

Rapport d'inventaire Mali

Livrable E

Initiative for Climate Action Transparency - ICAT

Rapport d'inventaire Mali

Livrable E

AUTHORS

Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD)

Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)

December 2024

DISCLAIMER

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

PREPARED UNDER

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

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

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



Table des matières

Table des figures et tableaux	4
Contexte du projet ICAT	6
Energie	8
Contexte et aperçu de l'inventaire	8
Brève description des sources de données d'activité	8
Evaluation générale de l'exhaustivité	11
Brève description des catégories clés	13
Evaluation générale des incertitudes	14
Tendances des émissions directes dans le secteur	14
Autres émissions	28
Améliorations prévues	29
Agriculture	32
Contexte et aperçu de l'inventaire	32
Description générale des méthodologies utilisées	32
Description des sources de données d'activités	33
Emissions dans le sous-secteur de l'élevage	34
Emissions dans le sous-secteur de la riziculture	46
Emissions des sols agricoles	53
Evaluations générales des incertitudes	61
Synthèse des émissions par type de gaz	61
Foresterie	63
Contexte et aperçu de l'inventaire	63
Description générale des méthodologies utilisées	63
Description des sources de données d'activités	65
Evaluation générale de l'exhaustivité	95
Brève description des catégories clés	95
Évaluation générale des incertitudes	95
Facteurs d'émissions	95
Données collectées	96
Tendance des émissions directes dans le secteur	101
Déchets	102

Contexte et aperçu de l'inventaire	102
Gestion des déchets municipaux	102
Description générale des méthodologies utilisées	104
Description des sources de données d'activités	105
Emissions dues au traitement des déchets municipaux solides	107
Emissions dues au traitement et rejets des eaux usées	116
Synthèse des émissions du secteur déchets	119
Difficultés rencontrées	119
Recommandations	120

Table des figures et tableaux

Figure 1: Tendence des Emissions totales de GES directs dans le secteur pour la série temporelle 2010-2023	15
Figure 2 : Répartition des Emissions annuelles des GES directs (Gg CO2 eq) en 2010	24
Figure 3 : Répartition des Emissions annuelles des GES directs (Gg CO2 eq) en 2023	25
Figure 4 : Répartition des Emissions annuelles dans le secteur et par catégorie de gaz en 2010	26
Figure 5 : Répartition des Emissions annuelles dans le secteur et par catégorie de gaz en 2023	26
Figure 6 : Tendence des Emissions de CO2 par Gaz Directes dans le Secteurs de l'Energie pour la série temporelle 2010 - 2023	27
Figure 7 : Evolution des émissions du CH4 dues à la fermentation entérique (kt CH4)	37
Figure 8 : Evolution des émissions du CH4 dues à la gestion du fumier (kt CH4)	39
Figure 9: Evolution des émissions de N2O émises dues à la gestion du fumier	43
Figure 10: Emissions de N2O indirectes liées à la volatilisation lors de la gestion des fumiers	45
Figure 11 : Evolution des superficies et des productions de riz de 2010 à 2022	48
Figure 12 : Evolutions des émissions de CH4 en riziculture	51
Figure 13 : Emissions directes de N2O des sols agricoles (kt N2O)	57
Figure 14 : Emissions de N2O indirectes liées aux sols agricoles (kt N2O)	59
Figure 15 : Evolution de la population de 2012 à 2022	6
Tableau 1: Vue d'ensemble de l'exhaustivité de l'inventaire des GES au Mali	12
Tableau 2 : Emissions totales de GES directs pour la série temporelle 2010-2023	16
Tableau 3 : Emissions de CO2 provenant de la biomasse énergie de 2004 à 2017 estimées selon l'approche sectorielle (Gg) dans le secteur de l'énergie.	28
Tableau 4 : Niveau méthodologique et facteurs d'émission utilisés pour l'élaboration des inventaires de GES au Mali dans le secteur de l'agriculture	34
Tableau 5 : Evolution des effectifs du cheptel de 2010 à 2022	35
Tableau 6 : Résultats des émissions de CH4 dues à la fermentation entérique de 2010 à 2022 (en kt CH4 et kt CO2e)	37
Tableau 7 : Résultats des émissions du CH4 dues à la gestion du fumier de 2010 à 2022 (en kt CH4 et kt CO2e)	38
Tableau 8 : Résultats des émissions de N2O émises dues à la gestion du fumier (en KT N2O/an)	43
Tableau 9: Résultats des émissions de N2O indirectes liées à la volatilisation lors de la gestion du fumier (en KT N2O/an)	45
Tableau 10 : Typologie des systems rizicoles	46

Tableau 11 : Evolution des superficies (ha) par type de riziculture au Mali de 2010 à 2019	47
Tableau 12 : Evolution des superficies (ha) et des productions (tonne) de riz (tout système confondu) au Mali de 2010 à 2022	48
Tableau 13 : Résultats des émissions du CH ₄ dues à la riziculture (Kt CH ₄ /an) de 2010 à 2019	50
Tableau 14 : Résultats des émissions directes de N ₂ O dues aux sols agricoles (en KT N ₂ O/an)	57
Tableau 15 : Résultats des émissions indirectes de N ₂ O dues aux sols agricoles (en KT N ₂ O/an)	59
Tableau 16 : Résultats des émissions de CO ₂ dues à l'épandage d'urée (en KT CO ₂ /an)	60
Tableau 17 : Feuilles de travail et hypothèses pour le calcul de niveau1 des émissions autres que le CO ₂ au cours de l'utilisation des terres	63
Tableau 18 : Feuilles de travail et hypothèses pour le calcul de niveau1 des émissions autres que le N ₂ O provenant de la gestion des sols et des émissions de CO ₂ provenant de l'utilisation de la chaux et de l'utilisation de l'urée	64
Tableau 19 : Aperçu de la méthodologie utilisé pour les catégories de sources de GES au Mali dans le secteur de la foresterie et changement d'affectation des terres	66
Tableau 20 : Consommation moyenne de bois énergie par habitant	98
Tableau 21 : Exploitation de bois	98
Tableau 22 : Défrichage de forêts	100
Tableau 23 : Répartition de la Population résidente par région selon le milieu de résidence, et le pourcentage d'urbain dans l'ensemble urbain (rapport préliminaire RGPH5).	5
Tableau 24 : Evolution de la population urbaine du Mali de 2012 à 2022.	5
Tableau 25 : Evolution de la population totale du Mali de 2012 à 2024	6
Tableau 26 : Volume de déchets solides municipaux brûlés à l'air libre du Mali de 2012 à 2022	7
Tableau 27 : Composition actuelle des déchets solides municipaux	8
Tableau 28 : Quantité de déchets solides biomédicaux produits par les structures sanitaires du Mali	10
Tableau 29 : Résultats de la caractérisation des déchets biomédicaux du Mali	11
Tableau 30 : PIB du Mali de 2012 à 2022	12

Contexte du projet ICAT

L'Initiative pour la Transparence de l'Action Climatique (ICAT) vise à aider les pays à mieux évaluer les impacts de leurs politiques et actions climatiques et à respecter leurs engagements en matière de Transparence. Pour ce faire, elle accroît les capacités globales de Transparence des pays, notamment la capacité d'évaluer la contribution des politiques et actions climatiques aux objectifs de développement des pays, et fournit des informations méthodologiques et des outils appropriés pour appuyer l'élaboration de politiques fondées sur des données factuelles. L'approche innovante de l'ICAT consiste à intégrer ces deux aspects.

Dans le cadre de ses travaux, l'ICAT soutient le Mali afin de (i) appuyer la mise en place d'un dispositif MRV prenant en compte le reporting de la CDN permettant de renforcer le cadre institutionnel du MRV en renforçant les rôles et responsabilités des acteurs, de compiler l'inventaire national des émissions de GES et l'évaluation / suivi des mesures d'atténuation, (ii) débiter l'évaluation de l'impact des mesures en termes de développement durable sur la base des méthodologies ICAT adéquates, (iii) étudier les possibilités de mise en place d'une plateforme web sur la transparence au niveau de l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable, structure en charge de la focalité climat et coordinatrice des inventaires des GES et (iv) partager des connaissances et leçons apprises.

Objectif et périmètre du livrable :

Le présent document relatif au livrable E rentre dans le cadre de la mise en œuvre des activités de l'Objectif 2 du Projet à savoir : Ateliers de renforcement des capacités des parties prenantes aux méthodes d'inventaire de GES et de quantification de l'impact des mesures choisies.

DESCRIPTION DU SYSTEME NATIONAL D'INVENTAIRE DURABLE DU MALI

Dans le cadre de l'élaboration de son Premier Rapport Biennuel (PRBA), le Mali a entrepris des réformes et a mis en place, entre autres, un système national d'inventaire de GES comprenant des groupes de travail chargés des inventaires sectoriels de GES et des questions sectorielles. Le système d'inventaire est organisé autour d'une équipe thématique composée d'un ensemble de structures publiques identifiées comme étant les principales sources de données et informations pertinentes pour l'établissement des inventaires de GES. Ces structures ont été organisées en cinq (05) groupes de travail chargés des inventaires sectoriels de GES.

Les groupes de travail chargés des inventaires sectoriels de GES sont les suivants :

- ✓ groupe de travail énergie ;
- ✓ groupe de travail foresterie ;
- ✓ groupe de travail agriculture ;
- ✓ groupe de travail procédés industriels et utilisation de produits ;
- ✓ groupe de travail déchets.

Chaque groupe de travail est dirigé par un responsable et ses membres agissent en qualité d'experts sectoriels et/ou fournisseurs de données nécessaires pour les calculs des émissions. Sous la supervision de l'AEDD et de ses partenaires les différents groupes de travail sectoriels sont responsables des inventaires de GES.

Les groupes de travail, ont bénéficié, de renforcement de capacités techniques dans le cadre de ce projet. Ils ont aussi reçu des formations du pool d'experts au cours des ateliers et des séances de travail organisés par l'équipe de coordination de la TCN/CDN. La suite du travail est axée sur les activités concernées par le groupe de travail Energie dans le cadre de l'inventaire des GES au Mali.

Energie

Contexte et aperçu de l'inventaire

Le secteur énergétique au Mali est caractérisé par une forte dépendance aux sources d'énergie traditionnelles, notamment le bois de chauffe et le charbon de bois, qui représentent près de 80 % de la consommation énergétique totale. Cette situation engendre des impacts négatifs importants, tant sur le plan environnemental que socio-économique. Les combustibles fossiles, bien que peu développés, sont une source croissante d'émissions de GES, notamment dans les secteurs du transport et de la production d'électricité. De plus, l'accès limité à des services énergétiques modernes dans les zones rurales exacerbe les inégalités sociales et freine le développement économique.

Dans le cadre de sa CDN révisée, le Mali s'est engagé à réduire les émissions du secteur énergétique de 31 % d'ici 2030. Cet objectif repose sur plusieurs leviers stratégiques, notamment l'augmentation de la part des énergies renouvelables, la promotion de l'efficacité énergétique, et le développement de solutions hors réseau pour améliorer l'accès à l'électricité en milieu rural. Ces actions visent non seulement à réduire les émissions, mais également à renforcer la sécurité énergétique et la résilience des infrastructures face aux aléas climatiques.

Le projet ICAT a permis de réaliser un inventaire exhaustif des émissions de GES dans le secteur énergétique, en identifiant les principales sources d'émissions et en évaluant les impacts des politiques actuelles. En s'appuyant sur des méthodologies rigoureuses, les parties prenantes nationales ont été formées à l'utilisation d'outils de modélisation tels que GACMO pour estimer les réductions d'émissions potentielles. Ces efforts ont permis de quantifier l'impact de mesures telles que le déploiement de centrales solaires, l'optimisation des réseaux électriques, et la substitution progressive des combustibles fossiles par des énergies propres.

Par ailleurs, le projet a contribué à structurer un système MRV sectoriel pour garantir la collecte, le suivi, et le rapportage des données de manière régulière et transparente. Cela prépare le Mali à répondre aux exigences du cadre de transparence renforcé tout en mobilisant davantage de financements internationaux pour soutenir sa transition énergétique.

Le présent rapport retrace l'inventaire des émissions de GES selon les méthodologies du GIEC, notamment les Lignes Directrices 2006 et le logiciel IPCC Inventory Software, conformément aux décisions de la Conférence des Parties. Il couvre les émissions anthropiques des GES directs (CO₂, CH₄, N₂O) pour le secteur de l'énergie, exprimées en équivalent CO₂ à l'aide des potentiels de réchauffement global.

Brève description des sources de données d'activité

Les données d'activité utilisées pour l'élaboration des inventaires de GES dans ce secteur proviennent de diverses sources. Dans le processus de collecte de données, la priorité a été accordée aux sources nationales. Lorsque les données recherchées ne sont pas disponibles au niveau national, l'équipe d'inventaire a recours au jugement d'expert et aux techniques d'extrapolation et d'interpolation pour combler les lacunes de données.

Les données du secteur de l'énergie proviennent surtout des bilans énergétiques, des bases de données du Système d'Information Énergétique (SIE) de la Direction Nationale de l'Énergie (DNE).

La DNE pour la mise à jour de la base de données de son Système d'Information Energétique et l'élaboration des bilans Energétiques du Mali, utilise les données provenant des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société énergie du Mali (EDM-SA), des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.

Ces données sont collectées par enquêtes sur terrain à travers des missions de collectes de données et l'exploitation des rapports annuels des structures suscitées.

Le Tableau 1.2 montre la nature, les sources et les principaux fournisseurs des données utilisés pour l'établissement des inventaires de GES au Mali dans le secteur de l'Energie en rapport avec les catégories du GIEC.

Tableau 1 : Nature et sources des données d'activité collectées et les principaux fournisseurs de données dans le secteur Energie.

Catégories de sources et de puits de GES	Nature de données	Sources de données	Principaux fournisseurs de données
1. Energie			
1.A - Activités de combustion de carburant			
1.A.1 -Industries énergétiques	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation annuelle du gasoil, du fuel oil ; • Consommation annuelle de bois de feu pour la production de charbon de bois, • Consommation annuelle de biomasse autre que le bois de feu (autre biomasse) 	<ul style="list-style-type: none"> • DNE (2015). Rapport Système d'information Énergétique Mali (2014 ; • Bilans énergétiques de la DNE (2010-2023) ; • Estimation des consommations de la biomasse à partir des consommations spécifiques, base de données du Système d'Information Énergétique DNE • Rapports d'activités 	Direction Nationale de l'Énergie des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.
1.A.2-Industries manufacturières et construction	Consommation annuelle du gasoil, du fuel oil, du pétrole	— Bilans énergétiques de la DNE (2010, -2023)	DNE, des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.
1.A.3 -Transport	Consommation annuelle du jet kérosène, gasoil et de l'essence	Bilans énergétiques de la DNE (2010-2023) et Système d'Information Énergétique Mali, Rapports d'activités	DNE, des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.
1.A.4 -Autres secteurs			
1.A .4.a - Secteur commercial et institutionnel	<ul style="list-style-type: none"> -Consommation annuelle du gaz butane -Consommation annuelle du bois de feu, du charbon de bois 	<ul style="list-style-type: none"> - Bilans énergétiques de la DNE (2004-2017) ; - Estimation des consommations de la biomasse à partir des consommations spécifiques - Rapports d'activités. 	DNE, des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.

1.A .4.b - Secteur résidentiel	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation annuelle du pétrole, du gaz butane - Consommation annuelle du bois de feu, du charbon de bois. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bilans énergétiques de la DNE (2010-2023); - Estimation des consommations de la biomasse à partir des consommations spécifiques, - Rapports d'activités 	DNE, des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.
1.A .4.b - Agriculture/foresterie/pêche	Consommation annuelle du gasoil	<ul style="list-style-type: none"> - Bilans énergétiques de la DNE (2010-2023) - Rapports d'activités. 	DNE, des sociétés industrielles, des opérateurs d'électrification rurale, de l'office national des produits pétroliers, de la CMDT, de la société EDM-SA, des sociétés minières, des producteurs indépendants, etc.
1.B - Emissions fugitives imputables aux combustibles	NO	NO	NO
1.B.2 - Pétrole et gaz naturel	NO	NO	NO

Evaluation générale de l'exhaustivité

Conformément aux Lignes Directrices 2006 du GIEC, les inventaires de GES doivent être exhaustifs en ce sens qu'ils contiennent toutes les catégories de sources et de puits de GES. Si pour certaines raisons des catégories ne sont pas reportées, les raisons de leur omission doivent être expliquées dans l'inventaire afin de permettre aux futurs inventaires d'en tenir compte dans le plan d'amélioration des inventaires.

Les inventaires de GES reportés dans le présent rapport ne contiennent pas les émissions de certaines catégories pour deux raisons principales : soit les activités n'ont pas lieu, soit les données et informations nécessaires pour les estimations des émissions ne sont pas disponibles.

Le Tableau 1.3 donne une vue d'ensemble des catégories non estimées dans l'inventaire et les raisons pour lesquelles elles ne sont pas estimées.

Tableau 2: Vue d'ensemble de l'exhaustivité de l'inventaire des GES au Mali

Catégories de sources et de puits de GES	Catégories non reportées	Raisons pour lesquelles les catégories ne sont pas reportées
1. Energie		
1.A - Activités de combustion de carburant		
1.A .4.c- Agriculture/foresterie/pêche/pisciculture	Émissions imputables à la combustion de carburant dans l'agriculture, la foresterie, la pêche et les industries de la pêche telles que la pisciculture (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)	Absence de données dans certaines années. De plus, la consommation d'énergie de cette catégorie n'est pas significative dans la mesure où les activités y relatives sont encore traditionnelles et très peu mécanisées. Moyens insuffisants pour collecter ces informations.
1.A.2.a - Fer et acier 1.A.2.b - Métaux non ferreux 1.A.2.c - Produits chimiques 1.A.2.d - Pâte, papier et impression 1.A.2.e - Transformation des aliments, boissons et tabac 1.A.2.f - Minéraux non métalliques 1.A.2.g - Équipement de transport 1.A.2.h - Machines 1.A.2.i - Extraction minière (à l'exclusion des carburants) et exploitation en carrière 1.A.2.j - Bois et produits du bois 1.A.2.k - Construction 1.A.2.l - Textile et cuir	Émissions imputables à la combustion de carburant dans les sous branches de l'Industrie telles que l'imprimerie, construction (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)	Absence de données désagrégées pour la catégorie industrie, où la répartition des parts des différents sous catégories n'est pas prise en compte par les feuilles du Bilan.

Brève description des catégories clés

La liste des catégories clés a été générée en utilisant le logiciel du GIEC (IPCC Inventory Software) qui applique l'approche 1 pour l'identification des catégories clés.

Les catégories clés ont été identifiées par l'évaluation de niveau pour les années 2010 et 2023 et par l'évaluation de la tendance 2010 - 2023.

Les statistiques sur les niveaux d'incertitude ne sont pas complètes et fiables pour permettre une évaluation exhaustive des incertitudes et une application de l'approche 2 proposée par le GIEC (en dehors du logiciel du GIEC). Les résultats de l'évaluation des catégories clés sont présentés dans les Tableaux 2.4.

Tableau 1-4: Liste des catégories clés issues de l'approche 1 de l'évaluation de niveau pour les années 2010 et 2023 et de l'évaluation de la tendance 2010 - 2023

IPCC Code de catégorie	IPCC Catégorie	Gaz à effet de serre	
1.A.3.b	Road Transportation - Liquid Fuels (L 2010, L 2023, T)	CARBON (CO ₂)	DIOXIDE
1.A.4	Other Sectors - Biomass – solid (L 2010, L 2023, T)	METHANE (CH ₄)	
1.A.1	Energy Industries - Liquid Fuels (L 2010, L 2023, T)	CARBON (CO ₂)	DIOXIDE
1.A.2	Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels (L 2010, L 2023, T)	CARBON (CO ₂)	DIOXIDE
1.A.4	Other Sectors - Liquid Fuels (L 2010, L 2023, T)	CARBON (CO ₂)	DIOXIDE
1.A.4	Other Sectors - Biomass – solid (L 2010, L 2023, T)	NITROUS (N ₂ O)	OXIDE

L : évaluation de niveau, T : évaluation de la tendance 2004 - 2017, les chiffres entre parenthèses correspondent aux années.

Evaluation générale des incertitudes

Dans la liste des informations à communiquer au titre de la Convention, la décision 17/CP.8 indique que "Les Parties non visées à l'annexe I sont encouragées à indiquer la marge d'incertitude que comportent les données d'inventaire et les hypothèses qui les sous-tendent, et à décrire les méthodes utilisées, éventuellement, pour estimer ces marges".

L'évaluation des données collectées pour l'élaboration des inventaires montre que, en général, les incertitudes associées aux données d'activité, d'une part, et aux facteurs d'émission, d'autre part, ne sont pas disponibles. Pour combler ces lacunes, les données d'incertitude par défaut des Lignes Directrices 2006 du GIEC ont été utilisées dans les calculs. Sur cette base, les incertitudes associées aux émissions et absorptions de GES sont calculées.

Les résultats générés par le logiciel pour l'année 2023 sont présentés à l'Annexe 3. L'incertitude entachant l'inventaire total est estimée à 3,003 %.

L'incertitude introduite dans la tendance des émissions nationales totales est de 5,831 %

Les incertitudes associées à la tendance des émissions varient entre 0 et 8.01%.

L'Annexe 1 contient seulement les catégories pour lesquelles les émissions ou absorptions de GES ont été calculées. Même si ces données d'incertitude ne reflètent pas entièrement les conditions propres au Mali, il n'en demeure pas moins qu'elles donnent une idée des catégories où des efforts doivent être consentis pour réduire les incertitudes et améliorer les inventaires.

Au titre des améliorations prévues dans le cadre des présents inventaires, l'évaluation d'incertitude est un domaine prioritaire où une étude approfondie devra être conduite lors de l'élaboration des futurs inventaires de GES au Mali.

Tendances des émissions directes dans le secteur

Cette section porte sur la compilation des émissions du secteur de l'énergie de GES pour la série temporelle 2010-2023. Une analyse détaillée des niveaux d'émission est présentée pour l'année 2023 ainsi que les variations temporelles.

Les émissions des GES directs sont exprimées en Gg équivalent de CO₂ (CO₂ eq) en utilisant les valeurs des potentiels de réchauffement global (PRG) du GIEC (IPCC 2006). Les valeurs des PRG utilisés sont 1 pour le CO₂, 25 pour le CH₄ et 290 pour le N₂O.

Les émissions totales des GES directs ont connu, dans l'ensemble, une croissance continue sur la période allant de 2010 à 2023 (Tableau 1.5, Figures 1.1, Figure 1.2). Les émissions de 2023 (10640,73612 Gg CO₂ eq) étaient 2 fois plus élevées que celles de 2010 (5517,063033 Gg CO₂ eq).

L'augmentation substantielle des émissions observée au niveau du secteur de l'énergie est imputable aux accroissements des consommations de l'essence et du gasoil au niveau de la catégorie de l'industrie énergétique, manufacturées et du transport dont les quantités ont été multipliées entre 2010 et 2023 par 3.5, 2.5 et 1.6 respectivement.

