00



	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00
	High activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Low activity soils	0,00			0,00	0,00	0,00
	Sandy	0,00			0,00	0,00	0,00
	Volcanic	0,00			0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00			0,00	0,00	0,00
	<b>SubTotal</b>		0,00	0,00			0,00

<b>MODULE</b>	<b>LAND-USE CHANGE AND FORESTRY</b>
<b>SUBMODULE</b>	<b>SOIL CARBON FOR AGRICULTURALLY IMPACTED LANDS</b>
<b>WORKSHEET</b>	<b>5-5A (SUPPLEMENTAL)</b>
<b>SHEET</b>	<b>1 OF 1</b>
<b>COUNTRY</b>	<b>Mali</b>
<b>YEAR</b>	<b>2010</b>

A Land-use/ Management Systems	B Soil type	C Soil Carbon under Native Vegetation (Mg C/ha)	D Base Factor	E Tillage Factor	F Input Factors	G Soil Carbon in Agri- culturally Impacted Lands (Mg C/ha)
$G = (C \times D \times E \times F)$						
All Systems	High Activity Soils	120,00	1,30	0,90	0,90	29,16
	Low Activity Soils	80,00	1,30	0,90	0,90	19,44
	Sandy	8,00	1,30	0,90	0,90	1,94
	Volcanic	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Wetland (Aquic)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Agriculture	High Activity Soils	60	0,6	0,9	0,9	29,16
	Low Activity Soils	40	0,6	0,9	0,9	19,44
	Sandy	4	0,6	0,9	0,9	1,94
	Volcanic					0,00
	Wetland (Aquic)					0,00

Sylvopastorale	High Activity Soils	60	0,7			0,00
	Low Activity Soils	40	0,7			0,00
	Sandy	4	0,7			0,00
	Volcanic					0,00
	Wetland (Aquic)					0,00

	High Activity Soils					0,00
	Low Activity Soils					0,00
	Sandy					0,00
	Volcanic					0,00
	Wetland (Aquic)					0,00

	High Activity Soils					0,00
	Low Activity Soils					0,00
	Sandy					0,00
	Volcanic					0,00
	Wetland (Aquic)					0,00
	High Activity Soils					0,00
	Low Activity Soils					0,00

	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00



	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

	High Activity Soils						0,00
	Low Activity Soils						0,00
	Sandy						0,00
	Volcanic						0,00
	Wetland (Aquic)						0,00

MODULE	LAND-USE CHANGE AND FORESTRY		
SUBMODULE	CARBON EMISSIONS FROM INTENSIVELY-MANAGED ORGANIC SOILS		
WORKSHEET	5-5		
SHEET	2 OF 4		
COUNTRY	Mali		
YEAR	2010		
STEP 4			
Agricultural Use of Organic Soils	A Land Area (ha)	B Annual Loss Rate (Mg C/ha/yr) (Default)	C Net Carbon Loss from Organic Soils (Mg/yr)  C = (A x B)
<b>Cool temperate</b>			
Upland crops			0,00
Pasture/Forest			0,00
<b>Warm temperate</b>			
Upland crops			0,00
Pasture/Forest			0,00
<b>Tropical</b>			
Upland crops	4540357	20	90 807 140,00
Pasture/Forest	10045943	5	50 229 715,00
<b>Total</b>			141 036 855,00

MODULE	LAND-USE CHANGE AND FORESTRY		
SUBMODULE	CARBON EMISSIONS FROM LIMING OF AGRICULTURAL SOILS		
WORKSHEET	5-5		
SHEET	3 OF 4		
COUNTRY	Mali		
YEAR	2010		
STEP 5			
Type of lime	A Total Annual Amount of Lime (Mg)	B Carbon Conversion Factor	C Carbon Emissions from Liming (Mg C)  C = (A x B)
Limestone Ca(CO <sub>3</sub> )		0,12	0,00
Dolomite CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		0,122	0,00
<b>Total</b>			0,00