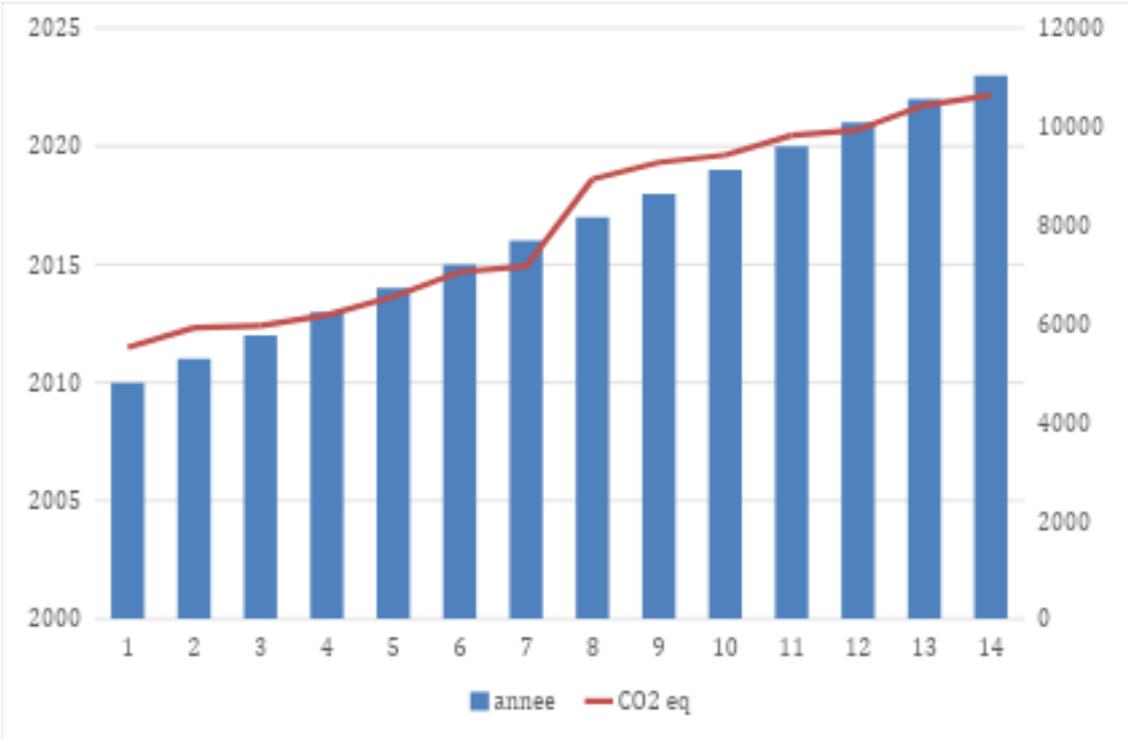
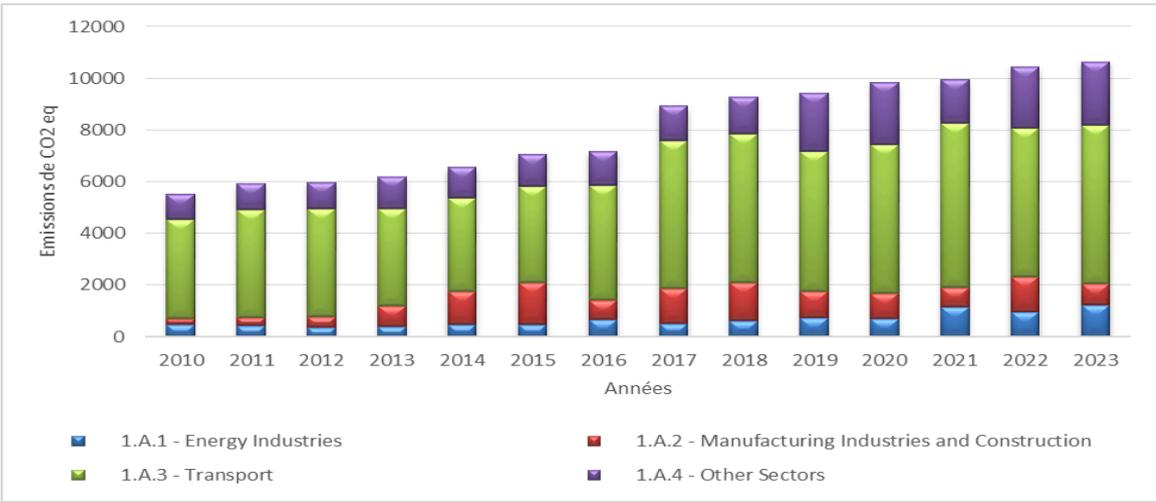


Figure 1: Tendence des Emissions totales de GES directs dans le secteur pour la série temporelle 2010-2023



Mali - Rapport d'inventaire

Tableau 3 : Emissions totales de GES directs pour la série temporelle 2010-2023

Les catégories	Emissions (Gg)													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1 - Energy	5517,063	5914,5	5961	6175,2	6547,8	7047,755	7162,78	8932,8405	9272,1377	9421,5764	9818,6749	9934,8459	10435,655	10640,736
1.A - Fuel Combustion Activities	5517,063	5914,5	5961	6175,2	6547,8	7047,755	7162,78	8932,8405	9272,1377	9421,5764	9818,6749	9934,8459	10435,655	10640,736
1.A.1 - Energy Industries	481,43532	425,8	373,7	386,56	470,04	470,0384	668,78	496,21095	606,27549	718,81079	688,03923	1160,9675	952,80185	1228,4502
1.A.1.a - Main Activity Electricity and Heat Production	481,43532	425,8	373,7	386,56	470,04	470,0384	668,78	496,21095	606,27549	718,81079	688,03923	1160,9675	952,80185	1228,4502
1.A.1.a.i - Electricity Generation	481,43532	425,8	373,7	386,56	470,04	470,0384	668,78	496,21095	606,27549	718,81079	688,03923	1160,9675	952,80185	1228,4502
1.A.1.a.ii - Combined Heat and Power Generation (CHP)														
1.A.1.a.iii - Heat Plants														
1.A.1.b - Petroleum Refining														
1.A.1.c - Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.c.i - Manufacture of Solid Fuels	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.c.ii - Other Energy Industries														
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	229,20114	325,45	411,4	815,31	1274,3	1630,182	727,539	1376,0307	1492,6656	1032,7632	990,72767	752,48003	1366,9165	806,98038
1.A.2.a - Iron and Steel														
1.A.2.b - Non-Ferrous Metals														
1.A.2.c - Chemicals														
1.A.2.d - Pulp, Paper and Print														
1.A.2.e - Food Processing, Beverages and Tobacco														
1.A.2.f - Non-Metallic Minerals														
1.A.2.g - Transport Equipment														
1.A.2.h - Machinery														
1.A.2.i - Mining (excluding fuels) and Quarrying														
1.A.2.j - Wood and wood products														
1.A.2.k - Construction														
1.A.2.l - Textile and Leather														
1.A.2.m - Non-specified Industry	229,20114	325,45	411,4	815,31	1274,3	1630,182	727,539	1376,0307	1492,6656	1032,7632	990,72767	752,48003	1366,9165	806,98038
1.A.3 - Transport	3824,4563	4165	4156	3754,4	3629,1	3708,901	4448,22	5712,9225	5733,9576	5403,6031	5762,4944	6348,5456	5760,5883	6152,9652
1.A.3.a - Civil Aviation	102,42731	94,953	60,21	184,44	176,86	159,0374	198,113	200,97504	198,53599	196,7552	150,5214	255,29554	184,68382	191,35426
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers) (1)														
1.A.3.a.ii - Domestic Aviation	102,42731	94,953	60,21	184,44	176,86	159,0374	198,113	200,97504	198,53599	196,7552	150,5214	255,29554	184,68382	191,35426

Mali - Rapport d'inventaire

1.A.3.b - Road Transportation	3553,3986	4024,4	4050	3523,9	3406,4	3504,01	4203,75	4282,8316	4290,4339	5061,0722	5451,3131	5910,7992	5426,1872	5801,5576
1.A.3.b.i - Cars	2833,3882	2834,8	2836	2837,6	2839	2840,436	2841,85	2843,2558	2844,6654	2846,0751	2847,4847	2848,8944	2850,304	2851,7136
1.A.3.b.i.1 - Passenger cars with 3-way catalysts														
1.A.3.b.i.2 - Passenger cars without 3-way catalysts														
1.A.3.b.ii - Light-duty trucks	360,00519	594,78	606,7	343,13	283,68	331,7867	680,953	719,78793	722,88423	1107,4986	1301,9142	1530,9524	1287,9416	1474,922
1.A.3.b.ii.1 - Light-duty trucks with 3-way catalysts														
1.A.3.b.ii.2 - Light-duty trucks without 3-way catalysts														
1.A.3.b.iii - Heavy-duty trucks and buses	226,06859	457,62	468,6	242,53	151,57	137,8941	341,934	341,93409	341,93409	639,21069	734,1059	872,9147	664,24881	730,13743
1.A.3.b.iv - Motorcycles	133,93659	137,16	138,2	100,59	132,11	193,8925	339,019	377,85384	380,95014	468,28791	567,80831	658,03771	623,69279	744,78455
1.A.3.b.v - Evaporative emissions from vehicles														
1.A.3.b.vi - Urea-based catalysts (3)														
1.A.3.c - Railways	46,119866	45,692	45,69	46,141	45,887	45,85368	46,3532	46,353219	46,353219	45,516076	45,516076	45,516076	45,516076	45,516076
1.A.3.d - Water-borne Navigation	122,51049	0	0	0	0	0	0	1182,7626	1198,6345	100,2596	115,14383	136,93483	104,20125	114,53725
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers) (1)														
1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation	122,51049	0	0	0	0	0	0	1182,7626	1198,6345	100,2596	115,14383	136,93483	104,20125	114,53725
1.A.3.e - Other Transportation														
1.A.3.e.i - Pipeline Transport														
1.A.3.e.ii - Off-road														
1.A.4 - Other Sectors	981,97029	998,22	1020	1218,9	1174,3	1238,634	1318,25	1347,6763	1439,2389	2266,3992	2377,4136	1672,8527	2355,3478	2452,3404
1.A.4.a - Commercial/Institutional	234,75845	240,79	252	261,04	280,16	280,1683	294,311	301,05131	312,00827	323,10215	334,78825	346,86971	359,23426	372,12223
1.A.4.b - Residential	747,21184	742,66	753,4	817,89	810,98	882,7783	836,256	858,94494	939,55059	1723,489	1790,1852	989,7559	1740,2599	1798,9856
1.A.4.c - Agriculture/Forestry/Fishing/Fish Farms	0	14,763	14,76	139,94	83,193	75,68703	187,68	187,68007	187,68007	219,80811	252,44013	336,22709	255,85368	281,2325
1.A.4.c.i - Stationary														
1.A.4.c.ii - Off-road Vehicles and Other Machinery	0	14,763	14,76	139,94	83,193	75,68703	187,68	187,68007	187,68007	219,80811	252,44013	336,22709	255,85368	281,2325
1.A.4.c.iii - Fishing (mobile combustion)														
1.A.5 - Non-Specified														
1.A.5.a - Stationary														

Mali - Rapport d'inventaire

1.A.5.b - Mobile															
1.A.5.b.i - Mobile (aviation component)															
1.A.5.b.ii - Mobile (water-borne component)															
1.A.5.b.iii - Mobile (Other)															
1.A.5.c - Multilateral Operations (1)(2)															
1.B - Fugitive emissions from fuels	NO														
1.B.1 - Solid Fuels	NO														
1.B.1.a - Coal mining and handling	NO														
1.B.1.a.i - Underground mines	NO														
1.B.1.a.i.1 - Mining	NO														
1.B.1.a.i.2 - Post-mining seam gas emissions	NO														
1.B.1.a.i.3 - Abandoned underground mines	NO														
1.B.1.a.i.4 - Flaring of drained methane or conversion of methane to CO2	NO														
1.B.1.a.ii - Surface mines	NO														
1.B.1.a.ii.1 - Mining	NO														
1.B.1.a.ii.2 - Post-mining seam gas emissions	NO														
1.B.1.a.ii.3 - Abandoned surface mines	NO														
1.B.1.b - Uncontrolled combustion and burning coal dumps	NO														
1.B.1.c - Fuel transformation	NO														
1.B.1.c.i - Charcoal and Biochar production	NO														
1.B.1.c.ii - Coke production	NO														
1.B.1.c.iv - Gasification transformation	NO														
1.B.2 - Oil and Natural Gas	NO														
1.B.2.a - Oil	NO														
1.B.2.a.i - Venting	NO														
1.B.2.a.ii - Flaring	NO														
1.B.2.a.iii - All Other	NO														
1.B.2.a.iii.1 - Exploration	NO														

Mali - Rapport d'inventaire

1.B.2.a.iii.2 - Production and Upgrading	NO														
1.B.2.a.iii.3 - Transport	NO														
1.B.2.a.iii.4 - Refining	NO														
1.B.2.a.iii.5 - Distribution of oil products	NO														
1.B.2.a.iii.6 - Other	NO														
1.B.2.b - Natural Gas	NO														
1.B.2.b.i - Venting	NO														
1.B.2.b.ii - Flaring	NO														
1.B.2.b.iii - All Other	NO														
1.B.2.b.iii.1 - Exploration	NO														
1.B.2.b.iii.2 - Production	NO														
1.B.2.b.iii.3 - Processing	NO														
1.B.2.b.iii.4 - Transmission and Storage	NO														
1.B.2.b.iii.5 - Distribution	NO														
1.B.2.b.iii.6 - Other	NO														
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	NO														
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	NO														
1.C.1 - Transport of CO2	NO														
1.C.1.a - Pipelines	NO														
1.C.1.b - Ships	NO														
1.C.1.c - Other (please specify)	NO														
1.C.2 - Injection and Storage	NO														
1.C.2.a - Injection	NO														
1.C.2.b - Storage	NO														
1.C.3 - Other	NO														

Tableau 1-6 : Emissions des GES directs présentées par le secteur et par catégorie en 2010 et 2023

Les catégories	Emissions (Gg)					
	CO2	CH4	N2O	CO2	CH4	N2O
	2010			2023		
1 - Energy	4656,6043	26,869	0,633	8556,026	67,253542	1,3535959
1.A - Fuel Combustion Activities	4656,6043	26,869	0,633	8556,026	67,253542	1,3535959
1.A.1 - Energy Industries	479,79318	0,0194	0,004	1224,3379	0,0486084	0,0097217
1.A.1.a - Main Activity Electricity and Heat Production	479,79318	0,0194	0,004	1224,3379	0,0486084	0,0097217
1.A.1.a.i - Electricity Generation	479,79318	0,0194	0,004	1224,3379	0,0486084	0,0097217
1.A.1.a.ii - Combined Heat and Power Generation (CHP)						
1.A.1.a.iii - Heat Plants						
1.A.1.b - Petroleum Refining						
1.A.1.c - Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	0	0		0	0	
1.A.1.c.i - Manufacture of Solid Fuels	0	0		0	0	
1.A.1.c.ii - Other Energy Industries						
1.A.2 - Manufacturing Industries and Construction	228,39534	0,0095	0,002	804,17253	0,0331897	0,0066379
1.A.2.a - Iron and Steel						
1.A.2.b - Non-Ferrous Metals						
1.A.2.c - Chemicals						
1.A.2.d - Pulp, Paper and Print						
1.A.2.e - Food Processing, Beverages and Tobacco						
1.A.2.f - Non-Metallic Minerals						
1.A.2.g - Transport Equipment						
1.A.2.h - Machinery						
1.A.2.i - Mining (excluding fuels) and Quarrying						
1.A.2.j - Wood and wood products						
1.A.2.k - Construction						
1.A.2.l - Textile and Leather						

Mali - Rapport d'inventaire

1.A.2.m - Non-specified Industry	228,39534	0,0095	0,002	804,17253	0,0331897	0,0066379
1.A.3 - Transport	3697,6655	1,1944	0,325	5977,664	1,8202392	0,4355542
1.A.3.a - Civil Aviation	101,56296	0,0007	0,003	189,73949	0,0013269	0,0053074
1.A.3.a.i - International Aviation (International Bunkers) (1)						
1.A.3.a.ii - Domestic Aviation	101,56296	0,0007	0,003	189,73949	0,0013269	0,0053074
1.A.3.b - Road Transportation	3474,2498	1,1647	0,168	5674,5668	1,7906443	0,2759218
1.A.3.b.i - Cars	2768,5003	1,0169	0,132	2786,406	1,0235031	0,1332887
1.A.3.b.i.1 - Passenger cars with 3-way catalysts						
1.A.3.b.i.2 - Passenger cars without 3-way catalysts						
1.A.3.b.ii - Light-duty trucks	352,87477	0,0739	0,018	1444,0804	0,3835706	0,0713166
1.A.3.b.ii.1 - Light-duty trucks with 3-way catalysts						
1.A.3.b.ii.2 - Light-duty trucks without 3-way catalysts						
1.A.3.b.iii - Heavy-duty trucks and buses	222,28967	0,0117	0,012	717,93258	0,0377859	0,0377859
1.A.3.b.iv - Motorcycles	130,58509	0,0622	0,006	726,1478	0,3457847	0,0335306
1.A.3.b.v - Evaporative emissions from vehicles						
1.A.3.b.vi - Urea-based catalysts (3)						
1.A.3.c - Railways	0,6037901	0,0176	0,151	0	0,0175595	0,1512654
1.A.3.d - Water-borne Navigation	121,24891	0,0115	0,003	113,35778	0,0107086	0,0030596
1.A.3.d.i - International water-borne navigation (International bunkers) (1)						
1.A.3.d.ii - Domestic Water-borne Navigation	121,24891	0,0115	0,003	113,35778	0,0107086	0,0030596
1.A.3.e - Other Transportation						
1.A.3.e.i - Pipeline Transport						
1.A.3.e.ii - Off-road						
1.A.4 - Other Sectors	250,75024	25,646	0,302	549,85148	65,351505	0,9016821
1.A.4.a - Commercial/Institutional	167,25119	2,5461	0,013	264,8781	4,0437194	0,0206415
1.A.4.b - Residential	83,499046	23,1	0,289	33,067212	61,293677	0,7838137
1.A.4.c Agriculture/Forestry/Fishing/Fish Farms	0	0	0	251,90617	0,0141081	0,0972269
1.A.4.c.i - Stationary						

Mali - Rapport d'inventaire

1.A.4.c.ii - Off-road Vehicles and Other Machinery	0	0	0	251,90617	0,0141081	0,0972269
1.A.4.c.iii - Fishing (mobile combustion)						
1.A.5 - Non-Specified						
1.A.5.a - Stationary						
1.A.5.b - Mobile						
1.A.5.b.i - Mobile (aviation component)						
1.A.5.b.ii - Mobile (water-borne component)						
1.A.5.b.iii - Mobile (Other)						
1.A.5.c - Multilateral Operations (1)(2)						
1.B - Fugitive emissions from fuels	0	0	0	0	0	0
1.B.1 - Solid Fuels	0	0	0	0	0	0
1.B.1.a - Coal mining and handling	0	0		0	0	
1.B.1.a.i - Underground mines	0			0		
1.B.1.a.i.1 - Mining						
1.B.1.a.i.2 - Post-mining seam gas emissions						
1.B.1.a.i.3 - Abandoned underground mines	0			0		
1.B.1.a.i.4 - Flaring of drained methane or conversion of methane to CO2						
1.B.1.a.ii - Surface mines	0	0		0	0	
1.B.1.a.ii.1 - Mining						
1.B.1.a.ii.2 - Post-mining seam gas emissions						
1.B.1.a.ii.3 - Abandoned surface mines	0	0		0	0	
1.B.1.b - Uncontrolled combustion and burning coal dumps						
1.B.1.c - Fuel transformation	0	0	0	0	0	0
1.B.1.c.i - Charcoal and Biochar production						
1.B.1.c.ii - Coke production						
1.B.1.c.iv - Gasification transformation	0	0	0	0	0	0
1.B.2 - Oil and Natural Gas						
1.B.2.a - Oil						

Mali - Rapport d'inventaire

1.B.2.a.i - Venting						
1.B.2.a.ii - Flaring						
1.B.2.a.iii - All Other						
1.B.2.a.iii.1 - Exploration						
1.B.2.a.iii.2 - Production and Upgrading						
1.B.2.a.iii.3 - Transport						
1.B.2.a.iii.4 - Refining						
1.B.2.a.iii.5 - Distribution of oil products						
1.B.2.a.iii.6 - Other						
1.B.2.b - Natural Gas						
1.B.2.b.i - Venting						
1.B.2.b.ii - Flaring						
1.B.2.b.iii - All Other						
1.B.2.b.iii.1 - Exploration						
1.B.2.b.iii.2 - Production						
1.B.2.b.iii.3 - Processing						
1.B.2.b.iii.4 - Transmission and Storage						
1.B.2.b.iii.5 - Distribution						
1.B.2.b.iii.6 - Other						
1.B.3 - Other emissions from Energy Production	0	0	0	0	0	0
1.C - Carbon dioxide Transport and Storage	0			0		
1.C.1 - Transport of CO2	0			0		
1.C.1.a - Pipelines	0			0		
1.C.1.b - Ships	0					
1.C.1.c - Other (please specify)	0					
1.C.2 - Injection and Storage	0					
1.C.2.a - Injection	0					
1.C.2.b - Storage	0					
1.C.3 - Other						

Les émissions totales des GES directs du secteur sont estimées à 10640,736Gg CO₂ eq en 2023. Les sous-secteurs de l'industrie énergétique, manufacturé et le transport et autres (dominé par le résidentiel) émettent la majeure partie des émissions en y contribuant respectivement à 57,8% et 23,0% en 2023 respectivement ; ils sont suivis par les sous-secteurs de l'industrie énergétique et manufacturé qui occupe 11,5% et 7,6% en 2023.

Cette forte contribution du secteur de l'énergie aux émissions totales des GES directs, s'explique notamment par la forte consommation de l'essence et du gasoil aux fins des transports et industries Energétiques d'une part et d'autre part, par la consommation du bois énergie dans les ménages et le tertiaire.

Il faut noter également pour les émissions par Gaz, les CO₂ est le GES direct le plus émis sur toute la série temporelle. Les émissions de CO₂ étaient estimées à 84% suivi du Méthane (12%) et de l'oxyde nitreux 3%(Figure 2.5) et en 2010. La part du CO₂ direct a été 80% suivi du Méthane (16%) et de l'Oxyde nitreux (4%) en 2023.

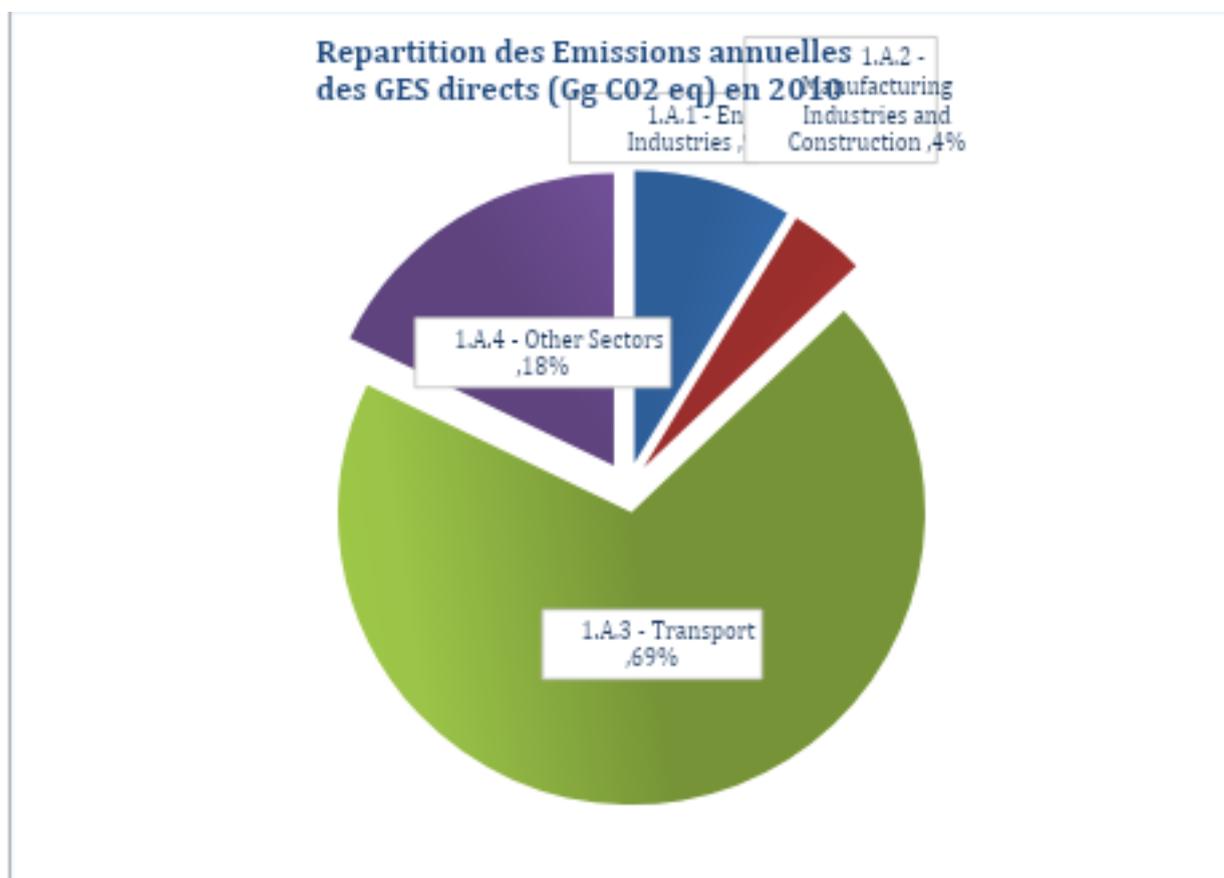


Figure 2 : Répartition des Emissions annuelles des GES directs (Gg CO₂ eq) en 2010

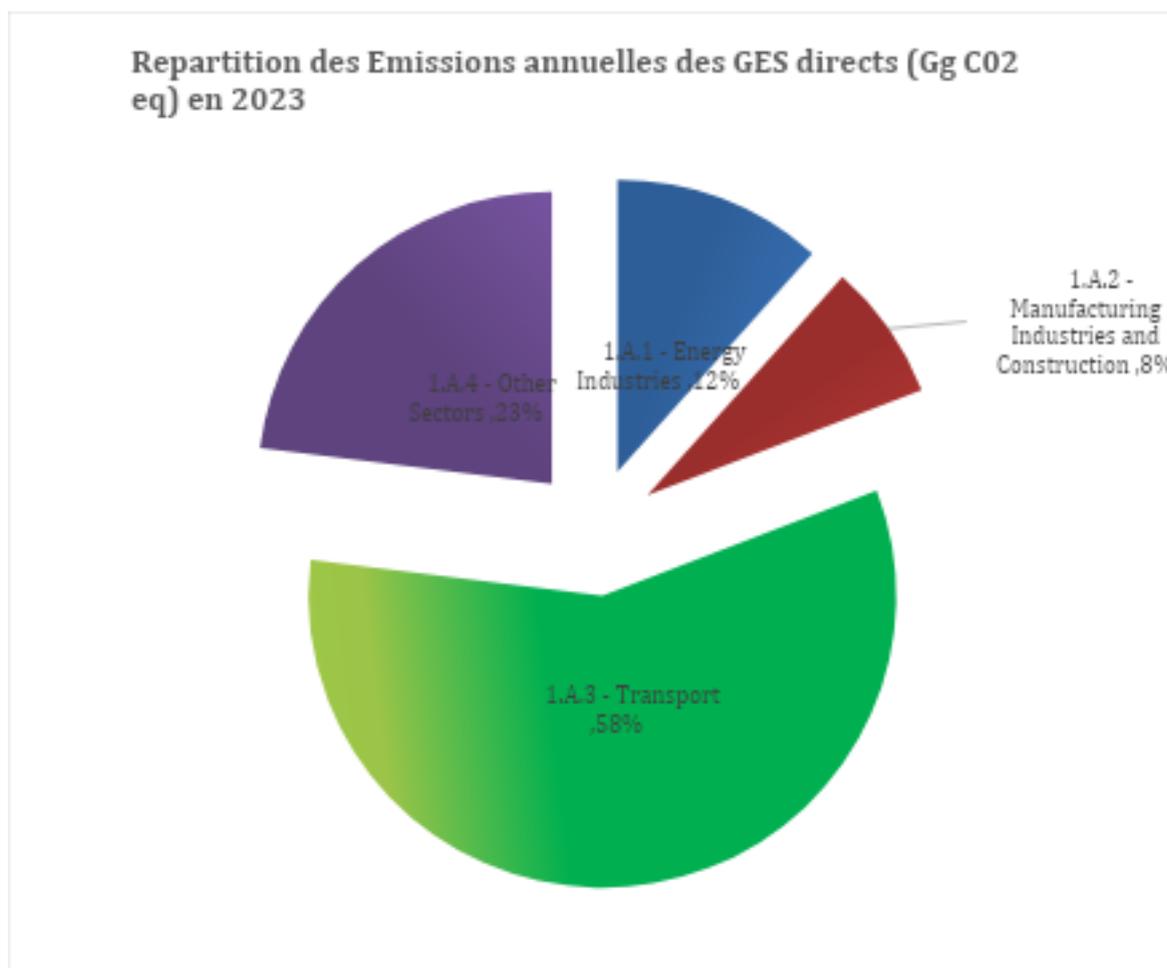


Figure 3 : Répartition des Emissions annuelles des GES directs (Gg C02 eq) en 2023

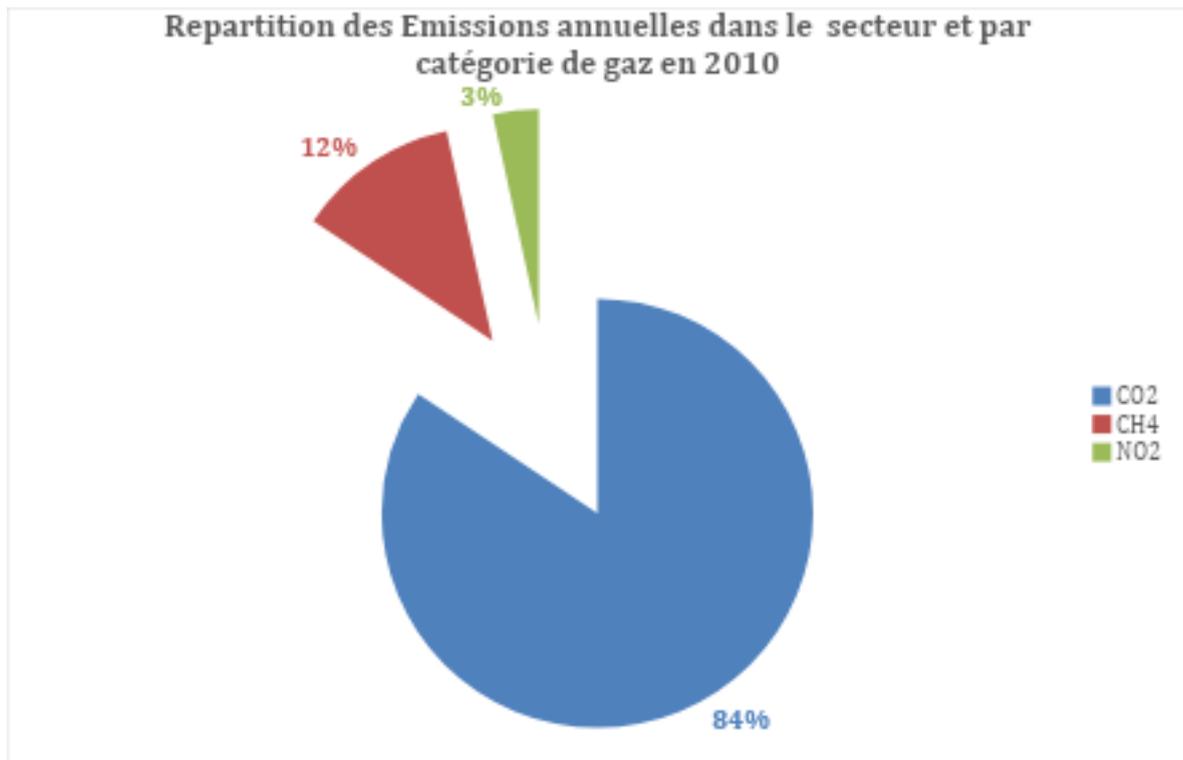


Figure 4 : Répartition des Emissions annuelles dans le secteur et par catégorie de gaz en 2010

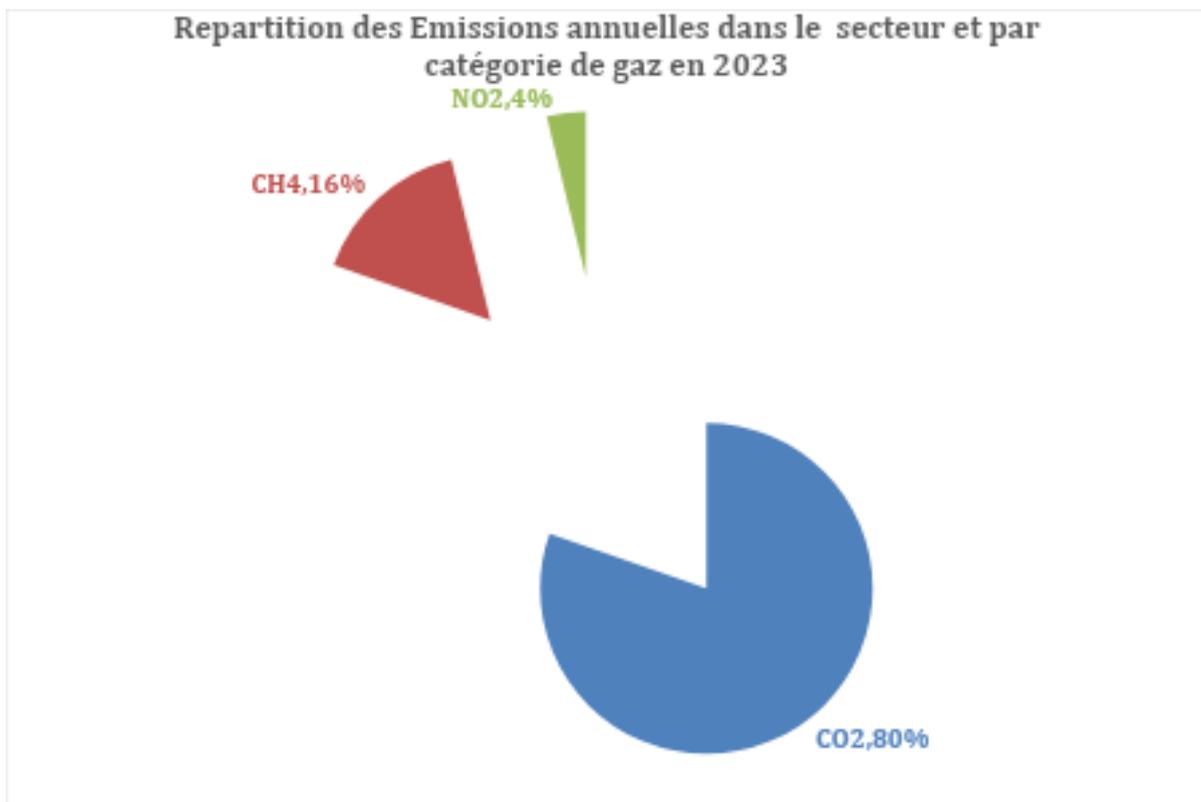
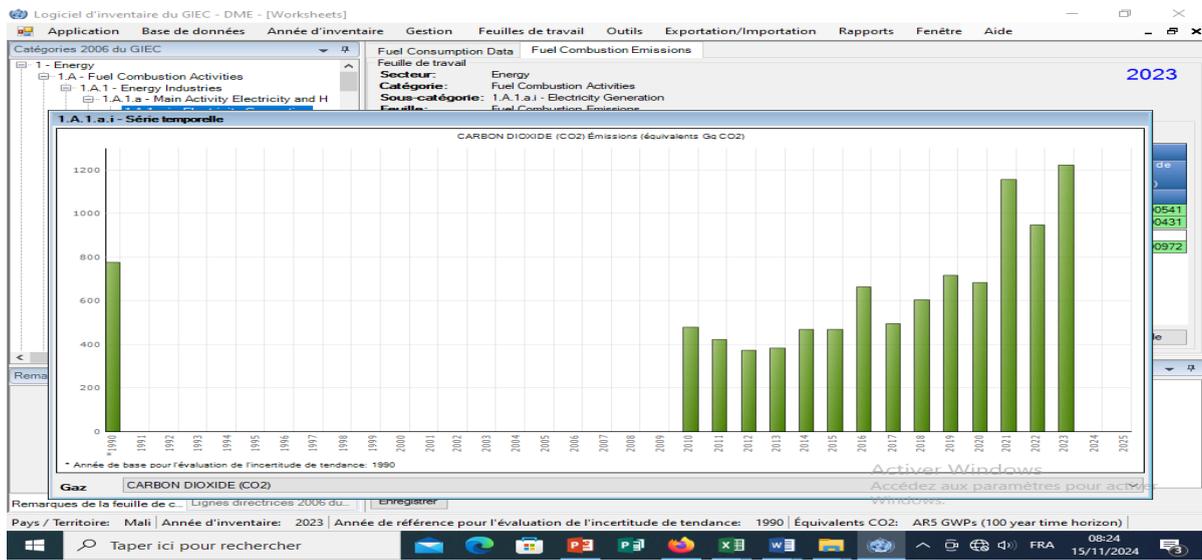


Figure 5 : Répartition des Emissions annuelles dans le secteur et par catégorie de gaz en 2023

Mali - Rapport d'inventaire



Niveau d'émissions de Gg CO2

Autres émissions

Emissions provenant des combustibles de soutes internationales

Les données ne sont pas disponibles pour estimer les émissions de cette sous-catégorie.

Emissions issues des opérations multilatérales

Cette sous-catégorie regroupe les émissions de combustion imputables au carburant vendu à tout engin aérien ou marin engagé dans des opérations multilatérales conformément à la Charte des Nations. Les données ne sont pas disponibles pour estimer les émissions de cette sous-catégorie.

Emissions de CO₂ provenant de la biomasse énergie

Dans le secteur de l'énergie, les émissions de CO₂ provenant de la combustion de la biomasse sont calculées et reportées à titre d'information (Tableau 2.8) conformément aux directives du GIEC. Elles sont comptabilisées dans le secteur de la FAT pour raison d'exhaustivité.

Tableau 4 : Emissions de CO₂ provenant de la biomasse énergie de 2004 à 2017 estimées selon l'approche sectorielle (Gg) dans le secteur de l'énergie.

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Emissions de CO₂	10 465	10 465	10 894	11 636	11 752	12 114	12 551	13 007	13 476	24 422	25 302	14 983	24 982	25 881

Améliorations prévues

Lors de l'élaboration des inventaires de GES, des domaines d'amélioration future ont été identifiés. Ces améliorations portent surtout sur les données d'activité et les facteurs d'émission. L'exécution des activités proposées dans le Tableau 2.12 contribuera à améliorer la qualité des futurs inventaires de GES

Catégories de sources et de puits de GES	Identification des domaines d'améliorations prévues	Activités à mener	Niveau de priorité de l'amélioration (catégorie clé ou non)	Institutions responsables dans le système national d'inventaire	Délai prévu pour exécuter l'amélioration
1- Energie					
Général	Données d'activité ;	Revoir le système existant et les arrangements institutionnels pour améliorer la collecte des données d'activité ;		MEADD/AEDD et les autres départements sectoriels (Energie, Industrie, Agriculture, déchets, Instat, etc).	Prochain cycle d'inventaire
	Exhaustivité (désagrégation des émissions) ;	Renforcer les capacités des experts nationaux afin de pouvoir améliorer les estimations en ligne avec les circonstances du pays ;			
	Stockage de carbone dans les produits ;	S'assurer que les estimations sont effectivement faites pour toutes les sous-catégories, particulièrement pour les catégories clés, et que les sous-catégories manquantes sont expliquées clairement et justifiées ;			

	Contrôle de qualité	Inclure à l'avenir les émissions provenant même de sources confidentielles ;			
		S'assurer que dans l'approche de référence, la quantité de carbone qui ne conduit pas aux émissions liées à la combustion est exclue des émissions totales de CO2. ;			
		Comparer les données d'activité rapportées avec celles publiées par les organismes internationaux.			
1.A.1 -Industries énergétiques	Données sur les consommations de bois pour la production de charbon de bois	Réaliser une enquête pour actualiser les indicateurs d'activité et de consommation spécifique de bois-énergie	Catégorie clé	MEADD/AEDD/DNEF/ INSTAT/ENERGIE	Moyen terme
1 .A.2 - Industries manufacturières et construction	Données d'activité	Désagréger des données d'activité des industries manufacturières et de construction	Catégorie clé	MEADD/AEDD/INDUSTRIE/ INSTAT/ENERGIE	Prochain cycle d'inventaire
1 .A.3 Transport	Utilisation de méthodes de niveau	Réaliser des enquêtes pour collecter les données nécessaires au passage à la méthode de niveau 2 pour le transport routier ;	Catégorie clé	MEADD/AEDD/TRANSPORT/AGRICULTURE INSTAT/ENERGIE	Prochain cycle d'inventaire

	supérieur applicables	Désagréger les données par type de véhicule ;			
	Données sur les consommations de	Collecter les données d'activité pour les sous-catégories " agriculture foresterie, et pêche, "Commerce/institutions" ;			
	l'essence et du gasoil	Collecter les données sur les consommations de lubrifiants pour la combustion dans les moteurs à deux temps.			
	Données sur les consommations de				
	lubrifiants dans les moteurs à deux temps				
		Développer les facteurs d'émissions propres au pays pour le transport routier.		MEADD/AEDD, Universités, centres de recherche et les autres départements sectoriels	Moyen terme
1 .A .4.a - Secteur commercial et institutionnel	Données sur les consommations de bois-énergie, de GPL	Réaliser une enquête pour actualiser les indicateurs d'activité et de consommation spécifique de bois-énergie	Pas une catégorie clé	MEADD/AEDD/DNEF/ INSTAT/ENRGIE	Moyen terme
		Collecter les données sur le gaz GPL			Prochain cycle d'inventaire

Agriculture

Contexte et aperçu de l'inventaire

L'agriculture constitue une activité centrale pour l'économie malienne, représentant plus de 30 % du PIB et employant une grande majorité de la population, notamment en milieu rural. Cependant, ce secteur est l'une des principales sources d'émissions de gaz à effet de serre (GES) au Mali, en raison des pratiques agricoles traditionnelles, de la gestion inadéquate des effluents d'élevage, et de l'utilisation non durable des ressources naturelles. Les émissions agricoles proviennent principalement de deux sources : le méthane (CH₄) issu de la fermentation entérique et de la gestion des effluents d'élevage, ainsi que le protoxyde d'azote (N₂O) lié à l'utilisation d'engrais et à la gestion des sols.

En parallèle, l'agriculture est fortement vulnérable aux impacts des changements climatiques. Les aléas tels que la variabilité des précipitations, la sécheresse prolongée, et la dégradation des terres réduisent la productivité agricole, exacerbant les problèmes de sécurité alimentaire et de pauvreté. Conscient de ces enjeux, le Mali a inclus l'agriculture comme secteur prioritaire dans sa Contribution Déterminée au niveau National (CDN). Lors de la révision de la CDN en 2021, le pays s'est engagé à réduire les émissions agricoles de 29 % d'ici 2030 par rapport à un scénario de référence, notamment à travers des pratiques agricoles climato-intelligentes et une meilleure gestion des ressources naturelles.

Le projet ICAT a permis de réaliser un inventaire détaillé des émissions de GES dans le secteur agricole, en s'appuyant sur les méthodologies des lignes directrices du GIEC. Ces travaux ont permis de collecter des données fiables sur les sources d'émissions et d'évaluer l'impact des politiques d'atténuation en cours. L'outil GACMO a également été utilisé pour modéliser les réductions d'émissions potentielles, notamment par la mise en œuvre de pratiques telles que l'agroforesterie, l'intensification durable des systèmes d'élevage, et l'amélioration de la gestion des sols.

En complément, des ateliers de renforcement des capacités ont été organisés pour former les parties prenantes nationales sur la collecte, l'analyse, et le rapportage des données agricoles. Ces efforts visent à structurer un système de Mesure, Notification et Vérification (MRV) opérationnel pour le secteur, répondant aux exigences du cadre de transparence renforcé (ETF) de l'Accord de Paris.

Le soutien technique fourni par le projet ICAT contribue à renforcer la transparence et l'efficacité des actions climatiques dans le secteur agricole, tout en améliorant la résilience des communautés rurales face aux impacts des changements climatiques.

Ce rapport porte sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) des sous-secteurs de l'agriculture et de l'élevage, en mettant l'accent sur les émissions de méthane (CH₄) et d'oxyde nitreux (N₂O). Il se concentre sur les données collectées, la méthodologie utilisée et les calculs des émissions générées, fournissant une évaluation détaillée des contributions de ces sous-secteurs aux émissions anthropiques.

Description générale des méthodologies utilisées

Les inventaires des émissions de GES ont été réalisés suivant les lignes directrices du GIEC version 2006 du GIEC. A cet effet, l'outil informatique a été utilisé à travers les différentes formules développées dans les documents du GIEC qui prennent en compte les facteurs d'émission, les données d'activités etc.

Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre

Les Lignes directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre sont un ensemble de guides qui rassemblent des méthodes et des données par défaut pouvant être utilisées pour quantifier les émissions de tous les principaux secteurs sources. L'objectif des Lignes directrices du GIEC est de fournir un ensemble commun de méthodologies et un cadre de déclaration des émissions de GES afin de faciliter la transparence dans la quantification et la comptabilisation des émissions de GES entre les pays. Les Lignes directrices 2006 du GIEC (c'est-à-dire publiées en 2006) constituent l'ensemble le plus complet de lignes directrices. En 2019, un " raffinement " des Lignes directrices 2006 du GIEC a été publié ; il comprend des méthodologies mises à jour et des données par défaut actualisées dans certains secteurs, qui, pour les secteurs mis à jour, remplacent les Lignes directrices 2006 du GIEC.