MODULE	LAND-USE CHANGE AND FORESTRY			
SUBMODULE	CALCULATION OF TOTAL CO <sub>2</sub> -C EMISSIONS FROM AGRICULTURALLY-IMPACTED SOILS			
WORKSHEET	5-5			
SHEET	4 OF 4			
COUNTRY	Mali			
YEAR	2010			
STEP 6				
Source	A Worksheet values	B Unit Conversion Factor	C Total Annual Carbon Emissions (Gg)  C = (A x B)	D Convert to Total Annual CO <sub>2</sub> Emission (Gg/yr)  D= C x (44/12)
Total Net Change in Soil Carbon in Mineral Soils	0,00	-50	0,00	0,00
Total Net Carbon Loss from Organic Soils	141 036 855,00	0,001	141 036,86	517 135,14
Carbon Emissions from Liming	0,00	0,001	0,00	0,00
<b>Total</b>				517 135,14

## RESULTATS DES INVENTAIRES POUR L'ANNEE 2010 DANS LE SECTEUR DE L'ENERGIE

Country	Inventory Year	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>
SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES								
<b>GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES</b>								
<b>Total Energy</b>		2676,416	3,838	3,855	3,854	3,838	3,854	3,647
<b>A Fuel Combustion Activities (Sectoral Approach)</b>		2676,416	3,838	3,855	3,854	3,838	3,854	3,647
<b>1 Energy Industries</b>		692,245	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193	1,760
a Public Electricity and Heat Production								
b Petroleum Refining								
c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries								
<b>2 Manufacturing Industries and Construction</b>		13,551	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,106
a Iron and Steel								
b Non-Ferrous Metals								
c Chemicals								
d Pulp, Paper and Print								
e Food Processing, Beverages and Tobacco								
f Other (please specify)								

Country	Inventory Year	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>
SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES								
<b>GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES</b>								
<b>3 Transport</b>		1606,707	0,446	0,447	0,446	0,446	0,446	1,781
a Civil Aviation		100,648	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
b Road Transportation		1027,228	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286
c Railways		359,115	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
d Navigation		119,716	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
e Other (please specify)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>4 Other Sectors</b>		137,410	3,195	3,212	3,212	3,195	3,212	0,000
a Commercial/Institutional		0,000	0,321	0,321	0,321	0,321	0,321	0,000
b Residential		79,349	2,875	2,875	2,875	2,875	2,875	0,000
c Agriculture/Forestry/Fishing		58,060	0,000	0,016	0,016	0,000	0,016	0,000
<b>5 Other (please specify)</b>		226,503	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>B Fugitive Emissions from Fuels</b>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>1 Solid Fuels</b>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
a Coal Mining		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
b Solid Fuel Transformation		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
c Other (please specify)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>2 Oil and Natural Gas</b>		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
a Oil		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
b Natural Gas		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
c Venting and Flaring		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Microsoft Excel - overview.xls [Mode de compatibilité] - Microsoft Excel

Country: MALI  
Inventory Year: 2010

**TABLE 1 SECTORAL REPORT FOR ENERGY**  
(Sheet 3 of 3)

**SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES**  
(Gg)

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM <sub>2</sub> VO	SO <sub>2</sub>
Memo Items (1)							
International Bankers	97,42627	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Aviation	97,42627	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Marine	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>	<b>11791,32045</b>						

(1) Phase do not include in energy totals.

## ANNEXE I C

RESULTATS DES INVENTAIRES POUR L'ANNEE DE BASE 2010 DANS LE SECTEUR DE L'AGRICULTURE

TABLE SECTORAL REPORTS FOR AGRICULTURE (Sheet 1 of 2)

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES					
(Gg)					
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM <sub>2</sub> VO
<b>Total Agriculture</b>	<b>627</b>	<b>114</b>	<b>5</b>	<b>140</b>	<b>0</b>
<b>A Enteric Fermentation</b>	<b>504</b>				
1 Cattle	302				
2 Buffalo	0				
3 Sheep	59				
4 Goats	83				
5 Camels and Llamas	42				
6 Horses	9				
7 Mules and Asses	9				
8 Swine	0				
9 Poultry	0				
10 Other (please specify)					
<b>B Manure Management</b>	<b>21</b>	<b>1</b>			
1 Cattle	9				
2 Buffalo	0				
3 Sheep	2				
4 Goats	3				
5 Camels and Llamas	2				
6 Horses	1				
7 Mules and Asses	1				
8 Swine	0				
9 Poultry	1				

TABLE SECTORAL REPORTS FOR AGRICULTURE (Sheet 2 of 2)

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)					
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CH4	N2O	NOx	CO	NMVOC
<b>B Manure Management (cont...)</b>					
10 Anaerobic		1			
11 Liquid Systems		0			
12 Solid Storage and Dry Lot		0			
13 Other (please specify)		0			
<b>C Rice Cultivation</b>	96				
1 Irrigated	42				
2 Rainfed	32				
3 Deep Water	22				
4 Other (please specify)					
<b>D Agricultural Soils</b>		112			
<b>E Prescribed Burning of Savannas</b>	2	0	1	54	
<b>F Field Burning of Agricultural Residues (1)</b>	4	0	4	85	
1 Cereals					
2 Pulse					
3 Tuber and Root					
4 Sugar Cane					
5 Other (please specify)					
<b>G Other (please specify)</b>					

TABLE 7B SHORT SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Sheet 1 of 1)

SHORT SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)														
GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	CO <sub>2</sub> Emissions	CO <sub>2</sub> Removals	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
									P	A	P	A	P	A
Total National Emissions and Removals	0	0	627	114	5	140	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Energy	0													
Reference Approach <sup>(1)</sup>														
Sectoral Approach <sup>(1)</sup>														
A Fuel Combustion														
B Fugitive Emissions from Fuels														
2 Industrial Processes														
3 Solvent and Other Product Use														
4 Agriculture			627	114	5	140								
5 Land-Use Change & Forestry	(2)	0 (2)	0	0	0	0								
6 Waste			0	0										
7 Other (please specify)			0	0										
Memo Items:														
International Bunkers	0		0	0										
Aviation	0		0	0										
Marine	0		0	0										
CO <sub>2</sub> Emissions from Biomass	0													

## ANNEXE 1 D

### DONNEES D'ACTIVITE DANS LE SECTEUR DU CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE ANNEXE CATF 1

Tableau : Evolution de la superficie du patrimoine forestier et des autres stocks de biomasse ligneuse au Mali. (Annexe 1)

Année	Superficie patrimoine forestier (k ha)	Superficie plantée (k ha)	Taux de croissance annuelle de biomasse (t dm/ha)	Fraction de carbone de MS	Séquestration de carbone par le patrimoine forestier et la plantation (kt/C)	Observation
2007	63 713,78	9,08	6,8	0,5	216 657,72	- Le taux de croissance annuelle de biomasse fournie par les statistiques par défaut (Tab. 5-1 du module 5, P. 1.4) - la fraction de carbone est une valeur par défaut
2008	63 784,01	10,39	6,8	0,5	216 900,96	
2009	63 245,86	16,34	6,8	0,5	215 091,48	
2010	63 606,93	59,58	6,8	0,5	216 466,13	
2011	63 881,20	61,87	6,8	0,5	217 406,44	
2012	63 427,14	74,67	6,8	0,5	215 906,15	
2013	63 795,53	82,16	6,8	0,5	217 184,15	
2014	63 577,99	80,39	6,8	0,5	216 438,52	

## ANNEXE 2

Tableau : Evolution de la conversion des forêts et prairies au Mali. (Annexe 2)

Année	Superficie défrichée (kha)	Superficie moyenne défrichée -10 ans (kha)	Prairie (kha)	Bio-masse avant conversion	Bio-masse après conversion	Fraction de bio-masse Brûlée sur site	Fraction de bio-masse oxydée sur site	Fraction de carbone de la bio-masse au-dessus du sol	Fraction de la bio-masse laissée pour décomposition	Libération totale de CO2 (Gg CO2)
2007	0,59	0,61	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 560
2008	1,17	0,66	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 632
2009	0,96	0,70	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 589
2010	1,00	0,74	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	15 754
2011	1,53	0,83	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 633
2012	0,99	0,87	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 603
2013	0,94	0,90	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 602
2014	1,46	0,99	133,83	37,5	0	0,5	0,9	0,5	1	17 640

Source : DNEF (rapport annuel, 2013 et 2014)

N.B. Les données du tableau sont renseignées dans la feuille 5-2S1 à 5-2S5 et 5-3S1.