Les Lignes directrices du GIEC visent à être applicables à l'échelle mondiale, c'est-à-dire de la même manière dans les pays disposant d'importantes ressources en données et dans ceux où les données sont limitées. En tant que telles, différentes méthodologies de complexité variable sont incluses dans les Lignes directrices pour tenir compte de la disponibilité des données dans les différents pays. Les méthodologies sont classées en 3 *niveaux* qui reflètent les méthodes de complexité croissante et les exigences en matière de données.

Les méthodologies de **niveau 1** sont les plus simples, et peuvent être appliquées avec un minimum de données, et souvent des données par défaut sont fournies pour être utilisées lorsqu'il n'existe pas de données pour ces secteurs. Les méthodologies de **niveau 2** sont plus complexes et requièrent davantage de données spécifiques au niveau national que celles requises pour le niveau 1. Enfin, les méthodes de **niveau 3** sont les plus complexes et nécessitent souvent une mesure directe des émissions à la source pour fournir des facteurs d'émission appropriés au niveau local.

Encadré 1 : Vue d'ensemble des lignes directrices du GIEC

Description des sources de données d'activités

A l'instar des autres secteurs, les données d'activité utilisées pour l'élaboration des inventaires de GES proviennent de diverses sources. Dans le processus de collecte de données, la priorité est accordée aux sources nationales. Lorsque les données recherchées ne sont pas disponibles au niveau national, l'équipe d'inventaire a recours au jugement d'expert et aux techniques d'extrapolation et d'interpolation pour combler les lacunes de données.

Dans le cas précis des brûlages des résidus de récolté, sur jugement d'expert il a été convenu lors du BUR que très peu de résidus sont brûlés actuellement.

Pour les sous-secteurs de l'agriculture et de l'élevage, les sources de données proviennent des directions centrales de l'Agriculture (DNA) de l'élevage (DNPIA) et de la CPS/SDR.

Le niveau méthodologique 1 (Tier 1) du GIEC a été appliqué pour toutes les sous-catégories. Les

facteurs d'émission (FE) et paramètres d'émission sont des valeurs par défaut proposées par les Lignes Directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de GES.

Ces différents facteurs d'émission utilisés sont ressortis dans ce rapport.

Le Tableau ci-après présente un aperçu du niveau méthodologique utilisé pour les catégories de sources de GES au Mali dans le secteur de l'Agriculture et de l'élevage

Tableau 5 : Niveau méthodologique et facteurs d'émission utilisés pour l'élaboration des inventaires de GES au Mali dans le secteur de l'agriculture

Catégories de sources et de puits de GES	CH ₄		N ₂ O		CO ₂	
	Méthode	FE	Méthode	FE	méthode	FE
3A Fermentation entérique	T1	D				
3B Gestion des déjections	T1	D	T1	D		
3C Riziculture	T1	D				
3D Sols agricoles			T1	D		
3E Brûlage de savanes	Non concerné					
3F Brûlage de résidus agricoles	Non concerné					
3G Chaulage	Non concerné					
3H Application d'urée					T1	D

FE : facteur d'émission ; T1 : méthode de niveau 1 ; D : FE par défaut

Emissions dans le sous-secteur de l'élevage

Le sous-secteur de l'Élevage, de par son importance stratégique dans l'économie malienne, figure en bonne place dans les actions prioritaires du Gouvernement. Sa contribution au PIB se situait autour de 15,2% en 2013 derrière les produits de l'agriculture (16,2%) et devant l'or (7,2%) selon le rapport 2015 de l'INSTAT.

Méthodes de collecte des données

Les données collectées portent principalement sur l'évolution des effectifs du cheptel qui est fournie dans les différents rapports bilan de la Direction nationale des productions et des Industries animales (DNPIA) et porte sur les bovins, ovins, caprins, camelins, équins, porcins et la volaille.

Effectifs du Cheptel

Les effectifs du cheptel sont donnés dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Evolution des effectifs du cheptel de 2010 à 2022

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vaches laitières	1282820	1321345	1360986	1602075	1650136	1699619	1750624	1826544	1881340	1937780	1995914	2055791	2117465
Autres vaches	7880180	8116836	8360341	8410891	8663214	8923001	9190776	9589356	9877037	10173348	10478548	10792905	11116693
Ovins	11865000	12458525	13081451	13735523	14422300	15143415	15900000	17400000	18270000	19183500	20142675	21149808	22207301
Caprins	16522000	17348577	18216006	19126806	20083150	21087150	22141650	24023800	25224990	26486240	27810552	29201079	30661134
Equins	487000	497506	507456	517605	527950	538545	549270	561500	572730	584185	595868	607785	619942
Asins	880000	899984	919694	939835	960400	979510	999200	1099900	1121898	1144336	1167223	1190567	1214379
Camelins	922000	940965	959784	978980	998560	1008440	1028700	1192900	1216758	1241093	1265915	1291233	1317057
Porcins	75000	75915	76750	77594	78500	82425	83200	84150	85160	86012	87216	88262	89322
Volaille	35 050 800	35 082 450	35 095 598	36 850 378	36 970 210	38 587 450	38 587 450	45 004 600	47 254 830	49 617 572	52 098 451	54 703 373	57 438 542

Source : Rapport bilan DNPIA

Commentaires : Les estimations de ces effectifs sont faites sur la base des données du recensement national du cheptel de 1991 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 asins, 2% pour les camelins et 1% pour les porcins. Les effectifs de volailles sont obtenus à la faveur des estimations faites par les agents de la DNPIA aux niveaux régionaux, local et communal

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

Facteurs d'émission pour la fermentation entérique (kg CH₄/tête/an)

Vaches laitières	46
Autres bovins	31
Ovins	5
Caprins	5
Equins	18
Asins	10
Camelins	46
Porcins	1

Facteurs d'émission pour la gestion du fumier (kg CH₄/tête/an)

Vaches laitières	1
Autres bovins	1
Ovins	0,20
Caprins	0,22
Equins	2,19
Asins	1,20
Camelins	2,6
Porcins	2
Volaille	0,020

Résultats des émissions dues à l'élevage

- Émissions de CH₄ (Kt) dues à la fermentation entérique (voir tableaux et figures).

La formule ci-après a été appliquée pour le calcul des émissions liées à la fermentation entérique

ÉQUATION 10.19
ÉMISSIONS DUES A LA FERMENTATION ENTERIQUE D'UNE CATEGORIE DE BETAIL

$$Emissions = FE_{(T)} \cdot \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Où :

Émissions = émissions annuelles de méthane dues à la fermentation entérique, Gg CH₄ an⁻¹

FE_(T) = facteur d'émissions de la catégorie de bétail définie, kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹

N_(T) = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

T = espèce/catégorie de bétail

Tableau 7 : Résultats des émissions de CH4 dues à la fermentation entérique de 2010 à 2022 (en kt CH4 et kt CO2e)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vaches laitières	59	61	63	74	76	78	81	84	87	89	92	95	97
Autres vaches	244	252	259	261	269	277	285	297	306	315	325	335	345
Ovins	59	62	65	69	72	76	80	87	91	96	101	106	111
Caprins	83	87	91	96	100	105	111	120	126	132	139	146	153
Equins	9	9	9	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
Asins	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
Camelins	42	43	44	45	46	46	47	55	56	57	58	59	61
Porcins	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL émissions/an	505	523	541	563	582	602	623	664	688	712	737	763	790
Emissions CH4 en kt éq CO2	14 148	14 637	15 143	15 752	16 299	16 853	17 442	18 605	19 258	19 936	20 640	21 370	22 130

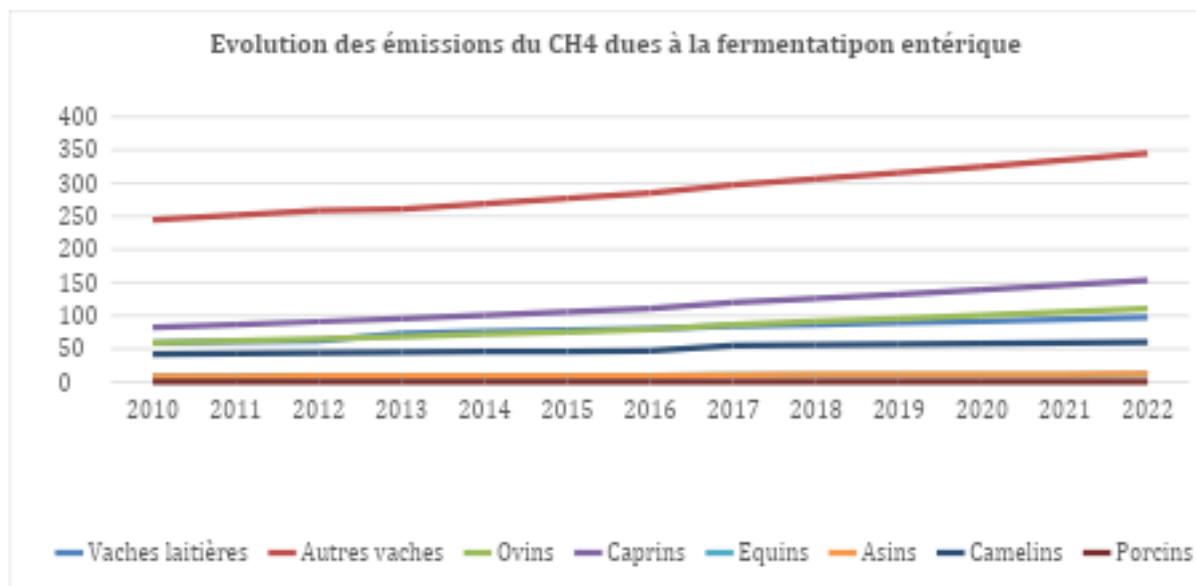


Figure 7 : Evolution des émissions du CH4 dues à la fermentation entérique (kt CH4)

□ **Emissions de CH₄ (Kt) dues à la gestion du fumier (voir tableaux et figures).**

La formule ci-après a été appliquée pour le calcul des émissions liées à la gestion du fumier

$$\text{ÉQUATION 10.22}$$

$$\text{ÉMISSIONS DE CH}_4 \text{ DUES A LA GESTION DU FUMIER}$$

$$CH_{4\text{fumier}} = \sum_{(T)} \frac{(FE_{(T)} \cdot N_{(T)})}{10^6}$$

Où :

$CH_{4\text{fumier}}$ = émissions de CH₄ dues à la gestion du fumier, pour une population définie, Gg CH₄ an⁻¹

$FE_{(T)}$ = facteur d'émissions de la catégorie de bétail définie, kg CH₄ tête⁻¹ an⁻¹

$N_{(T)}$ = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

T = espèce/catégorie de bétail

Sur la base de cette formule, les émissions émises par espèce et par an sont données dans le tableau ci-après :

Tableau 8 : Résultats des émissions du CH₄ dues à la gestion du fumier de 2010 à 2022 (en kt CH₄ et kt CO₂e)

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vaches laitières	1.28	1.32	1.36	1.60	1.65	1.70	1.75	1.83	1.88	1.94	2.00	2.06	2.12
Autres vaches	7.88	8.12	8.36	8.41	8.66	8.92	9.19	9.59	9.88	10.17	10.48	10.79	11.12
Ovins	2.37	2.49	2.62	2.75	2.88	3.03	3.18	3.48	3.65	3.84	4.03	4.23	4.44
Caprins	3.63	3.82	4.01	4.21	4.42	4.64	4.87	5.29	5.55	5.83	6.12	6.42	6.75
Equins	1.07	1.09	1.11	1.13	1.16	1.18	1.20	1.23	1.25	1.28	1.30	1.33	1.36
Asins	1.06	1.08	1.10	1.13	1.15	1.18	1.20	1.32	1.35	1.37	1.40	1.43	1.46
Camelins	2.36	2.41	2.46	2.51	2.56	2.58	2.63	3.05	3.11	3.18	3.24	3.31	3.37
Porcins	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18
Volaille	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Emissions CH₄ par an	19.83	20.50	21.20	21.92	22.67	23.43	24.23	25.99	26.89	27.82	28.78	29.79	30.83
Emissions en	555	574	594	614	635	656	678	728	753	779	806	834	863

□ Emissions de N₂O - Gestion des déjections

Il y a eu deux types de données d'activité principales pour estimer les émissions de N₂O liées à la gestion des déjections : (1) cheptel, et (2) la répartition des animaux par système de gestion des déjections. Il y a deux types d'émissions comptabilisées : les émissions directes de N₂O et les émissions indirectes de N₂O liées à la volatilisation

Les émissions directes de N₂O

Méthodologie

ÉQUATION 10.25
ÉMISSIONS DIRECTES DE N₂O DUES A LA GESTION DU FUMIER

$$N_2O_{D(gf)} = \left[\sum_S \left[\sum_T (N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot GF_{(T,S)}) \right] \cdot FE_{3(S)} \right] \cdot \frac{44}{28}$$

Où :

$N_2O_{D(gf)}$ = émissions directes de N₂O dues à la gestion du fumier dans le pays, kg N₂O an⁻¹

$N_{(T)}$ = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

$Nex_{(T)}$ = excréments annuels moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal⁻¹ an⁻¹

$GF(T,S)$ = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

$FE_{3(S)}$ = facteur d'émissions des émissions directes de N₂O du système de gestion du fumier S dans le pays, kg N₂O-N/kg N dans le système de gestion du fumier S

S = système de gestion du fumier

T = espèce/catégorie de bétail

44/28 = conversion des émissions de (N₂O-N)_(gf) en émissions de N₂O_(gf)

Facteurs d'excrétion azotés (Nex)

ÉQUATION 10.30
TAUX ANNUELS D'EXCRETION DE N

$$Nex_{(T)} = N_{taux(T)} \cdot \frac{MAT}{1000} \cdot 365$$

Où :

$Nex_{(T)}$ = excrétion annuelle de N de la catégorie de bétail T, kg N animal⁻¹ an⁻¹

$N_{taux(T)}$ = taux d'excrétion de N par défaut, kg N (1 000 kg masse animale)⁻¹ jour⁻¹ (voir tableau 10.19)

$MAT_{(T)}$ = masse animale type pour la catégorie de bétail T, kg animal⁻¹

MAT (kg/animal)	Masse
Vaches laitières	275
Autres bovins	173
Ovins	28
Caprins	30
Equins	377
Asins	130
Camelins	217
Porcins	28,0

N taux (kg N / 1000 kg masse animale/jour)

Mali - Rapport d'inventaire

Vaches laitières	0,6
Autres bovins	0,63
Ovins	1,17
Caprins	1,37
Equins	0,46
Asins	0,46
Camelins	0,46
Porcins	1,47

La répartition des animaux par système de gestion des déjections est principalement basée sur les données par défaut du Giec 2006 et/ou sur du jugement d'experts.

Les hypothèses suivantes sont retenues :

Répartition des animaux par système de gestion des déjections

	Liquide/ Lisier	Stockage solide	Parc d'élevage (dry lot)	Pâturage / parcours	Epandag e quotidie n	Brulage	Fosse <1mois
Vaches laitières		1%		88%	5%	6%	
Autres bovins			1%	95%	1%	3%	
Ovins				100%			
Caprins				100%			
Equins				100%			
Asins				100%			
Camelins				100%			
Porcins	6%	6%	87%				1%

Facteur d'émission pour la gestion du fumier (kg N-N2O/kgN)

Lagune (lagoon)	0
Liquide/Lisier	0
Stockage solide	0,005
Parc d'élevage (Dry lot)	0,02
Pâturage, parcours	
Epanchage quotidien	0
Digesteur	0
Brûlage comme combustible	
Fosse < 1 mois	0,002
Fosse >1 mois	0,002
Fumier de volaille avec litière	0,001
Autres (à définir)	0

Résultats des émissions directes de N2O dues à la gestion du fumier en KT N-N2O/an
Les émissions émises sont consignées dans les tableaux et figures ci-après.

Résultats des émissions émises de N2O dues à la gestion du fumier (KT N2O/an)

Tableau 9 : Résultats des émissions de N2O émises dues à la gestion du fumier (en KT N2O/an)

Emissions N2O/an (kt)	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vaches laitières	0,000	0,006	0,006	0,006	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010
Autres bovins	0,000	0,099	0,101	0,105	0,105	0,108	0,112	0,115	0,120	0,123	0,127	0,131	0,135	0,139
Ovins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Caprins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Equins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Asins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Camelins	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Porcins	0,000	0,031	0,032	0,032	0,032	0,033	0,034	0,035	0,035	0,036	0,036	0,036	0,037	0,037
Total émissions	0,00	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19
Emissions en Téqu CO2		36,032	36,966	37,915	38,478	39,475	40,833	41,87	43,391	44,525	45,672	46,889	48,122	49,389

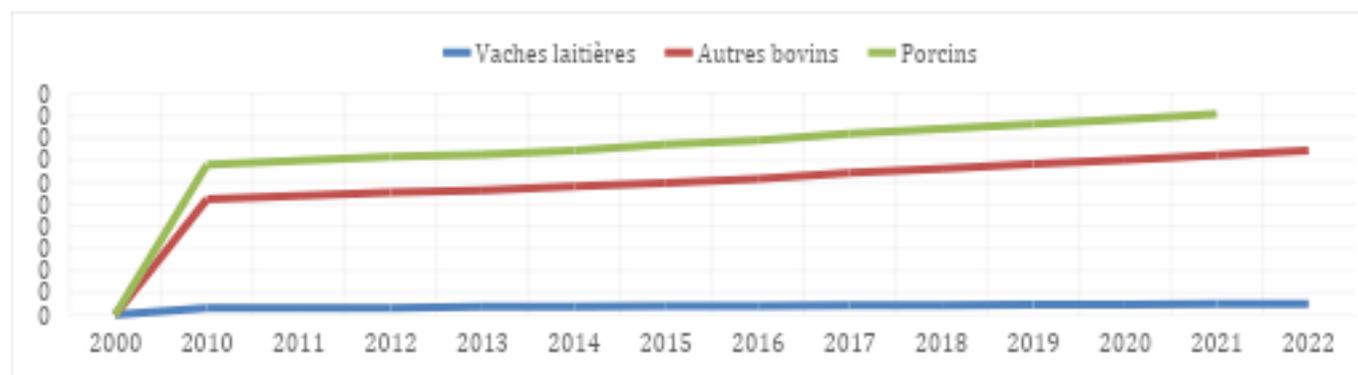


Figure 9: Evolution des émissions de N2O émises dues à la gestion du fumier

Les émissions indirectes de N₂O

Méthodologie

ÉQUATION 10.27
ÉMISSIONS INDIRECTES DE N₂O DUES A LA VOLATILISATION DU N LORS DE LA GESTION DU FUMIER

$$N_2O_{G(gf)} = (N_{\text{volatilisation-SGF}} \cdot FE_4) \cdot \frac{44}{28}$$

Où :

$N_2O_{G(gf)}$ = émissions indirectes de N₂O dues à la volatilisation du N lors de la gestion du fumier dans le pays, kg N₂O an⁻¹

FE_4 = facteur d'émissions pour les émissions de N₂O dues au dépôt atmosphérique d'azote sur les sols et des surfaces aquatiques, kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé)⁻¹ ; la valeur par défaut est de 0,01 kg N₂O-N (kg NH₃-N + NO_x-N volatilisé)⁻¹, donnée au tableau 11.3 du chapitre 11.

ÉQUATION 10.26
PERTES DE N DUES A LA VOLATILISATION LORS DE LA GESTION DU FUMIER

$$N_{\text{volatilisation-SGF}} = \sum_S \left[\sum_T \left[(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot GF_{(T,S)}) \cdot \left(\frac{Frac_{\text{GazGF}}}{100} \right)_{(T,S)} \right] \right]$$

Où :

$N_{\text{volatilisation-SGF}}$ = quantité d'azote de fumier perdue en raison de la volatilisation du NH₃ et du NO_x, kg N an⁻¹

$N_{(T)}$ = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

$Nex_{(T)}$ = excréments annuels moyennes de N par tête de l'espèce/catégorie T dans le pays, kg N animal⁻¹ an⁻¹

$GF_{(T,S)}$ = fraction d'azote annuel total excrété par l'espèce/catégorie de bétail T gérée dans le système de gestion du fumier S dans le pays, non dimensionnel

$Frac_{\text{GazGF}}$ = pourcentage d'azote de fumier géré pour la catégorie de bétail T qui se volatilise en tant que NH₃ et NO_x dans le système de gestion du fumier S, %

FracGAS GF (%)	Liquide/Lisier	Stockage solide	Parc d'élevage (Dry lot)	Epandage quotidien	Fosse < 1 mois	Fumier de volaille avec litière
Vaches laitières	40%	45%	30%	7%		
Autres bovins	48%	12%	30%	7%		
Ovins	48%	12%	30%	7%		
Caprins	48%	12%	30%	7%		
Equins	48%	12%	30%	7%		
Asins	48%	12%	30%	7%		
Camelins	48%	45%	30%	7%	25%	
Porcins	48%	12%	30%	7%		40%

Le facteur d'émission FE₄ est issu du Giec 2006 et vaut 0.01 kg N-N₂O/kg N volatilisé.

Résultats des émissions indirectes de N2O liées à la volatilisation lors de la gestion du fumier (KT N2O/an)

Tableau 10: Résultats des émissions de N2O indirectes liées à la volatilisation lors de la gestion du fumier (en KT N2O/an)

Emissions (kt N2O/an)	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Vaches laitières	0,000	0.010	0.010	0.010	0.012	0.012	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.015	0.016	0.016
Autres bovins	0,000	0.018	0.019	0.019	0.019	0.020	0.021	0.021	0.022	0.023	0.024	0.024	0.025	0.026
Ovins	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Caprins	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Equins	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Asins	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Camelins	0,000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Porcins	0,000	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Total émissions	0,00	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Emissions en T éq CO2	0.00	8.80	9.04	9.28	9.81	10.08	10.41	10.69	11.11	11.41	11.72	12.05	12.38	12.72

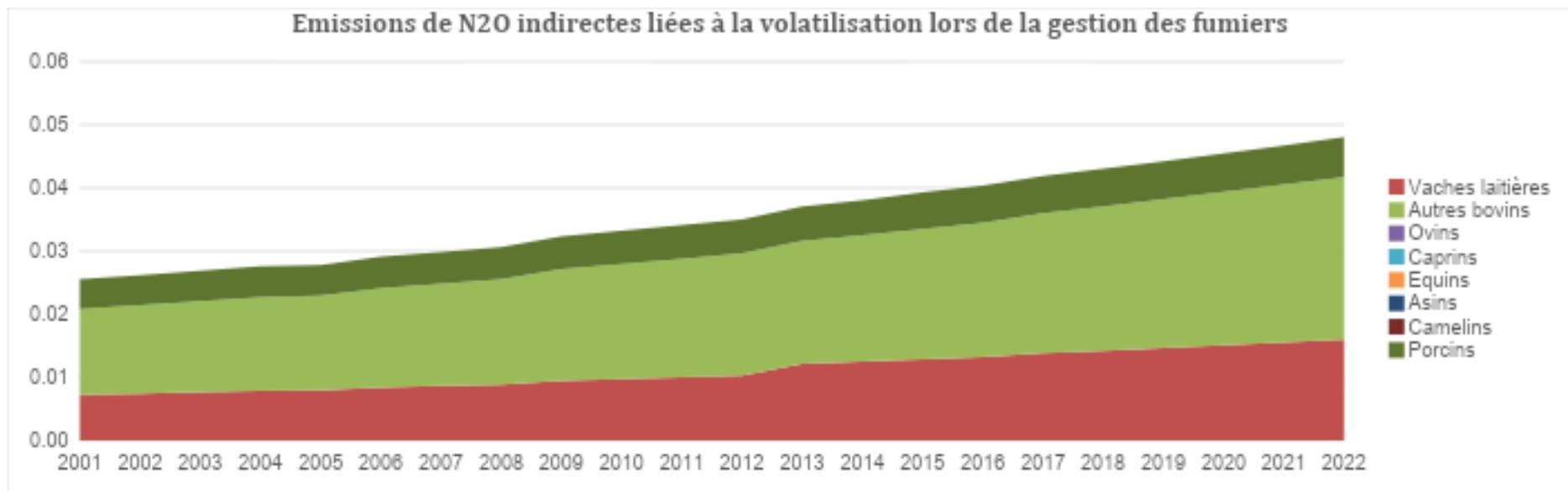


Figure 10: Emissions de N2O indirectes liées à la volatilisation lors de la gestion des fumiers

Emissions dans le sous-secteur de la riziculture

Au Mali, Le riz est considéré comme un produit stratégique en raison de son importance pour la sécurité alimentaire mais aussi pour le développement économique du pays étant donné sa place prépondérante dans la production, l'emploi agricole et la génération de revenus pour les agriculteurs.

Le développement de la production de riz a fait du Mali l'un des principaux producteurs de riz en Afrique (5ème) et le deuxième en Afrique de l'Ouest juste derrière le Nigeria.

De 2010 à 2022 la production du riz a évolué de 1 950 805 tonnes à 2 864 723 tonnes. Quant aux superficies, elles ont aussi augmenté de 526 784ha en 2010 à 906 982 ha en 2022 (rapport bilan DNA).

Cette production, qui ne cesse de s'améliorer grâce aux efforts déployés par l'état, est réalisée dans les différents systèmes rizicoles des principaux bassins de production. Le tableau suivant donne la typologie par structure/région et selon le système d'irrigation.

Tableau 11 : Typologie des systèmes rizicoles

Système d'irrigation	Structures
Maîtrise totale	ON, Office du Moyen Bani-OMB (San), OPIB, ODRS, ORM, ADRS (KITA) Daye (Tombouctou), SAOONE (Tombouctou), PIV (DRA Tombouctou, DRA GAO)
Submersion contrôlée	Zone Office de Développement Rural de Sélingué-ODRS (Bougouni) ; Office du Moyen Bani-OMB (SAN), Office Riz-Mopti-ORM (Mopti), PIV (Gao et Tombouctou) ; Agence de Développement Rural de la vallée du fleuve Sénégal -ADRS (Kita et Kayes)
Submersion libre	OHVN (Koulikoro), DRA (Ségou, Mopti, Tombouctou, Gao)
Bas fond	DRA (Mopti, Tombouctou, Gao, Kita, San, Ségou, Koulikoro, Kayes)
Pluvial	DRA (Ségou, Koulikoro, Sikasso, Bougouni Kayes, Kita, Bamako)

Caractérisation du système de production de riz au Mali

Au Mali, Les bassins de production du riz sont concentrés dans les zones soudano-guinéennes (riz pluvial, irrigué) sahélo-saharienne (riz des lacs et des PIV).

Il existe quatre systèmes de culture agro-climatiques qui permettent de produire du riz au Mali. Ils sont répartis sur le territoire en fonction des potentialités géophysiques et climatiques :

❖ **Maîtrise totale de l'eau** : sur les grands et les petits périmètres irrigués (Ségou, Mopti, Sikasso, Koulikoro et Tombouctou) :

✓ **Grands périmètres irrigués** : La gestion de l'eau consiste à apporter de l'eau d'irrigation à la parcelle en quantité rationnelle et en temps voulu sans perte d'eau. Les besoins en eau exprimés par les agriculteurs sont satisfaits par le gestionnaire du réseau hydraulique à travers un système de canaux et de vannes. Les tours d'eau sont organisés de telle sorte que chaque agriculteur reçoit la quantité d'eau dont il a besoin selon un calendrier précis. Dans ce système de culture intensif, les agriculteurs utilisent des semences sélectionnées et des engrais minéraux et organiques.

✓ **Périmètres Irrigués Villageois (PIV)** : dans ce système l'alimentation en eau est assurée par pompage directement du fleuve. Ce système cultural intensif permet d'obtenir

des rendements élevés (6.0 t/ha en 2021) et dans certaines zones il est possible d'avoir deux récoltes par an : la récolte de saison et la récolte de contre saison.

- ❖ **Maîtrise partielle de l'eau** : submersion contrôlée et riziculture de bas-fonds (Ségou, Mopti, Sikasso)

- ✓ **Le système de culture en submersion contrôlée** consiste à ériger des digues de ceinture pour protéger les parcelles rizicoles contre les crues précoces. La maîtrise est partielle car dans ce système il n'est pas possible d'admettre et de vidanger l'eau selon le cycle de la plante. Les risques liés à l'irrigation et les difficultés de vidange de l'eau sont à l'origine de la réticence des agriculteurs à utiliser des engrais organiques et minéraux, ce qui se traduit par des rendements faibles (2,3 t/ha en 2021).

- ✓ **Le système de culture de bas-fonds** : dans ce système, il y'a généralement un ouvrage de retenue d'eau et un canal principal assurant l'entrée d'eau dans les rizières. Les variétés utilisées sont des variétés locales adaptées à la hauteur de la lame d'eau. Dans ce système, l'utilisation d'engrais minéraux dépend du degré de maîtrise de l'eau. Les rendements sont généralement faibles (2,2 t/ha en 2021).

- ❖ **Riziculture pluviale** : dans ce système cultural, l'apport en eau est entièrement dépendant des précipitations. On estime que la pluviométrie a baissé de 20% depuis les années 1970. Étant donné les variations des périodes et des apports de pluies d'une année sur l'autre, les rendements obtenus sont faibles (1,9 t/ha en 2021).

- ❖ **Riziculture en submersion libre** : la submersion fluviale libre ou riziculture flottante est la forme la plus ancienne de riziculture. Elle est pratiquée au Mali depuis 1 500 avant Jésus-Christ. C'est une forme de culture extensive, soumise aux conditions naturelles et sans sécurité. La culture est pratiquée dans les dépressions inondées pendant 3 à 6 mois, le long du fleuve Niger dans les régions de Mopti, Tombouctou et Gao. Le riz est semé avec les premières pluies, et sa croissance doit suivre la montée des eaux lors de la crue. Avec le changement climatique, l'irrégularité des pluies surtout en début de saison et l'incertitude de la crue rendent ce système de culture assez aléatoire. Pour cela des variétés rustiques pouvant s'adapter aux conditions naturelles sont utilisées, mais ces variétés ont des rendements faibles. Étant donné les risques liés à cette culture, les agriculteurs n'apportent pas de fertilisation organique ni minérale, ce qui contribue aux très faibles rendements observés pour ce système de culture. (1,2 t/ha en 2021).

Les tableaux suivants donnent l'évolution des superficies.

Tableau 12 : Evolution des superficies (ha) par type de riziculture au Mali de 2010 à 2019

	Riziculture Irriguée		Riziculture pluviale		Riziculture Bas-fond	
	Inondation permanente MTE	Inondation intermittente	Submersion libre	Submersion contrôlée	Lame d'eau entre 10 et 100 cm	Lame d'eau supérieure à 100 cm
2010	159370		178011	79010	153278	
2011	154166		157125	79545	152469	
2012	159668		197203	97296	192580	
2013	179879		186822	87318	190372	
2014	187684		139533	104293	100993	

2015	197700		170784	113610	205231	
2016	227202		178900	118196	203949	
2017	246115		184062	127375	168190	
2018	246768		136 177	104049	145 972	
2019	254171		140262	107171	150351	

Tableau 13 : Evolution des superficies (ha) et des productions (tonne) de riz (tout système confondu) au Mali de 2010 à 2022

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
superficie	526 784	615 936	576 460	602 100	604 745	752 140	834 643
production	1 950 805	2 305 612	1 741 472	1 914 867	2 211 920	2 331 053	2 780 905
années	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Superficie	767874	969519	924644	908752	874031	888116	906982
production	2707557	3267528	3196336	3010037	2511976	2864723	3023891

Commentaire : les superficies comme les productions sont en augmentation chaque année.

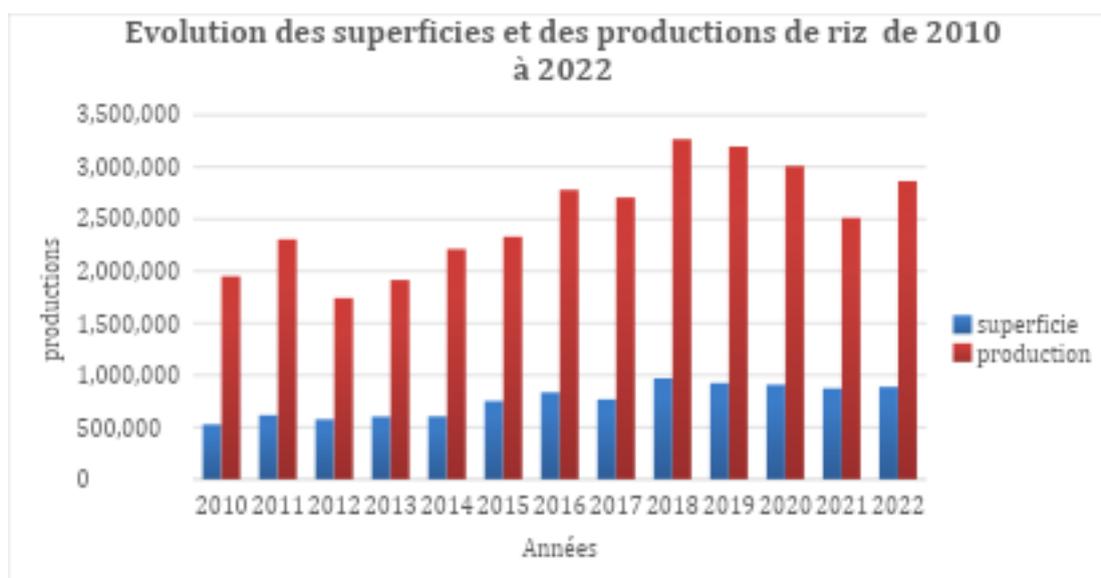


Figure 11 : Evolution des superficies et des productions de riz de 2010 à 2022

Emissions du CH₄ (en Kt/an) dues à la Riziculture

Méthodologie :

ÉQUATION 5.1
ÉMISSIONS DE CH₄ DUES A LA RIZICULTURE

$$CH_{4\ Riz} = \sum_{i,j,k} (FE_{i,j,k} \cdot t_{i,j,k} \cdot S_{i,j,k} \cdot 10^{-6})$$

Où :

- $CH_{4\ Riz}$ = émissions annuelles de méthane dues à la riziculture, Gg CH₄ an⁻¹
- FE_{ijk} = facteur d'émissions quotidiennes dans les conditions i, j , et k , kg CH₄ ha⁻¹ jour⁻¹
- t_{ijk} = période de riziculture dans les conditions i, j , et k , jour
- S_{ijk} = superficie de récolte de riz annuelle dans les conditions i, j , et k , ha an⁻¹
- i, j , et k = représentent différents écosystèmes, régimes hydriques, types et quantités d'amendements organiques, et autres conditions dans lesquelles les émissions de CH₄ peuvent varier.

ÉQUATION 5.2
FACTEUR D'EMISSIONS AJUSTE QUOTIDIEN

$$FE_i = FE_c \cdot FEch_w \cdot FEch_p \cdot FEch_o \cdot FEch_{s,r}$$

Où :

- FE_i = facteur d'émissions ajusté quotidien pour une superficie récoltée donnée
- FE_c = facteur d'émissions de base pour des champs inondés en permanence sans amendements organiques
- $FEch_w$ = facteur d'échelonnage permettant de prendre en compte les différences entre les régimes hydriques pendant la période de culture (voir tableau 5.12)
- $FEch_p$ = facteur d'échelonnage permettant de prendre en compte les différences entre les régimes hydriques avant la période de culture (voir tableau 5.13)
- $FEch_o$ = facteur d'échelonnage qui devrait varier en fonction du type et de la quantité d'amendement organique appliqué (voir équation 5.3 et tableau 5.14)
- $FEch_{s,r}$ = facteur d'échelonnage pour les types de sols, de cultivars de riz, etc., en fonction des disponibilités

ÉQUATION 5.3
FACTEURS D'ECHELONNAGE AJUSTES DES EMISSIONS DE CH₄ POUR LES AMENDEMENTS ORGANIQUES

$$FEch_o = \left(1 + \sum_i TxAO_i \cdot FCAO_i \right)^{0,59}$$

Où :

- $FEch_o$ = facteur d'échelonnage pour les types et quantités d'amendements organiques appliqués
- $TxAO_i$ = taux d'application de l'amendement organique i , en poids sec pour la paille et en poids frais

pour les autres, tonne ha⁻¹

- $FCAO_i$ = facteur de conversion de l'amendement organique i (par rapport à son impact relatif sur la paille appliquée peu de temps après la culture), comme au tableau 5.14.

Les hypothèses suivantes sont retenues pour les paramètres utilisés selon les différents types de rizières :

	FEchw	FEchp	FEcho
Riziculture irriguée - inondation permanente	1	1	1
Riziculture pluviale - submersion libre	0.27	1.22	1
Riziculture pluviale - submersion contrôlée	0.27	1	1
Riziculture de bas fond - lame entre 10 et 100 cm	0.31	1.22	1

Résultats des émissions du CH4 dues à la riziculture (Kt CH4/an) de 2010 à 2019

Le tableau suivant donne les résultats des émissions dues à la riziculture

Tableau 14 : Résultats des émissions du CH4 dues à la riziculture (Kt CH4/an) de 2010 à 2019

Désignation	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Riziculture irriguée - inondation permanente	23.4	22.6	23.5	26.4	27.6	29.0	33.4	36.2	36.3	37.3
Riziculture pluviale - submersion libre	8.6	7.6	9.5	9.0	6.8	8.3	8.7	8.9	6.6	6.8
Riziculture pluviale - submersion contrôlée	3.1	3.2	3.9	3.5	4.1	4.5	4.7	5.1	4.1	4.3
Riziculture de bas fond - lame entre 10 et 100 cm	8.5	8.5	10.7	10.6	5.6	11.4	11.3	9.3	8.1	8.4
Total des émissions	32.0	30.3	33.0	35.5	34.3	37.3	42.0	45.1	42.8	44.1
Total émission CH4 en téq CO2	897	847	924	993	961	1045	1177	1262	1200	1235

Les émissions du CH4 dues à l'inondation permanente sont les plus importantes. Mais de façon globale les émissions totales ont évolué de 32 Kt en 2010 à 44,1 Kt en 2019 (Voir graphique ci-après).

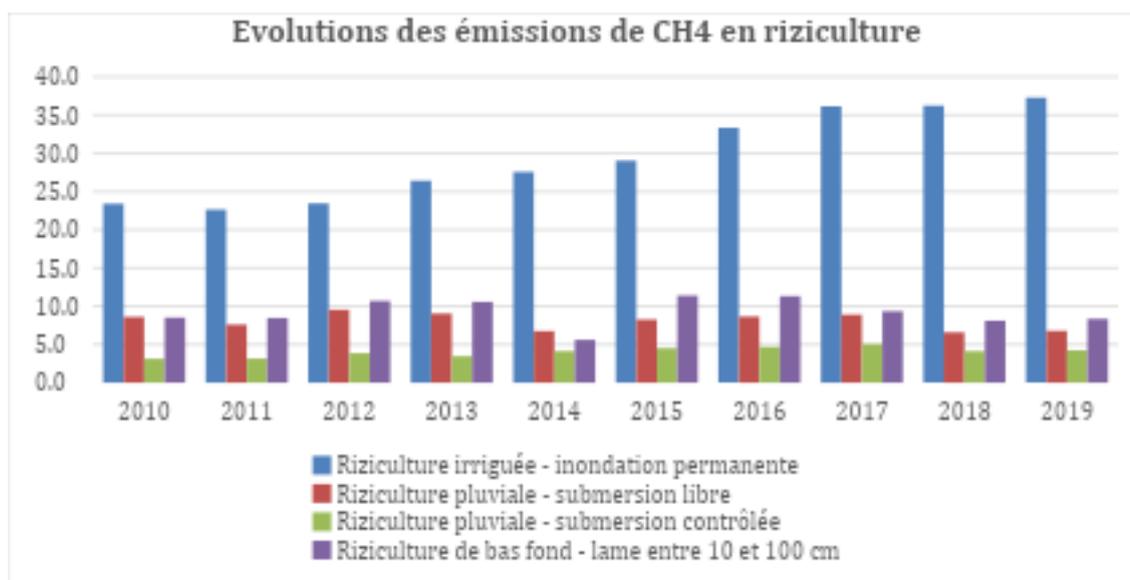


Figure 12 : Evolutions des émissions de CH4 en riziculture

Evolution des superficies et des productions des céréales de 2010 à 2022

Le tableau suivant donne l'évolution des superficies et des productions des céréales de 2010 à 2022.

Tableau 9 : l'évolution des superficies et des productions des céréales de 2010 à 2022.

Types /années		Riz	Maïs	Mil	Sorgho	Coton	Blé	Fonio
2010	Sup (ha)	526 784	374 075	1 439 713	919 407	250 197	5 101	30 307
	Prod (T)	1 950 805	1 476 995	1 390 410	1 465 620	236 400	15 132	35 480
2011	Sup (ha)	615 936	362 079	1 257 043	1 257 011	285 925	3 935	36 326
	Prod (T)	2 305 612	1 403 576	1 373 342	1 256 806	261 944	23 788	52 346
2012	Sup (ha)	576 460	495 385	1 784 179	863 457	477 817	4 810	37 755
	Prod (T)	1 741 472	1 296 234	1 462 139	1 191 020	445 303	33 842	51 021
2013	Sup (ha)	602 100	580 881	1 873 644	1 245 569	546 278	9 947	43 809
	Prod (T)	1 914 867	1 773 736	1 772 275	1 212 440	453 822	21 038	40 071
2014	Sup (ha)	604 745	640 526	1 477 037	937 525	484 165	6 900	34 255
	Prod (T)	2 211 920	1 502 717	1 152 331	819 605	436 600	27 430	22 090
2015	Sup (ha)	752 140	899 640	1 943 002	1 457 267	585 000	9 075	41 080
	Prod (T)	2 331 053	2 276 036	1 864 301	1 527 456	650 000	35 756	41 080
2016	Sup (ha)	834 643	1 031 522	2 040 152	1 560 121	658 201	4 496	33 983
	Prod (T)	2 780 905	2 811 385	1 806 559	1 393 827	647 300	40 137	14 626
2017	Sup (ha)	767874	1 233 008	2 155 729	1 585 986	629 763	4 496	55 838
	Prod (T)	2707557	3 598 205	1 492 650	1 423 358	620 200	28 015	39 172
2018	Sup (ha)	969519	1258559	2 158 263	1435122	671439	8 244	46 476
	Prod (T)	3267528	3624950	1 773 082	1443386	675500	29185	28 150
2019	Sup (ha)	924644	1432151	1 989 953	1500778	738193	4262	60 409
	Prod (T)	3196336	4248916	1 827 773	1483619	710731	28015	34 680
2020	Sup (ha)	908752	1 170 148	2 164 374	1 831 825	163833	7000	68 394
	Prod (t)	3010037	3 516 865	1 921 171	1822694	156399	37124	44 014
2021	Sup (ha)	874031	1 536 189	2078396	1545134	720093	7000	76 794
	Prod (T)	2511976	3 809 439	1515565	1360684	763964	21000	47 409

Mali - Rapport d'inventaire

2022	Sup (ha)	888116	1454000	2 103 684	11645201	596093	7 384	76 804
	Prod (T)	2864723	3904687	1832923	1582403	526000	21 860	47 719

Emissions des sols agricoles

Cette section traite des émissions de N₂O directes et indirectes des sols agricoles.

Les sources d'azote

Les sources d'azote suivantes sont considérées dans l'inventaire GES et détaillées ensuite :

- Engrais minéraux
- Déjections épandues
- Déjections excrétées à la pâture

D'autres sources pourraient être intégrées pour compléter l'inventaire lors de futures améliorations (autres apports organiques, résidus retournant au sol).

□ Engrais minéraux

Les données sont collectées au niveau national.

□ Déjections animales

L'azote des déjections animales épandues sur sols agricoles est estimé selon la méthodologie du Giec 2006 :

ÉQUATION 10.34
N DES FUMIERS GERES DISPONIBLE POUR L'APPLICATION AUX SOLS GERES, L'ALIMENTATION, LE COMBUSTIBLE OU LA CONSTRUCTION

$$N_{SGF_disp} = \sum_S \left\{ \sum_{(T)} \left[\left(N_{(T)} \cdot Nex_{(T)} \cdot GF_{(T,S)} \right) \cdot \left(1 - \frac{Frac_{PertesGF}}{100} \right) \right] + \left[N_{(T)} \cdot GF_{(T,S)} \cdot N_{litièreGF} \right] \right\}$$

Où :

N_{SGF_disp} = quantité d'azote du fumier géré disponible pour l'application à des sols gérés, l'alimentation, le combustible ou la construction, kg N an⁻¹

$N_{(T)}$ = nombre de têtes de l'espèce de bétail/catégorie T dans le pays

FracLoss GF (%)	Liquide/Lisier	Stockage solide	Parc d'élevage (Dry lot)	Epandage quotidien	Fosse < 1 mois
Vaches laitières	40%	50%	40%	22%	
Autres bovins	48%	15%	40%	22%	
Ovins	48%	15%	40%	22%	
Caprins	48%	15%	40%	22%	
Equins	48%	15%	40%	22%	
Asins	48%	15%	40%	22%	
Camelins	48%	50%	40%	22%	25%
Porcins	48%	15%	40%	22%	

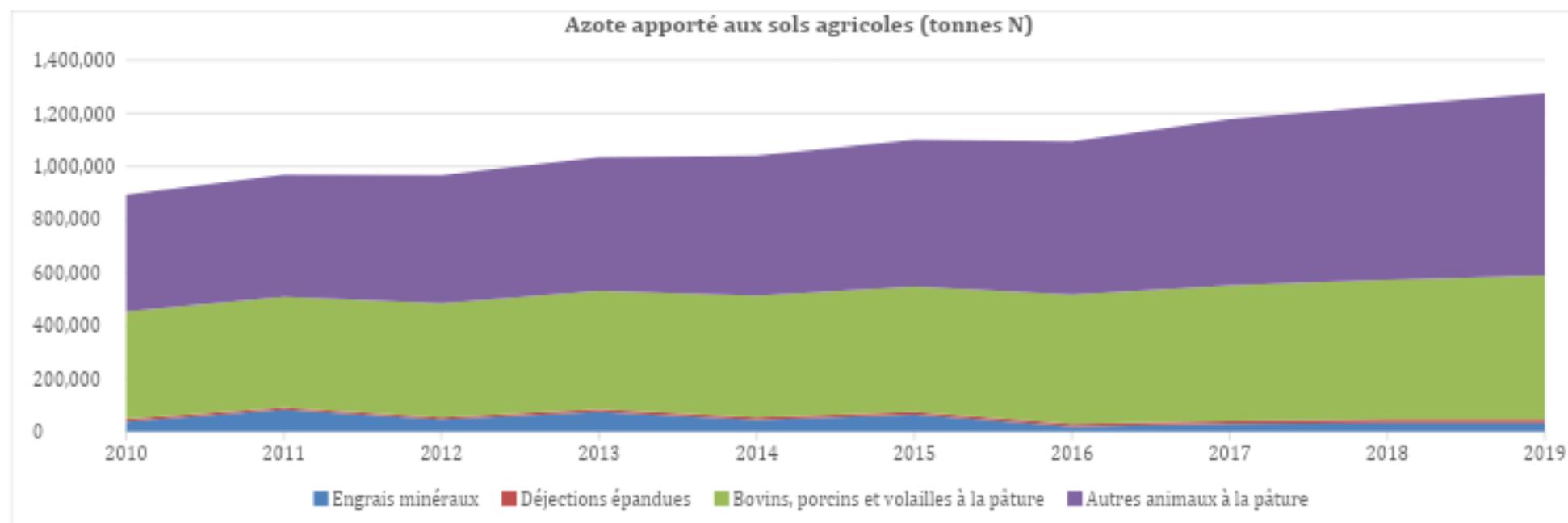
□ Déjections des animaux à la pâture

L'azote des déjections des animaux à la pâture est estimé selon la méthodologie du Giec 2006, en lien avec la répartition des animaux par système de gestion de déjections présentée plus haut.