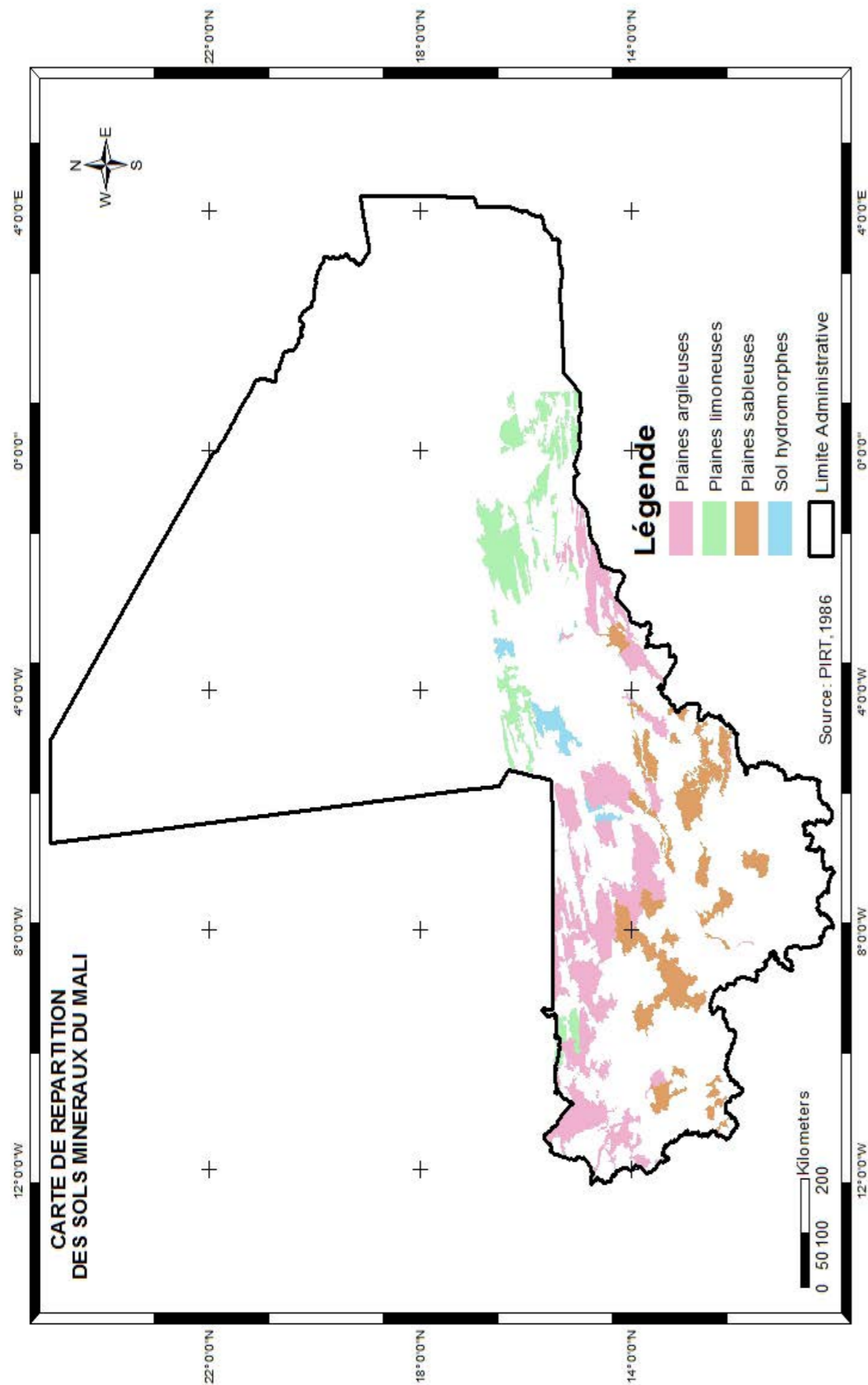
- La valeur par défaut de la biomasse avant conversion pour les régions sèches en Afrique est comprise entre 20-55 dans le tableau 5-5 du manuel de référence GIEC.

- La valeur par défaut de la biomasse après conversion est =0 (cf. ligne directrice p. 1.9).

- Les valeurs par défaut de la fraction de biomasse brûlée sur site (0,5) et de la fraction de biomasse oxydée sur site (0,9) sont indiquées dans les lignes directrices du GIEC dans la page 1.16 ;

- la valeur par défaut de la fraction de la biomasse laissée pour décomposition est = 1 (cf. manuel du GIEC, P. 1.19).

## ANNEXE 3



**Tableau :** Evolution des superficies des sols minéraux affectés aux systèmes de sylvo-pastoralisme et de l'agriculture au Mali. (Annex3)

	Superficie des champs (ha)	Superficie Sylvopastoralisme (ha)	Superficie totale des Sols minéraux (ha)	Emission de CO2 Gg
1984	2 238 120,20	12 348 179,80	14 586 300,00	
1985	2 330 879,78	12 255 420,22	14 586 300,00	
1986	2 423 639,37	12 162 660,63	14 586 300,00	
1987	2 516 398,95	12 069 901,05	14 586 300,00	
1988	2 609 158,53	11 977 141,47	14 586 300,00	
1989	2 701 918,12	11 884 381,88	14 586 300,00	
1990	2 794 677,70	11 791 622,30	14 586 300,00	
1991	2 887 437,28	11 698 862,72	14 586 300,00	
1992	2 980 196,87	11 606 103,13	14 586 300,00	
1993	3 072 956,45	11 513 343,55	14 586 300,00	
1994	3 165 716,03	11 420 583,97	14 586 300,00	
1995	3 258 475,62	11 327 824,38	14 586 300,00	
1996	3 351 235,20	11 235 064,80	14 586 300,00	
1997	3 443 994,78	11 142 305,22	14 586 300,00	
1998	3 536 754,37	11 049 545,63	14 586 300,00	
1999	3 629 513,95	10 956 786,05	14 586 300,00	
2000	3 722 273,53	10 864 026,47	14 586 300,00	
2001	3 631 281,00	10 955 019,00	14 586 300,00	
2002	4 185 752,00	10 400 548,00	14 586 300,00	
2003	4 624 010,00	9 962 290,00	14 586 300,00	
2004	3 375 681,00	11 210 619,00	14 586 300,00	
2005	4 260 532,00	10 325 768,00	14 586 300,00	
2006	4 345 110,00	10 241 190,00	14 586 300,00	
2007	4 433 509,00	10 152 791,00	14 586 300,00	507 592
2008	4 363 282,00	10 223 018,00	14 586 300,00	511 063
2009	4 901 427,00	9 684 873,00	14 586 300,00	547 261
2010	4 540 357,00	10 045 943,00	14 586 300,00	517 135
2011	4 266 094,10	10 320 205,90	14 586 300,00	495 451
2012	4 329 575,41	10 256 724,59	14 586 300,00	520 424
2013	4 429 985,81	10 156 314,19	14 586 300,00	506 762
2014	6 164 989,39	8 421 310,61	14 586 300,00	607 223

**Tableau :** Evolution des superficies des sols minéraux affectés au système agricole au Mali. (Annexe3)

	Système d'affectation : Agriculture							
	Superficie des terres (t-20) (M ha)			Superficie des terres (t) (M ha)				
	Sol à haute activité	Sol à faible activité	Sol sablonneux	Total superficie cultivée (t-20) en ha	Sol à haute activité	Sol à faible activité	Sol sablonneux	Total superficie cultivée (t) en ha
Carbone du sol (MgC : ha)	60	40	4		60	40	4	
Facteur de base	1,3	1,3	1,3		1,3	1,3	1,3	
Facteur de labour	0,9	0,9	0,9		0,9	0,9	0,9	
Facteur d'intrant	0,9	0,9	0,9		0,9	0,9	0,9	
2007	1174 487	411824	272938	<b>1859 249</b>	2800 648	982 022	650 839	<b>4 433 509</b>
2008	1665 818	584104	387118	<b>2637 040</b>	2756 285	966 467	640 530	<b>4 363 282</b>
2009	1660 773	582335	385945	<b>2629 053</b>	3096 230	1 085 666	719 530	<b>4 901 426</b>
2010	1826 284	640370	424408	<b>2891 062</b>	2868 144	1 005 689	666 524	<b>4 540 357</b>
2011	1687 445	591687	392143	<b>2671 276</b>	2694 892	944 940	626 262	<b>4 266 094</b>
2012	1811 460	635172	420963	<b>2867 595</b>	2981 720	1 045 514	692 918	<b>4 720 152</b>
2013	2091 149	733243	485959	<b>3310 350</b>	2749 007	963 915	638 838	<b>4 351 760</b>
2014	2229 613	781794	518137	<b>3529 544</b>	3894 424	1 365 545	905 020	<b>6 164 989</b>