▣ Résultats des apports d'azote

Le tableau et graphique suivants présentent les apports d'azote par catégorie en tonnes d'azote de 2010 à 2019.

N sources	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fertilisants minéraux (kgN)	37 996	81 054	44 937	74 036	42 555	63 637	18 693	28 156	33 378	33 561
Azote des déjections épandues (kgN)	8 417	8 658	8 904	9 579	9 853	10 163	10 452	10 881	11 193	11 514
Azote excrété à la pâture par les bovins, porcins, volailles (kgN)	103 897	106 699	109 558	123 470	126 817	129 889	133 422	143 566	147 438	151 418
Azote excrété à la pâture par les autres animaux (kgN)	742 276	771 959	802 828	827 335	860 684	895 429	931 689	996 127	1 036 784	1 079 218



La majeure partie des apports vient des animaux à la pâture.

Emissions de N₂O (kt) directes des sols agricoles

La formule ci-après a été appliquée pour le calcul des émissions :

ÉQUATION 11.1
ÉMISSIONS DIRECTES DE N₂O DES SOLS GERES (NIVEAU 1)

$$N_2O_{Directes} - N = N_2O - N_{N_{Entrées}} + N_2O - N_{SO} + N_2O - N_{PPP}$$

Où :

$$N_2O - N_{N_{Entrées}} = \left[\left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{RR} + F_{MOS}) \cdot FE_1 \right] + \left[(F_{SN} + F_{ON} + F_{RR} + F_{MOS})_{RI} \cdot FE_{1RI} \right] \right]$$

$$N_2O - N_{SO} = \left[\left(F_{SO,CP,Temp} \cdot FE_{2CP,Temp} \right) + \left(F_{SO,CP,Trop} \cdot FE_{2CP,Trop} \right) + \left(F_{SO,F,Temp,RN} \cdot FE_{2F,Temp,RN} \right) + \left(F_{SO,F,Temp,PN} \cdot FE_{2F,Temp,PN} \right) + \left(F_{SO,F,Trop} \cdot FE_{2F,Trop} \right) \right]$$

$$N_2O - N_{PPP} = \left[\left(F_{PPP,BVS} \cdot FE_{3PPP,BVS} \right) + \left(F_{PPP,MA} \cdot FE_{3PPP,MA} \right) \right]$$

Où :

$N_2O_{Directes} - N$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux sols gérés, kg N₂O–N an⁻¹

$N_2O - N_{N_{Entrées}}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux entrées de N sur les sols gérés, kg N₂O–N an⁻¹

$N_2O - N_{SO}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux sols organiques gérés, kg N₂O–N an⁻¹

$N_2O - N_{PPP}$ = émissions annuelles directes de N₂O–N imputables aux entrées d'urine et de fèces sur les sols de paissance, kg N₂O–N an⁻¹

F_{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an⁻¹

F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliquée aux sols (Note : Si les boues d'égouts sont incluses, contre-vérifier avec le secteur *Déchets* afin de ne pas double compter les émissions de N₂O dues au N des boues d'égout), kg N an⁻¹

F_{RR} = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote et dues au renouvellement des fourrages/pâturages, kg N an⁻¹

F_{MOS} = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux associée aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion, kg N an⁻¹

F_{SO} = superficie annuelle de sols organiques drainés/gérés, ha (Note : les indices inférieurs CP, F, Temp, Trop, RN et PN se réfèrent à terres cultivées et prairies, terres forestières, tempérée, tropicale, riche en nutriments et pauvre en nutriments, respectivement)

F_{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par les animaux paissant sur des pâturages,

Les facteurs d'émission utilisés sont les suivants :

	Facteur d'émission (Kg N ₂ O-N / (kg N),
Fertilisants minéraux	0.01
Déjections épandues	0.01
Azote excrété à la pâture par les bovins, porcins, volailles	0.02
Azote excrété à la pâture par les autres animaux	0.01
Résidus de culture	0.01

□ Résultats des émissions directes de N₂O dues aux sols agricoles

Tableau 15 : Résultats des émissions directes de N₂O dues aux sols agricoles (en KT N₂O/an)

Emissions directes de N ₂ O des sols gérés (kt de N ₂ O)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Fertilisants minéraux	0.60	1.27	0.71	1.16	0.67	1.00	0.29	0.44	0.52	0.53
Déjections épandues	0.13	0.14	0.14	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.18	0.18
Azote excrété à la pâture par les bovins, porcins, volailles	12.77	13.15	13.53	14.03	14.44	14.85	15.28	16.08	16.55	17.03
Azote excrété à la pâture par les autres animaux	6.91	7.23	7.57	7.93	8.30	8.69	9.10	9.87	10.33	10.82
Total N₂O (kt)	20.41	21.79	21.95	23.27	23.56	24.70	24.84	26.56	27.58	28.56
Total kt CO₂e (kt)	5 409	5 774	5 816	6 166	6 244	6 544	6 582	7 039	7 310	7 569

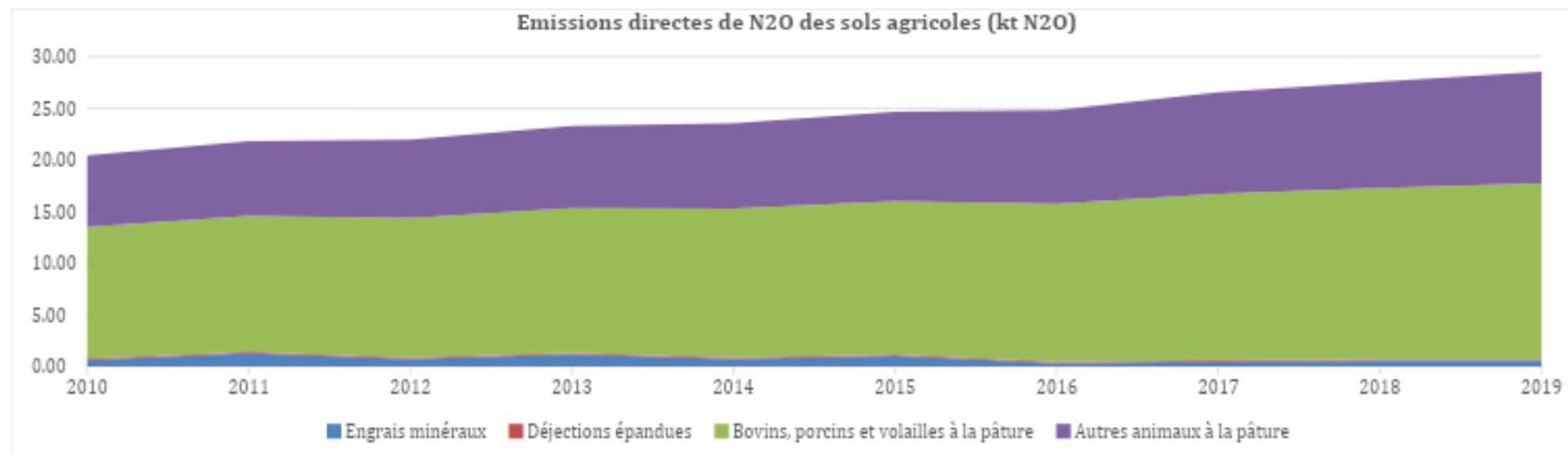


Figure 13 : Emissions directes de N2O des sols agricoles (kt N2O)

Emissions de N₂O (kt) indirectes des sols agricoles

Les émissions indirectes comptabilisées sont de deux types : liées à la volatilisation et liées au lessivage.

Les formules suivantes sont appliquées :

<p>ÉQUATION 11.9</p> <p>N₂O DU AU DEPOT ATMOSPHERIQUE DE N VOLATILISE DEPUIS DES SOLS GERES (NIVEAU 1)</p> $N_2O_{(DAT)-N} = \left[(F_{SN} \cdot Frac_{GAZE}) + ((F_{ON} + F_{PPP}) \cdot Frac_{GAZM}) \right] \cdot FE_4$
--

Où :

$N_2O_{(DAT)-N}$ = quantité annuelle de N₂O–N produite par le dépôt atmosphérique de N volatilisé depuis des sols gérés, kg N₂O–N an⁻¹

F_{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols, kg N an⁻¹

$Frac_{GAZE}$ = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH₃ et de NO_x, kg N volatilisé (kg de N appliqué)⁻¹ (tableau 11.3)

F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols, kg N an⁻¹

F_{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant sur des pâturages, parcours et parcelles, kg N an⁻¹

$Frac_{GAZM}$ = fraction de matériaux d'engrais au N organiques appliqués (F_{ON}) et de N d'urine et de fèces déposé par les animaux paissant (F_{PPP}) volatilisé sous forme de NH₃ et de NO_x, kg N volatilisé (kg de N appliqué ou déposé)⁻¹ (tableau 11.3)

FE_4 = facteur d'émissions des émissions de N₂O dues au dépôt atmosphérique de N sur les sols et les surfaces aquatiques, [kg N–N₂O (kg NH₃–N + NO_x–N volatilisé)⁻¹] (tableau 11.3)

<p>ÉQUATION 11.10</p> <p>N₂O DU A LA LIXIVIATION/ÉCOULEMENTS DE N DE SOLS GERES DANS LES REGIONS OU EXISTENT LA LIXIVIATION ET LES ÉCOULEMENTS (NIVEAU 1)</p> $N_2O_{(L)-N} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PPP} + F_{RR} + F_{MOS}) \cdot Frac_{LXI-(H)} \cdot FE_5$
--

Où :

$N_2O_{(L)-N}$ = quantité annuelle de N₂O–N produit par la lixiviation et les écoulements après ajouts de N aux sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N₂O–N an⁻¹

F_{SN} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique appliqué aux sols dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an⁻¹

F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal géré, compost, boues d'égouts et autres ajouts de N organiques appliqués aux sols dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an⁻¹

F_{PPP} = quantité annuelle de N d'urine et de fèces déposée par des animaux paissant dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an⁻¹ (tirée de l'équation 11.5)

F_{RR} = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains), y compris les cultures fixatrices d'azote, et dû au renouvellement des fourrages/pâturages, dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements, kg N an⁻¹

Les valeurs des facteurs d'émission utilisées sont issues du Giec 2006 :

- FE₄ : 0.01 kg N-N₂O/kg N volatilisé
- FE₅ : 0.0075 kg N/kg N lessivé.

□ Résultats des émissions indirectes de N2O dues aux sols agricoles

Tableau 16 : Résultats des émissions indirectes de N2O dues aux sols agricoles (en KT N2O/an)

Emissions directes de N2O des sols gérés (kt de N2O)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Volatilisation	2.746	2.916	2.966	3.135	3.201	3.354	3.410	3.660	3.809	3.957
Lessivage	3.156	3.424	3.416	3.657	3.677	3.886	3.869	4.168	4.345	4.511
Total N2O (kt)	5.901	6.340	6.382	6.792	6.878	7.241	7.279	7.828	8.154	8.467
Total kt CO2e (kt)	1 564	1 680	1 691	1 800	1 823	1 919	1 929	2 074	2 161	2 244

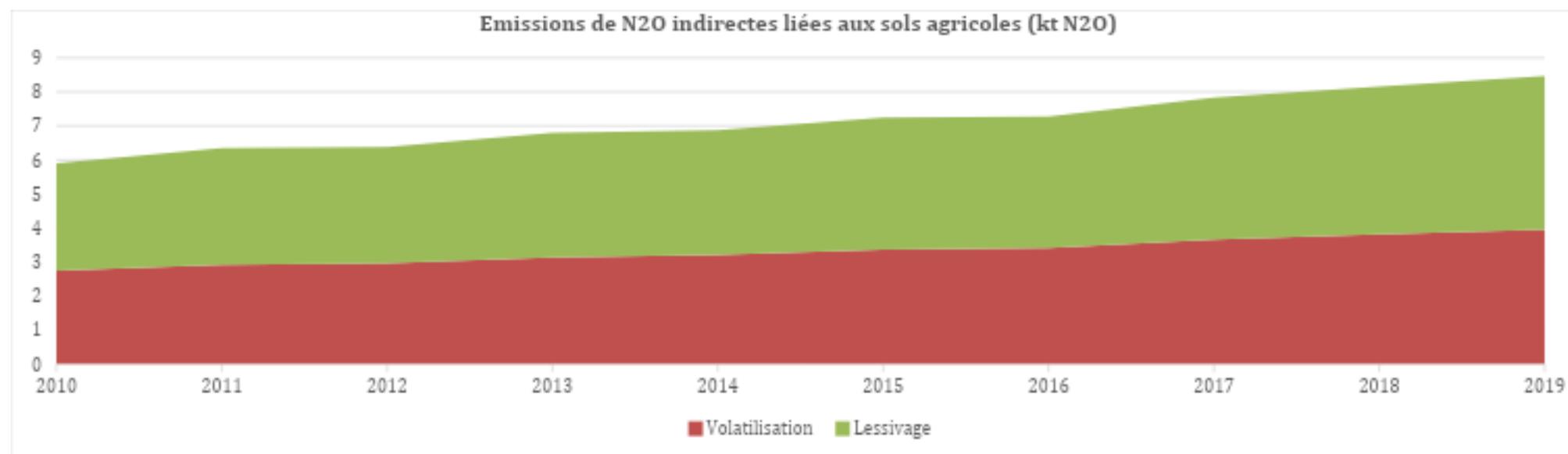


Figure 14 : Emissions de N2O indirectes liées aux sols agricoles (kt N2O)

Emissions de CO₂ liées à l'épandage d'urée

Les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'urée sont comptabilisées selon la formule suivante :

Les émissions de CO₂ dues aux engrais à l'urée sont estimées à l'aide de l'équation 11.13 :

<p>ÉQUATION 11.13 ÉMISSIONS ANNUELLES DE CO₂ DUES A L'APPLICATION D'UREE $CO_2-C \text{ Emission} = M \bullet FE$</p>

Où :

Émissions de CO₂-C = émissions annuelles de C dues à l'application d'urée, tonnes C an⁻¹

M = quantité annuelle d'engrais à l'urée, tonnes d'urée an⁻¹

FE = facteur d'émissions, tonnes de C (tonne d'urée)⁻¹

Les quantités d'urée sont collectées au niveau national.

Le tableau et graphique suivants présentent les résultats obtenus.

□ Résultats des émissions de CO₂ liées à l'épandage d'urée

Tableau 17 : Résultats des émissions de CO₂ dues à l'épandage d'urée (en KT CO₂/an)

Emissions	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Urée	52	122	55	109	52	52	26	34	45	48

Evaluations générales des incertitudes

En ce qui concerne les incertitudes sur les résultats de calculs, les facteurs d'émissions utilisés sont les valeurs par défaut. Les raisons qui expliquent cela sont dues au fait que le Mali ne dispose pas de propre facteurs d'émission dans presque tous les secteurs d'activité.

Donc les incertitudes sur les valeurs des émissions calculées sont définies par le GIEC 2006 même.

Synthèse des émissions par type de gaz

Les données du tableau suivant sont renseignées en kt du gaz concerné

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Emissions CH4 gestion fumier par an	19.83	20.50	21.20	21.92	22.67	23.43	24.23	25.99	26.89	27.82	28.78	29.79	30.83
Emission ch4 fermentation entérique	505	523	541	563	582	602	623	664	688	712	737	763	790
Emission CH4 riziculture	32.03	30.25	33.00	35.46	34.32	37.31	42.03	45.06	42.84	44.12			
Emissions N2O directes liées à la gestion des déjections	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19
Emissions N2O indirectes liées à la gestion des déjections	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05
Emissions N2O directes des sols agricoles	20.41	21.79	21.95	23.27	23.56	24.70	24.84	26.56	27.58	28.56	29.05	30.10	31.20
Emissions N2O indirectes des sols agricoles	5.90	6.34	6.38	6.79	6.88	7.24	7.28	7.83	8.15	8.47	8.62	8.96	9.31

Emissions de CO2 liées à l'épandage d'urée	52	122	55	109	52	52	26	34	45	48	0	0	0
---	----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	----	---	---	---

Les données du tableau suivant sont renseignées en kt de CO2e

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Emissions CH4 gestion fumier par an	555	574	594	614	635	656	678	728	753	779	806	834	863
Emission ch4 fermentation entérique	12 632	13 069	13 521	14 064	14 553	15 048	15 573	16 612	17 195	17 800	18 428	19 081	19 758
Emission CH4 riziculture	801	756	825	887	858	933	1 051	1 127	1 071	1 103			
Emissions N2O directes liées à la gestion des déjections	41	42	43	43	44	46	47	49	50	51	53	54	56
Emissions N2O indirectes liées à la gestion des déjections	10	10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	14
Emissions N2O directes des sols agricoles	6 083	6 494	6 541	6 934	7 021	7 359	7 401	7 916	8 220	8 512	8 657	8 971	9 297
Emissions N2O indirectes des sols agricoles	1 759	1 889	1 902	2 024	2 050	2 158	2 169	2 333	2 430	2 523	2 569	2 670	2 776
Emissions de CO2 liées à l'épandage d'urée	52	122	55	109	52	52	26	34	45	48	52	122	55

Foresterie

Contexte et aperçu de l'inventaire

Le secteur des forêts et des terres, ou UTCF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie), est un acteur clé dans la régulation des émissions de GES au Mali. Ce secteur joue un rôle dual en agissant à la fois comme une source d'émissions, principalement par la déforestation et la conversion des terres pour l'agriculture, et comme un puits de carbone grâce à la capacité des écosystèmes forestiers à absorber le CO₂. Cependant, les pratiques non durables, telles que l'exploitation intensive du bois de chauffe et la gestion inadéquate des terres, aggravent la perte de couvert forestier et réduisent le potentiel de séquestration de carbone.

Dans sa CDN révisée, le Mali s'est fixé un objectif ambitieux de réduction des émissions de 21 % dans le secteur UTCF d'ici 2030, en mettant l'accent sur des interventions telles que la reforestation, la gestion durable des forêts, et la restauration des terres dégradées. Ces actions visent également à renforcer la résilience des communautés rurales face aux impacts des changements climatiques.

Le projet ICAT a permis de réaliser un inventaire détaillé des émissions et absorptions de carbone dans le secteur, en s'appuyant sur les meilleures pratiques méthodologiques. En complément, des guides méthodologiques et des outils pratiques ont été développés pour appuyer les parties prenantes nationales dans la collecte et le suivi des données. Ces activités contribuent à la mise en place d'un système MRV sectoriel robuste et opérationnel.

En renforçant les capacités nationales et en fournissant des données fiables, le projet ICAT aide le Mali à mieux intégrer les enjeux de l'UTCF dans ses politiques climatiques et à respecter ses engagements dans le cadre de l'Accord de Paris.

Dans le cadre du projet ICAT, ce rapport traite de la collecte des données et des estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour le secteur de la foresterie. Il examine le système national d'inventaire des GES, les méthodes de collecte des données ainsi que leurs sources, et l'état des données disponibles pour le secteur de la foresterie et les flux de forêt et terres (FFT). Le rapport aborde également les incertitudes associées aux données, les estimations des émissions de GES et les tendances d'évolution des émissions, fournissant ainsi une base solide pour renforcer la transparence et l'évaluation des données climatiques dans ce secteur.

Description générale des méthodologies utilisées

Le niveau méthodologique 2 du GIEC a été appliqué pour toutes les sous-catégories. Les facteurs d'émission (FE) et paramètres d'émission sont des valeurs par défaut proposées par les Lignes Directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de GES.

Les Tableaux ci-après présentent un aperçu du niveau méthodologique utilisé pour les catégories de sources de GES au Mali dans le secteur de la foresterie et changement d'affectation des terres.

Tableau 18 : Feuilles de travail et hypothèses pour le calcul de niveau1 des émissions autres que le CO₂ au cours de l'utilisation des terres

Catégorie d'utilisation des terres	Sous catégories d'utilisation des terres	Émissions de gaz à effet de serre autres que le CO ₂ liées aux feux	Émissions de CH ₄ dues à la riziculture	Émissions de N ₂ O dues à la gestion des tourbes
Terres forestières (TF)	Terres forestières restant des terres forestières	Oui	Non applicable (NA)	NA
	Terres converties en terres forestières (en forêts)	Oui	NA	NA
Terres agricoles (TA)	Terres agricoles restant des terres agricoles (TA)	Oui	oui	NA
	Terres converties en terres agricoles	Oui	NA	NA
Prairies (P)	Prairie restant comme prairie	Oui	NA	NA
	Terres converties en prairies	Oui	NA	NA
Zones humides (ZH)	ZH restant ZH	NA	NA	Oui
	Terres converties en ZH	Oui	NA	Oui
Établissement humains (EH)	EH restant comme EH	NA	NA	NA
	Terres converties en EH	NA	NA	NA
Autres types de terres (AT)	Autres terres restant dans leur état (AT)	NA	NA	NA
	Terres converties en AT	NA	NA	NA
<p>Note :</p> <p>Oui ; veut dire que les feuilles de calcul pour la méthode d'évaluation des émissions de niveau 1 est disponible</p> <p>NA ; veut dire qu'il n'existe pas de telles émissions</p> <p>1 : voir le chapitre sur les forêts, les terres agricoles et les prairies du volume 4 des directives</p>				

Tableau 19 : Feuilles de travail et hypothèses pour le calcul de niveau1 des émissions autres que le N₂O provenant de la gestion des sols et des émissions de CO₂ provenant de l'utilisation de la chaux et de l'utilisation de l'urée

Émissions	Feuilles de calcul
-----------	--------------------

Émissions directes de N ₂ O provenant de la gestion des sols	oui
Émissions de N ₂ O provenant des dépôts d'azote volatilisés lors de la gestion des sols	oui
Émissions annuelles de CO ₂ à partir de l'utilisation de la chaux	oui
Émissions annuelles de CO ₂ suite à l'utilisation de l'urée comme engrais	oui

Description des sources de données d'activités

Les données d'activités portent sur :

- les défrichements des forêts pour les besoins agricoles,
- l'exploitation forestière (coupes de bois)
- les brûlages des forêts
- les reboisements

Les sources sont constituées par les différents rapports et études des services en charge de ces activités.