**Tableau 10:** Evolution des superficies des sols minéraux affectés au système sylvopastoral au Mali. (Annexe3)

	Système d'affectation : Sylvopastoralisme							
	Superficie des terres (t-20) (M ha)			Superficie des terres (t) (M ha)				
	Sol à haute activité	Sol à faible activité	Sol sablonneux	Total superficie cultivée (t-20) en ha	Sol à haute activité	Sol à faible activité	Sol sablonneux	Total superficie cultivée (t) en ha
Carbone du sol (MgC : ha)	60	40	4		60	40	4	
Facteur de base	1,3	1,3	1,3		1,3	1,3	1,3	
Facteur de labour	0,9	0,9	0,9		0,9	0,9	0,9	
Facteur d'intrant	0,9	0,9	0,9		0,9	0,9	0,9	
2007	8 039 678	2 819 042	1 868 331	<b>12 727 051</b>	6 413 518	2 248 843	1 490 430	<b>10 152 791</b>
2008	7 548 348	2 646 761	1 754 151	<b>11 949 260</b>	6 457 880	2 264 399	1 500 739	<b>10 223 018</b>
2009	7 553 393	2 648 530	1 755 324	<b>11 957 247</b>	6 117 934	2 145 199	1 421 740	<b>9 684 874</b>
2010	7 387 882	2 590 495	1 716 861	<b>11 695 238</b>	6 346 022	2 225 176	1 474 744	<b>10 045 943</b>
2011	7 526 721	2 639 178	1 749 126	<b>11 915 025</b>	6 519 274	2 285 926	1 515 006	<b>10 320 206</b>
2012	7 402 706	2 595 693	1 720 306	<b>11 718 705</b>	6 232 446	2 185 352	1 448 350	<b>9 866 147</b>
2013	7 123 017	2 497 623	1 655 309	<b>11 275 949</b>	6 465 159	2 266 951	1 502 430	<b>10 234 540</b>
2014	6 984 553	2 449 071	1 623 132	<b>11 056 756</b>	5 319 742	1 865 320	1 236 248	<b>8 421 311</b>

**TABLE 7B SHORT SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES**  
(Sheet 1 of 1)

											Mali 2014																
SHORT SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)	GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK	CO <sub>2</sub> Emissions	CO <sub>2</sub> Removals	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>															
													P	A	P	A	P	A									
<b>Total National Emissions and Removals</b>													<b>0</b>	<b>0</b>	<b>138</b>	<b>4</b>	<b>91</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
1 Energy	Reference Approach <sup>(1)</sup>	0																									
	Sectoral Approach <sup>(1)</sup>	0																									
A Fuel Combustion		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B Fugitive Emissions from Fuels		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 Industrial Processes		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 Solvent and Other Product Use		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 Agriculture		0		705	138	4	91																				
5 Land-Use Change & Forestry		(2)	0	0	0	0	0																				
6 Waste				0	0																						
7 Other (please specify)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Memo Items:																											
International Bunkers		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aviation		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marine		0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>		<b>0</b>																									





**Ministère de l'Environnement, de l'Assainissement  
et du Développement Durable**

**Cité administrative - Bâtiment N°7 Tél : +223 20 01 70 30 BP : 1634**

**[www.environnement.gouv.ml](http://www.environnement.gouv.ml)**