Le niveau méthodologique 1 du GIEC a été appliqué pour toutes les sous-catégories. Les facteurs d'émission (FE) et paramètres d'émission sont des valeurs par défaut proposées par les Lignes Directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de GES.

Les tableaux ci-après présentent un aperçu du niveau méthodologique utilisé pour les catégories de sources de GES au Mali dans le secteur de la foresterie et changement d'affectation des terres.

Tableau 20 : Aperçu de la méthodologie utilisé pour les catégories de sources de GES au Mali dans le secteur de la foresterie et changement d'affectation des terres

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)						
Catégorie		Forêts restant des forêts : Augmentation annuelle du stock de carbone dans la biomasse (incluant la biomasse aérienne et la biomasse souterraine)						
Code de la catégorie		3B1a						
Feuille		1/4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10		Equation 2.9		
Catégorie d'utilisation des terres			Superficie de forêt restant à l'état de forêt après l'utilisation	Moyenne annuelle de repousse de la biomasse aérienne	Fraction de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Moyenne annuelle de repousse de la biomasse aérienne et souterraine	Fraction de carbone de la matière sèche	Augmentation annuelle de carbone de la biomasse suite à la repousse
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre durant l'année de rapportage (l'année d'inventaire)	Sous catégories d'utilisations au cours de l'année d'inventaire considérée	(ha) 13296037	(tonnes de matière/ha/an)	[Tonnes de matière de biomasse souterraine/ (tonne de matière de biomasse aérienne)]	(tonne de matière/ha/an)	[tonne de carbone/ (tonne de)] matière	(tonnes de carbonés/an)
			Sources : statistiques nationales (Etudes IF 2006 et 2014)	Tableaux 4.9, 4.10 et 4.12	Zéro (0) ou tableau 4.4	$G_{TOTAL} = G_w * (1+R)$	0,5 ou tableau 4.3	$AC_{0=A} * G_{TOTAL} * CF$
			A	Gw	Fr	G_{TOTAL}	CF	AC_0
Terres Forestières (TF)	Terres forestières (TF)	(a) Format. Forestières	13296037					
		(b) Autres terres Boisées (Jachères vieilles)	13841979.33					
		(c) Autres terres (cultures, savanes vergers)	164337.64					
Total								

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)					
Catégorie		Forêts restant des forêts : perte de carbone due à l'exploitation de bois d'œuvre et de service					
Code de la catégorie		3B1a					
Feuille		2/4					
Equation		Equation 2.2		Equation 2.12			
Catégorie d'utilisation des terres		Sous catégories d'utilisations au cours de l'année d'inventaire considérée	Quantité annuelle de bois enlevé	Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse enlevée en terme de volume commercable par rapport au volume total de la biomasse enlevée (y compris les écorces)	Fraction de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Fraction de carbone de la matière sèche	Perte annuelle de carbone de la biomasse suite à l'exploitation
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre durant l'année de rapportage (l'année d'inventaire)		(m ³ /an)	[tonnes de biomasse enlevée/ (m ³ de biomasse enlevé)]	[Tonnes de matière de biomasse souterraine/ (tonne de matière de biomasse aérienne)]	[tonne de carbone/ (tonne de)] matière	(tonnes de carbonés/an)
			Sources : statistiques nationales ou internationales	Tableaux 4.5	Zéro (0) ou tableau 4.4	0,5 ou tableau 4.3	Qté de carbone de bois d'œuvre et de service = $H * FCEBE * (1 + Fr) * C_F$
			H	FCEB _E	Fr	CF	Qté carbone bois d'œuvre et service
Terres Forestières (TF)	Terres forestières (TF)	(a)					
		(b)					
		(c)					
Total							

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)						
Catégorie		Forêts restant des forêts : perte de carbone due à l'exploitation de bois énergie						
Code de la catégorie		3B1a						
Feuille		3/4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13					
Catégorie d'utilisation des terres		Sous catégories d'utilisation s au cours de l'année d'inventaire considérée	Volume annuel de bois prélevé suite à une coupe totale des arbres	Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse enlevée en terme de volume commercéable par rapport au volume total de la biomasse enlevée (y compris les écorces)	Fraction de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Densité de l'espèce prédominante de bois	Fraction de carbone de la matière sèche	Perte annuelle de carbone de la biomasse suite à l'exploitation du bois énergie
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre durant l'année de rapportage (l'année d'inventaire)		(m ³ /an)	[tonnes de biomasse enlevée/ (m ³ de biomasse enlevé)]	[Tonnes de matière de biomasse souterraine/ (tonne de matière de biomasse aérienne)]	(tonne / m ³)	[tonnes de carbone/(tonne de matière)]	(tonnes de carbonés/an)
			Sources : statistiques nationales ou celles de la FAO	Tableaux 4.5	Zéro (0) ou tableau 4.4	tableau 4.13 et 4.14	0,5 ou table 4.3	Qté carbone bois énergie = [VBE* FCEB _E * (1+Fr)+VBVE*D]
			VBE	FCEB _E	Fr	D	FC	Qté carbone bois énergie
Terres Forestières (TF)	Terres forestières (TF)	(a)						
		(b)						
		(c)						

Mali - Rapport d'inventaire

Total				
-------	--	--	--	--

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)						
Catégorie		Forêts restant des forêts : perte de carbone due à des perturbations						
Code de la catégorie		3B1a						
Feuille		4/4						
Equation		Equation 2.2			Equation 2.14			
Catégorie d'utilisation des terres			Superficie affectée par la perturbation (ex : attaque d'insectes)	Biomasse aérienne de la superficie affectée	Fraction de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Fraction de carbone de la matière sèche	Autres pertes annuelles de carbone	Diminution annuelle du stock de carbone de la biomasse suite à la perte de biomasse
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre durant l'année de rapportage (l'année d'inventaire)	Sous catégories d'utilisations au cours de l'année d'inventaire considérée	(ha/an)	(tonnes de matière sèche/ha)	[Tonnes de matière de biomasse souterraine/ (tonne de matière de biomasse aérienne)]	[tonne de carbone / (tonne de matière sèche)]	(tonnes de carbone/an)	(tonnes de carbonnes/an)
			Sources : statistiques nationales ou sources internationales de données	Tableaux 4.7 et 4.8	Zero (0) ou tableau 4.4	0,5 ou tableau 4.3	Qté carbone perturbation = $Apertu * Ba + (1 + Fr) + CF * fd$	Diminution Totale carbone = Qté carbone bois d'œuvre et service + Qté carbone bois énergie + Qté carbone perturbations
			Apertu	Ba	Fr	CF	Qté carbone perturbation	Diminution Totale carbone
Terres Forestières (TF)	Terres forestières (TF)	(a)						
		(b)						
		(c)						
Total								

NB : fd : fraction de biomasse perdue suite à la perturbation (ex : attaques d'insectes)

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)			
Catégorie		Forêts restant des forêts (F-F) : perte annuelle de carbone due au drainage des sols organiques			
Code de la catégorie		3B1a			
Feuille		1/1			
Equation		Equation 2.2		Equation 2.16	
Catégories d'utilisation des terres		Superficie des sols organiques drainés (ha)		Facteur d'émission pour le type de climat (tonnes de carbone/ha/an)	
Utilisation initiale des terres		A		FE	
Utilisation des terres durant l'année d'inventaire		Sous catégories pour l'année d'inventaires		Perte annuelle de carbone à partir du drainage des sols organiques (tonnes de carbone/an)	
Terres forestières (TF)		(a)		Perte carbone par drainage = A*FE	
Terres forestières (TF)		(b)			
Terres forestières (TF)		(c)			
		Total			

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)						
Catégorie		Terre convertie en forêt : Augmentation annuelle du stock de carbone dans la biomasse (y compris la biomasse aérienne et la biomasse souterraine)						
Code de la catégorie		3B1b						
Feuille		1/4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10		Equation 2.9		
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Superficie de terre convertie en forêt	Moyenne annuelle du taux de repousse de la biomasse aérienne	Ratio de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Moyenne annuelle de repousse de la biomasse aérienne et de la biomasse souterraine	Fraction de carbone de la matière sèche	Augmentation annuelle de carbone due à la repousse de la biomasse
Utilisation initiale des terres*	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)		(ha)	(tonnes de matière/ha/an)	Tonne de biomasse souterraine/(tonne de biomasse aérienne)	(tonnes de matière/ha/an)	[tonnes de carbone/(tonne de matière)]	(tonne de carbone/an)
			Sources de données nationales ou internationales	Tables 4.9, 4.10 et 4.12	zéro (0) ou table 4.4	$G_{total} = G_w*(1+R)$	0,5 ou table 4.3	$AC_0 = A*G_{TOTAL}*FC$
		A	Gw	R	G _{TOTAL}	FC	AC ₀	
Terres agricoles	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Prairies	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Zones humides	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Etablissements humains	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								

Mali - Rapport d'inventaire

Autres types d'utilisation	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Total							

Si la donnée sur l'utilisation initiale de la terre n'est pas disponible, il faut seulement utiliser « les terres non forestières » dans cette colonne

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres					
Catégorie		Terre convertie en forêt : Perte de carbone due au prélèvement de bois ¹					
Code de la catégorie		3B1b					
Feuille		2/4					
Equation		Equation 2.2		Equation 2.12			
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Quantité annuelle de bois prélevée	Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse pour la conversion de la biomasse prélevée en volumes commerciable (y compris les écorces)	Ratio de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Fraction de carbone de la matière sèche	Perte annuelle de carbone due au prélèvement de la biomasse
Utilisation initiale des terres*	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)		(m3/an)	[tonnes de biomasse prélevée/ (m ³ de biomasse prélevée)]	Tonne de biomasse souterraine sèche / (tonne de biomasse aérienne sèche)	[tonnes de carbone / (tonne de matière)]	(tonne de carbone/an)
			Sources de données nationales ou internationales	Tables 4.5	zéro (0) ou table 4.4	0,5 ou table 4.3	Perte carbone $P_0 = H * BCEF_R + (1+R) * FC$
			H	BCEF_R	R	FC	Perte carbone
Terres agricoles	Forêts	(a) Ex : jachers					
		(b) plantation					
Sous total							
Prairies	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Zones humides	Forêts	(a)					

Mali - Rapport d'inventaire

		(b)				
	Sous total					
Etablissements humains	Forêts	(a)				
		(b)				
	Sous total					
Autres types d'utilisation	Forêts	(a)				
		(b)				
	Sous total					
	Total					
<p>1 : Cette feuille doit être utilisée si l'on fait l'hypothèse que les pertes ne sont pas nulle (voir chapitre 4 3 1 1 du guide)</p> <p>2 : Si la donnée sur l'utilisation initiale de la terre n'est pas disponible, il faut utiliser seulement « terres non forestières dans cette colonne »</p>						

Secteur		Agriculture, foresterie et autres utilisation des terres							
Catégorie		Terre convertie en forêt : Perte de carbone dans la biomasse suite au prélèvement du bois énergie ¹							
Code de la catégorie		3B1b							
Feuille		3/4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.10			Equation 2.9		
Catégories d'utilisation des terres			Volume annuel de bois énergie obtenu par la coupe d'arbres entiers	Facteur de conversion et d'expansion de la biomasse pour la conversion de la biomasse prélevée en volumes commerciable (y compris les écorces)	Ratio de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Volume annuel de la biomasse prélevée sous forme d'une partie des arbres	Densité de l'espèce prédominante de bois	Fraction de carbone de la matière sèche	Perte annuelle de carbone due à l'exploitation du bois énergie
Utilisation initiale des terres ²	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)	Sous catégories pour l'année d'inventaire	(m ³ /an)	Tonnes de biomasse prélevée/ (m ³ de biomasse prélevée)	Tonne de biomasse souterraine sèche / (tonne de biomasse aérienne sèche)	(m ³ /an)	Tonne/m ³	tonnes de carbone / (tonne de matière sèche)	(tonne de carbone/an)
			Sources de données nationales ou statistiques de la FAO	Tables 4.5	zéro (0) ou table 4.4	Sources de données : Statistiques FAO ou nationales	Table 4.13 et 4.14	0,5 ou table 4.3	Perte bois énergie = [FGTot* BCEF_R*(1+R)+ FGpartie*D]*FC
			FGTot	BCEF_R	R	FGpartie	D	FC	Tot bois énergie
Terres agricoles	Forêts	(a)							
		(b)							
Sous total									

Mali - Rapport d'inventaire

Prairies	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Zones humides	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Etablissements humains	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Autres types d'utilisation	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Total								

1 : Cette feuille doit être utilisée si l'on fait l'hypothèse que les pertes ne sont pas nulle (voir chapitre 4 3 1 1 du guide)

2 : Si la donnée sur l'utilisation initiale de la terre n'est pas disponible, il faut utiliser seulement « terres non forestières dans cette colonne »

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)						
Catégorie		Terre convertie en forêt : Perte de carbone dans la biomasse suite aux perturbations ¹						
Code de la catégorie		3B1b						
Feuille		4/4						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.9	Equation 2.14		Equation 2.7		
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Superficie affectée par les perturbations	Moyenne de la biomasse aérienne et souterraine affectée	Ratio de la biomasse souterraine par rapport à la biomasse aérienne	Fraction de carbone de la matière sèche	Autre pertes annuelles de carbone	Diminution annuelle de carbone due à la perte de la biomasse
Utilisation initiale des terres*	Utilisation des terres durant l'année de		(ha /an)	(tonnes de matière sèche/ha/an)	[Tonne de biomasse souterraine/(tonne de biomasse aérienne)]	[tonnes de carbone /(tonne de matière)]	(tonne de carbone /an)	[tonne de carbone/ (tonne de matière sèche)]

Mali - Rapport d'inventaire

	ra portage (année d'inventaire)		Sources de données nationales ou internationales	Tables 4.7 et 4.8	zéro (0) ou table 4.4	0,5 ou table 4.3	Perte pertu = $Apertu * Bw * (1+R) * Fc$ *fd	Perte_{TOT} = perte prélèvement bois+ perte prélèvement bois énergie + pertes pertu
			Apertu	Bw	R	FC	Perte pertu	Perte ToT
Champs	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Prairies	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Zones humides	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Etablissements humains	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Autres types d'utilisation	Forêts	(a)						
		(b)						
Sous total								
Total								

: Cette feuille doit être utilisée si l'on fait l'hypothèse que les pertes ne sont pas nulles (voir chapitre 4 3 1 1 du guide)

2 : Si la donnée sur l'utilisation initiale de la terre n'est pas disponible, il faut utiliser seulement « terres non forestières dans cette colonne »

Secteur	Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres (AFAT)	
Catégorie	Terre convertie en forêt : Variation annuelle du stock dans la matière organique morte suite à la conversion des terres	
Code de la catégorie	3B1b	
Feuille	1/1	
Equation	Equation 2.2	Equation 2.23

Mali - Rapport d'inventaire

Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Superficie en conversion d'une ancienne catégorie d'usage à une nouvelle	Stock de bois mort et de litière provenant du nouveau type d'usage des terres	Stock de bois mort et de litière provenant de l'ancien type d'usage des terres	Temps de transition de l'ancienne à la nouvelle catégorie d'usage des terres	Variation annuelle de stock de carbone dans le bois mort et la litière
Utilisation initiale des terres ¹	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)		(ha)	(tonnes de carbone /ha)	(tonnes de carbone /ha)	(an)	(tonne de carbone/an)
			Sources de données nationales ou internationales	Tables 2.2 pour les litières ou données des statistiques nationales.	La valeur par défaut est zéro (0)	La valeur par défaut est de 20	Var stock =A* (C _N - C ₀)/T
			A	C_N	C₀	T	
Terres agricoles	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Prairies	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Zones humides	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Etablissements humains	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Autres types d'utilisation	Forêts	(a)					
		(b)					
Sous total							
Total							

1: si des données n'existent pas sur l'utilisation initiale des terres, il faut écrire seulement dans cette colonne : « terres autres que forêts »

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres						
Catégorie		Terres converties en terres agricoles : Variation annuelle du stock dans la biomasse						
Code de la catégorie		3B2b						
Feuille		1/1						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.23					
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Superficie annuelle convertie en champs	Stock de biomasse avant la conversion	Fraction de carbone de la matière sèche	Augmentation annuelle du carbone de la biomasse ²	Perte annuelle de stock de carbone de la biomasse ³	Variation annuelle du stock de carbone de la biomasse
Utilisation initiale des terres ¹	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)		(ha)	(tonnes de matière sèche /ha)	(tonnes de carbone /tonne de matière sèche)	(tonne de carbone/an)	(tonne de carbone/an)	(tonne de carbone/an)
			Sources de données nationales	Tables 5.8 ou données nationales.	0,5	Données nationales ou voir table 5.9	Var stock =A* (C _N - C _O)/T	Varc = Ac+ ((0-Ba)*S)* C_F - Pc
		S	Ba	C_F	Ac	Pc		
Forêts	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Prairies	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Zones humide	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Etablissements humains	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Autres types d'utilisation	Terres agricoles	(a)			0,5			

Mali - Rapport d'inventaire

		(b)			0,5			
Sous total								
Total								
1: si des données n'existent pas sur l'utilisation initiale des terres, il faut écrire seulement dans cette colonne : « terres autres que forêts »								

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des Terres						
Catégorie		Terres converties en terres agricoles : Variation annuelle du stock de carbone dans la matière organique morte suite à la conversion						
Code de la catégorie		3B2b						
Feuille		1/1						
Equation		Equation 2.2	Equation 2.23					
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour l'année d'inventaire	Superficie en conversion de l'ancienne catégorie d'utilisation à la nouvelle (ha)	Stock de bois mort et de litière dans l'ancienne catégorie d'utilisation (tonnes /ha)	Fraction de carbone de la matière sèche (tonnes de carbone /tonne de matière sèche)	Augmentation annuelle du carbone de la biomasse ² (tonne de carbone/an)	Perte annuelle de stock de carbone de la biomasse ³ (tonne de carbone/an)	Variation annuelle du stock de carbone de la biomasse (tonne de carbone/an)
Utilisation initiale des terres ¹	Utilisation des terres durant l'année de rapportage (année d'inventaire)		Sources de données nationales ou internationales	Tables 5.8 ou données nationales.	0,5	Données nationales ou voir table 5.9	Estimations nationales ou voit table 5.1	$V_{arc} = A_c + ((0 - B_a) * S) * C_F - P_c$
			S_a	B_a	C_F	A_c	P_c	V_{arc}
Forêts	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Prairies	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Zones humide	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Etablissements humains	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								

Mali - Rapport d'inventaire

Autres types d'utilisation	Terres agricoles	(a)			0,5			
		(b)			0,5			
Sous total								
Total								

- 1 : si des données n'existent pas sur l'utilisation initiale des terres, il faut écrire seulement dans cette colonne : « terres autres que forêts »
 2 : L'augmentation annuelle du carbone de la biomasse est le carbone accumulé par la superficie d'une culture pérenne jusqu'à la fin de son cycle végétatif
 3 : la perte annuelle de carbone de la biomasse est le stock de carbone perdu lors de la récolte annuelle d'une culture pérenne

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Conversion des terres en terres agricoles : Variation annuelle de de stock de carbone dans les sols minéraliers										
Code de la catégorie		3B2b										
Feuille		1/2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation B dans l'encadré 2.1 de la section 2.3.3.1									
Catégorie d'utilisation des terres		Sous catégories pour différents types d'utilisation et de gestion des par zone climatique	Superficie par type d'utilisation et de gestion des terres, par zone climatique	Contenu en carbone de référence pour le type de sol et la zone climatique	Facteur (D) de variation temporelle du stock de carbone ou nombre d'années passées pour un seul inventaire (T)	Facteur de variation du stock de carbone pour la dernière année d'une période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le régime de gestion des terres au cours de la dernière année de la période d'inventaire	Facteur de variation de l'apport de carbone au cours de la dernière année de la période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le système d'utilisation des terres au début de la période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le régime d'utilisation des terres au début de la période d'inventaire	Facteur de variation de l'apport de carbone au début de la période d'inventaire	Variation annuelle de carbone dans les sols minéraliers
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire		(ha)	Tonnes de carbone /ha)	(ans)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	Tonnes de carbone/an)
				Table 2.3 ; Chap 2, sec 2.3.3.1	valeur par défaut : 20 ans ; Si T sup20 alors la	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.10	Table 5.10	Table 5.10	VarcarSol = (voir équation 2.25)

Mali - Rapport d'inventaire

					valeur est T							
			A _T	SoCref		Flud	Fmd	FCind	Flus	Flus	Fcinf	VacarSols
Forêts	Terres agricoles	(a)										
		(b)										
Sous total												
Prairies	Terres agricoles	(a)										
		(b)										
Sous total												
Zones humides	Terres agricoles	(a)										
		(b)										
Sous total												

Suite Feuille 1/2

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres											
Catégorie		Conversion des terres en terres agricoles : Variation annuelle de de stock de carbone dans les sols minéraliers											
Code de la catégorie		3B2b											
Feuille		1/2											
Equation		Equation 2.2	Equation 2.25, Formulation B dans l'encadré 2.1 de la section 2.3.3.1										
Etablissements humains	Terres agricoles	(a)											
		(b)											
Sous total													
Autres types d'utilisations	Terres agricoles	(a)											
		(b)											
Sous total													
Sous total													

Les données sur les défrichements

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Conversion des terres en terres agricoles : Variation annuelle de de stock de carbone dans les sols minéraliers										
Code de la catégorie		3B2b										
Feuille		1/2										
Equation		Equation 2.25, Formulation B dans l'encadré 2.1 de la section 2.3.3.1										
Catégorie d'utilisation des terres		Equation 2.2										
Utilisation initiale de la terre		Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire										
		Sous catégories pour différentes types d'utilisation et de gestion des par zone climatique	Superficie par type d'utilisation et de gestion des terres, par zone climatique	Contenu en carbone de référence pour le type de sol et la zone climatique	Facteur (D) de variation temporelle du stock de carbone ou nombre d'années passées pour un seul inventaire (T)	Facteur de variation du stock de carbone pour la dernière année d'une période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le régime de gestion des terres au cours de la dernière année de la période d'inventaire	Facteur de variation de l'apport de carbone au cours de la dernière année de la période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le système d'utilisation des terres au début de la période d'inventaire	Facteur de variation du stock de carbone pour le régime d'utilisation des terres au début de la période d'inventaire	Facteur de variation de l'apport de carbone au début de la période d'inventaire	Variation annuelle de carbone dans les sols minéraliers
			(ha)	(tonnes de carbone /ha)	(ans)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	(.)	Tonnes de carbone/an)
				Table 2.3 ; Chap 2, sec 2.3.3.1	(valeur par défaut : 20 ans ; Si T sup20 alors la valeur est T	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.5	Table 5.10	Table 5.10	Table 5.10	VarcarSol= (voir équation 2.25)
			A _T	SoCref		Flud	Fmd	Fcind	Flus	Flus	Fcinf	VacarSols
Forêts	Terres agricoles	(a)										
		(b)										
Sous total												
		(a)										

Secteur		Agriculture, Foresterie et autres utilisations des Terres			
Catégorie		Terres converties en terres agricoles : Variation annuelle du stock de carbone dans les sols organiques			
Code de la Catégorie		3B2b			
Feuille		2/2			
Equation		Equation 2.2	Equation 2.26		
Catégories d'utilisation des terres		Sous catégories pour la période d'inventaire	Superficie cultivée de sols organiques	Facteur d'émission pour le type de climat	Perte annuelle de carbone due à la culture des sols organiques (tonnes de carbones/an)
Utilisation initiale des Terres ¹	Utilisation des Terres durant l'année d'inventaire		(ha)	(tonnes de carbone/ha/an)	
				Voir : Table 5.6	Perte organique = A*EF
			A	EF	Perte organique
Forêts	Terres agricoles	(a)			
		(b)			
Sous-total					
Prairie	Terres agricoles	(a)			
		(b)			
Sous-total					
Zones humides	Terres agricoles	(a)			
		(b)			
Sous-total					
Etablissements humains	Terres agricoles	(a)			
		(b)			
Sous-total					
Autres types d'utilisations des terres	Terres agricoles	(a)			
		(b)			
Sous-total					
Total					
1 : S'il n'existe pas de données pour l'utilisation initiale des terres, il faut écrire « Terres non agricoles »					

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Emissions provenant du brûlage des forêts (forêts restants à l'état de forêts)										
Code de la catégorie		3C1a										
Feuille		1/2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27									
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion		
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ¹	(ha)	(Tonnes/ha)	(sans unité)	[g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)]	Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)		
			Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L feu CH₄ = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu N₂O = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu NO_x = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³			
		A	M _B	C _f	G _{ef}	L _{feu CH₄}	L _{feu CO}	L _{feu N₂O}	L _{feu NO_x}			
Forêts	Forêts	(a)				CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						
		(b)					CH ₄					
							CO					
					N ₂ O							

Mali - Rapport d'inventaire

						NO _x						
Total						CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO₂

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et Cf une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée (M_B*Cf) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que Cf doit être égal à 1.

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Emissions provenant du brûlage des forêts (Terre converties en forêts : ex reboisements, jachères)										
Code de la catégorie		3C1a										
Feuille		2/2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27									
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion		
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ^{e1}	(ha)	(Tonnes/ha)	(sans unité)	[g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)]	Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)		
				Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	Lfeu CH ₄ = A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	L feu CO= A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	LfeuN ₂ O =A*M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	LfeuNOx =A*M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³		
			A	M _B	C _f	G _{ef}	L _{feu CH4}	L _{feu CO}	L _{feuN₂O}	L _{feuNOx}		
Terres non forestières	Forêts	(a)				CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
		(b)				CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						

Mali - Rapport d'inventaire

						NO						
						x						
Total						CH						
						4						
						CO						
						N ₂						
						O						
						NO						
						x						

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO₂

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et Cf une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée (M_B*Cf) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que Cf doit être égal à 1.

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Emissions provenant du brûlage dans les terres agricoles (les terres agricoles restantes des terres agricoles)										
Code de la catégorie		3C1b										
Feuille		1/2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27									
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion		
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ¹	(ha)	(Tonnes/ha)	(sans unité)	[g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)]	Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)		
			Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L feu CH₄ = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu N₂O = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu NO_x = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³			
		A	M _B	C _f	G _{ef}	L _{feu CH₄}	L _{feu CO}	L _{feu N₂O}	L _{feu NO_x}			
Terres agricoles	Terres agricoles	(a)				CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						
		(b)					CH ₄					
							CO					
					N ₂ O							

Mali - Rapport d'inventaire

						NO _x					
Total						CH ₄					
						CO					
						N ₂ O					
						NO _x					

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO₂

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et Cf une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée (M_B*Cf) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que Cf doit être égal à 1.

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres									
Catégorie		Emissions provenant du brûlage dans les terres agricoles (terres converties en terres agricoles)									
Code de la catégorie		3C1b									
Feuille		2/2									
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27								
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ¹	(ha)	(Tonnes/ha)	(sans unité)	g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)	Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)	

Mali - Rapport d'inventaire

			Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	$L_{\text{feu CH}_4} = A^* M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$	$L_{\text{feu CO}} = A^* M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$	$L_{\text{feu N}_2\text{O}} = A^* M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$	$L_{\text{feu NO}_x} = A^* M_B * C_f * G_{\text{ef}} * 10^{-3}$
			A	M_B	C_f	G_{ef}	$L_{\text{feu CH}_4}$	$L_{\text{feu CO}}$	$L_{\text{feu N}_2\text{O}}$
Terres non agricoles	Terres agricoles	(a)				CH ₄			
						CO			
						N ₂ O			
						NO _x			
		(b)				CH ₄			
						CO			
						N ₂ O			
						NO _x			
Total						CH ₄			
						CO			
						N ₂ O			
						NO _x			

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO2

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et C_f une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée ($M_B * C_f$) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que C_f doit être égal à 1.

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres										
Catégorie		Emissions provenant du brûlage dans les savanes (savane restant à l'état de savane)										
Code de la catégorie		3C1c										
Feuille		1/2										
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27									
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion		
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ¹	(ha)	Tonnes/ha	(sans unité)	g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)	Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)		
			Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	Lfeu CH ₄ = A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	L feu CO= A* M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	LfeuN ₂ O =A*M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³	LfeuNOx =A*M _B *Cf*Gef* 10 ⁻³			
		A	M _B	C _f	G _{ef}	L _{feu CH₄}	L _{feu CO}	L _{feuN₂O}	L _{feuNOx}			
Savane	Savane	(a)				CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						
		(b)				CH ₄						
						CO						
				N ₂ O								

Mali - Rapport d'inventaire

						NO _x						
Total						CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO₂

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et Cf une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée (M_B*Cf) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que Cf doit être égal à 1.

Secteur		Agriculture, Foresterie et Autres utilisations des Terres											
Catégorie		Emissions provenant du brûlage dans les savanes (Terres converties en savane)											
Code de la catégorie		3C1c											
Feuille		2/2											
Equation		Equation 2.2	Equation 2.27										
Catégorie d'utilisation des terres			superficie brûlée	Masse de combustible pour la combustion	Facteur de combustion	Facteur d'émission pour chaque gaz à effet de serre	Emission de CH ₄ provenant de la combustion	Emission de CO provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion	Emissions de N ₂ O provenant de la combustion			
Utilisation initiale de la terre	Utilisation de la terre au cours de l'année d'inventaire	Sous catégories pour l'année d'inventaire ¹	(ha)	(Tonnes/ha)	(sans unité)	g de GES/ (kg de matière sèche brûlée)	(Tonnes de CH ₄)	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	(tonnes de N ₂ O)	(tonnes de N ₂ O)			
			Table 2.4	Table 2.6	Table 2.5	L feu CH₄ = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu CO = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu N₂O = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³	L feu NOx = A* M_B*Cf*Gef* 10⁻³				
			A	M _B	C _f	G _{ef}	L _{feu CH₄}	L _{feu CO}	L _{feu N₂O}	L _{feu NOx}			
Terres non Savanes	Savane	(a)				CH ₄							
						CO							
						N ₂ O							
						NO _x							
		(b)						CH ₄					
								CO					
							N ₂ O						

Mali - Rapport d'inventaire

						NO _x						
Total						CH ₄						
						CO						
						N ₂ O						
						NO _x						

1 : pour chaque sous-catégorie, utilisez une ligne séparée pour chaque autre type de gaz que le CO₂

2 : Si aucune donnée n'existe pour M_B et Cf une valeur par défaut pour la quantité de combustible brûlée (M_B*Cf) peut être utilisée (table 2.4). Dans ce cas, M_B prend la valeur donnée dans le tableau sans que Cf doit être égal à 1.

Evaluation générale de l'exhaustivité

Brève description des catégories clés

La liste des catégories clés a été générée en utilisant le logiciel du GIEC (IPCC Inventory Software) qui applique l'approche 1 pour l'identification des catégories clés.

Les catégories clés ont été identifiées par l'évaluation de niveau pour les années 2010 et 2023 et par l'évaluation de la tendance 2010 - 2023.

Les statistiques sur les niveaux d'incertitude ne sont pas complètes et fiables pour permettre une évaluation exhaustive des incertitudes et une application de l'approche 2 proposée par le GIEC (en dehors du logiciel du GIEC). Les résultats de l'évaluation des catégories clés sont présentés dans les Tableaux 2.4.

Évaluation générale des incertitudes

Appendice 2 des directives du GIEC 2006 est utilisée pour l'estimation des émissions de CO₂ dues aux terres converties en terres inondées de manière permanente.

Les émissions de dioxyde de carbone des terres converties en terres inondées sont prise en compte, après inondation ou défrichage des terres, de la manière suivante :

- Émissions de diffusion, dues à la diffusion moléculaire à travers l'interface air-eau ; c'est la principale voie pour les émissions de CO₂ ;
- Émissions par ébullition ou émissions gazeuses provenant du sédiment passant par la colonne d'eau sous forme de bulles ; il s'agit d'une voie très mineure pour les émissions de CO₂ ;

Le niveau 1 fournit une approche simplifiée d'estimation des émissions de CO₂ des réservoirs à l'aide de facteurs d'émissions par défaut et de données sur les superficies très agrégées.

Les deux principales sources d'incertitude pour l'estimation des émissions de gaz à effet de serre des réservoirs sont les facteurs d'émissions de diverses voies (de diffusion, ébullition et dégazage) et les estimations des superficies de surface des réservoirs.

Facteurs d'émissions

Les émissions de diffusion de CO₂ présentées au tableau 2a.25 (Vol.4 Ligne Directive GIEC) varient selon un à deux ordres de grandeur dans les régions boréales et tempérées, et d'un à trois dans les régions tropicales. L'utilisation des facteurs d'émissions calculés à partir du tableau 2a.2 présente donc des incertitudes élevées. Puisque l'âge des réservoirs a une

Données collectées

Catégories de terres

Tableau des catégories de terres

Types de terres	Catégorie	Compositions	Spécifications suivant les directives du GIEC	Superficie (ha)	%
Terres Forestières	I	Forêts galeries, Forêts claires,	Seuils de la catégorie sont: au moins 1ha de superficie, 10-30% de recouvrements par le houppier, 2-5 mètres de hauteur, FAO et directive GIEC	14 147 148	11%
Autres Terres Boisées	II	Savanes boisées, Savanes arborées, Savanes arbustives, veilles jachères		9 561 132	8%
Autres Terres non boisées	III	Champs de cultures, Savanes vergers,	Cette catégorie inclut les terres cultivées, y compris les rizières et les systèmes agro-forestiers dont la structure végétale n'atteint pas les seuils utilisés pour la catégorie terres forestières	12 766 453	10%
Autres Terres avec arbust.Steppes_ha	IV	Bowé, Savanes et Stepes herbeuses, plaines herbeuses, paturés	Cette catégorie inclut les parcours et les pâturages qui ne sont pas considérés comme des terres cultivées. Elle inclut également des systèmes à végétation ligneuse et autre végétation non herbacée telle que les herbes et les broussailles dont le seuil est inférieur aux valeurs utilisées pour la catégorie terres forestières. La catégorie inclut également toutes les prairies, depuis les terrains en friche jusqu'aux espaces récréatifs, ainsi que les systèmes agricoles et sylvo-pastoraux, conformément aux définitions nationales	18 084 611	15%

Types de terres	Catégorie	Compositions	Spécifications suivant les directives du GIEC	Superficie (ha)	%
Terres humides	V	Terres couvertes par les fleuves, rivières, lacs naturels ou artificiel, etc	Cette catégorie inclut les terres couvertes ou saturées d'eau pendant la totalité ou une partie de l'année et qui n'entrent pas dans les catégories des terres forestières, terres cultivées, prairies ou établissements. Elle inclut les réservoirs en tant que subdivision exploitée et les lacs et rivières et fleuve	4 000 000	3%
Sols nus, espaces urbanisés, deserts et roches	VI		Cette catégorie inclut les sols dénudés, les roches, les glaces et toutes les superficies terrestres qui ne figurent pas dans les autres catégories. Elle permet de faire correspondre la totalité des superficies terrestres identifiées à la superficie nationale, lorsque des données sont disponibles. Lorsque les données sont disponibles, on encourage les pays à classifier les terres non gérées en fonction des catégories d'affectation des terres ci-dessus (par exemple vers des terres forestières non gérées, prairies non gérées, et terres humides non gérées). Ceci permettra d'améliorer la transparence et de mieux suivre les conversions d'affectation des terres à partir de types spécifiques de terres non gérées vers l'une des catégories ci-dessus.	65 554 456	53%
Total				124 113 800	100%

Source ; Inventaires Forestiers Nationaux – 2006 et 20214

Donnes d'activités

Tableau 21 : Consommation moyenne de bois énergie par habitant

Localités	Taux de consommation moyen de bois(Tonne_an_hbts)
BAMAKO	0,5280
GAO	1,0350
KAYES	0,7221
KIDAL	1,2092
KOULIKORO	0,8580
MOPTI	0,8682
SEGOU	1,2159
SIKASSO	1,1507
TOMBOUCTOU	0,8739
Total moyen	0,9999

Source. SDA - AMADER 2009

Tableau 22 : Exploitation de bois

Année	Bois de chauffe (st)	Charbon de bois (qm)	Bois d'œuvre (nbre de pieds)	Bois de service (nbre de pièces)	Bois de chauffe (m3)	Charbon de bois (m3)	Bois d'œuvre (m3)	Bois de service (m3)	Total (m3)	Total (tonne)
2008	337 811	79 221	25 580	1 372 885	146 874	4 209 016	738	6 406	4 363 034	5 748,40
2009	261 337	85 199	22 724	1 762 753	113 625	4 526 602	656	8 225	4 649 107	6 125,31

Mali - Rapport d'inventaire

2010	305 746	537 908	22 196	2 360 196	132 933	28 579 028	640	11 013	28 723 614	37 844,02
2011	383 141	140 578	28 284	244 048 637	166 583	7 468 914	816	1 138 731	8 775 044	11 561,32
2012	345 979	13 116	19 901	866 464	150 426	696 840	574	4 043	851 883	1 122,38
2013	386 011	171 699	30 861	939 836	167 831	9 122 348	890	4 385	9 295 455	12 246,98
2014	498 439	234 862	213 916	2 303 123	216 712	12 478 234	6 171	10 746	12 711 864	16 748,17
2015	368 846	275 296	77 672	991 637	160 368	14 626 476	2 241	4 627	14 793 712	19 491,06
2016	328 731	283 875	283 875	270 823	142 927	15 082 279	8 190	1 264	15 234 659	20 072,01
2017	413 341	334 454	1 220	74 613	179 713	17 769 557	35	348	17 949 654	23 649,08
2018	343 438	379 124	9 833	312 928	149 321	20 142 858	284	1 460	20 293 923	26 737,71

Source : DGEF

Tableau 23 : Défrichement de forêts

Année	Défrichement Sup (ha)
2008	1 166,55
2009	959,05
2010	1367
2011	1943,3
2012	992,70
2013	1221
2014	1753,25
2015	1716,25
2016	1782,78
2017	1805
2018	1908
2019	2 166,55
2020	2 166,55
2021	959,06
2022	1368

Source ; DGEF

Tendance des émissions directes dans le secteur

Année	Sequestration CO2 (Gg Teq)	Attenuation de CO2(GgTeq)	Emission Eq CO2-Gg)	Emission Nette (Gg Eq Co2)
2015	-317 974	-317 974	59980	-257 994
2016	-322 055	-322 055	75469	-246 587
2017	-325 309	-325 309	87342	-237 967
2018	-330 900	-330 900	74254	-256 645
2019	-334 425	-334 425	78358	-256 067
2020	-334 425	-334 425	78357	-256 068
2021	-334 425	-334 425	78356	-256 069
2022	-334 425	-334 425	78354	-256 070
2023	-334 425	-334 425	78353	-256 072
2024	-334 425	-334 425	78352	-256 073
2025	-334 425	-334 425	78351	-256 074
2026	-334 425	-334 425	78349	-256 075
2027	-334 425	-334 425	78348	-256 077
2028	-334 425	-334 425	78347	-256 078
2029	-334 425	-334 425	78346	-256 079
2030	-334 425	-334 425	78345	-256 080

Déchets

Contexte et aperçu de l'inventaire

Le secteur des déchets au Mali, bien qu'historiquement négligé dans les politiques climatiques, a été reconnu comme une source importante d'émissions de GES, principalement sous forme de méthane (CH₄) issu de la décomposition des matières organiques dans les décharges non contrôlées. L'urbanisation rapide et la croissance démographique exacerbent les défis liés à la gestion des déchets, entraînant une augmentation des émissions et des impacts négatifs sur l'environnement et la santé publique.

Lors de la révision de sa CDN en 2021, le Mali a intégré le secteur des déchets comme une priorité pour l'atténuation climatique. Les engagements nationaux incluent la réduction des émissions par des mesures telles que le tri sélectif, le recyclage, et la valorisation énergétique des déchets. Toutefois, la mise en œuvre de ces actions est entravée par l'absence de données fiables, de méthodologies harmonisées, et de systèmes institutionnels pour coordonner les efforts.

Le projet ICAT a permis de combler ces lacunes en réalisant un inventaire exhaustif des émissions du secteur, en identifiant les principales sources et en développant des outils pour estimer l'impact des actions d'atténuation. L'outil GACMO a été utilisé pour modéliser les réductions potentielles d'émissions. En outre, des formations ciblées ont été organisées pour renforcer les capacités des acteurs locaux et nationaux.

Grâce au soutien du projet ICAT, le Mali dispose désormais d'un cadre méthodologique solide pour améliorer la gestion des déchets et contribuer à un environnement plus sain, tout en respectant ses engagements climatiques.

Ce rapport traite de la collecte des données et des estimations des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour le secteur des déchets dans le cadre du projet ICAT.

Gestion des déchets municipaux

Déchets solides municipaux (DSM)

On entend par « déchets municipaux » les déchets ramassés par les municipalités ou d'autres autorités locales. Toutefois, cette définition varie d'un pays à un autre.

Parmi les divers déchets solides municipaux produits à Bamako, on peut noter principalement les déchets hospitaliers, les déchets de ferraille, les gravats, les produits d'étagage, les produits de balayage de rue, les déchets d'origine industrielle et les ordures ménagères.

Les ordures ménagères proviennent de la vie des ménages (cuisine, habillement, renouvellement de biens), jardinage, loisir, activités commerciales et administratives, etc. Elle est de loin la plus importante et représente 99 % des déchets produits contre 0,4 % de déchets hospitaliers et 0,6 % de déchets industriels (Tecsult, 1994).

Les ordures ménagères de Bamako contiennent principalement : 51% de poussière ; 17,5% de débris végétaux ; 17,5% de reste de cuisine.

▮ La gestion des déchets solides municipaux

La Politique Nationale d'Assainissement (PNA) est un document stratégique en matière d'assainissement au Mali. Elle a été adoptée en 2009 et associe cinq stratégies sectorielles spécifiques qui sont : Stratégie de gestion déchets solides, Stratégie de gestion des déchets liquides, Stratégie de gestion des déchets spéciaux, Stratégie de gestion des eaux pluviales, et la stratégie de transfert de compétences aux collectivités territoriales. Cette PNA se doit d'être relue aux regards des diverses évolutions internationales et nationales intervenues dans le sous-secteur. Aussi, l'évaluation de la mise en œuvre de la PNA et du diagnostic du sous-secteur assainissement, s'appuie sur une analyse documentaire approfondie et des entretiens avec les acteurs clés du sous-secteur qui révèle que les ambitieux résultats assignés à la PNA, n'ont pas été atteints dans leur globalité malgré les progrès obtenus en termes de réalisations physiques.

Depuis 2020 la Politique Nationale d'Assainissement est en cours de relecture, et dans sa nouvelle réforme, repose sur cinq (5) programmes spécifiques opérationnels qui constituent son ossature. Dans sa mise en œuvre, le programme « gouvernance du sous-secteur » est transversal aux quatre autres programmes spécifiques de la PNA. Les cinq (5) programmes qui constituent les leviers d'actions de la PNA du Mali, sont :

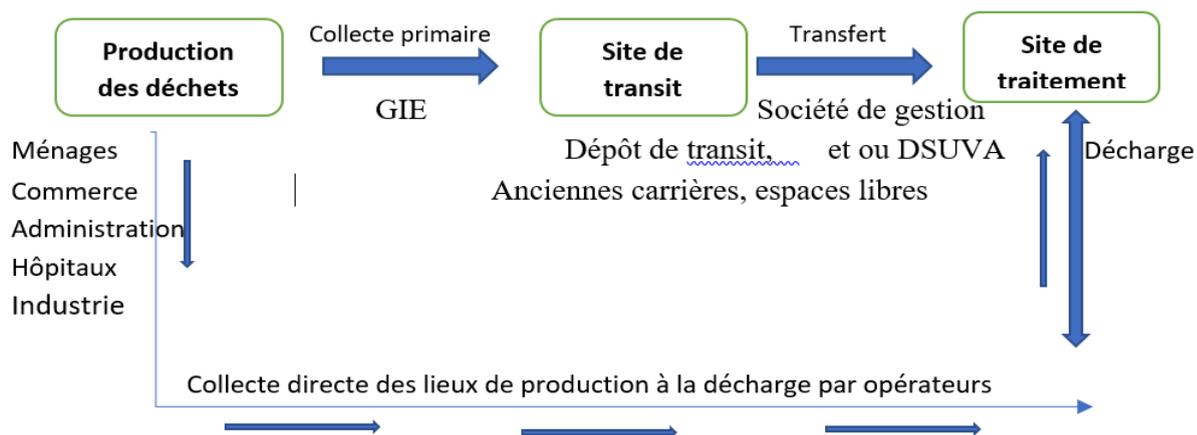
- Le programme 1 : gouvernance du sous-secteur,
- Le programme 2 : gestion durable des déchets solides,
- Le programme 3 : gestion durable des eaux usées et excréta,
- Le programme 4 : gestion durable des eaux pluviales,
- Le programme 5 : gestion durable des déchets spéciaux.

Ainsi dans ces documents les tâches assignées aux différents acteurs de gestion des déchets sont définies comme suit :

- **Le conditionnement des déchets solides** incombe aux ménages qui doivent les recueillir dans des poubelles ou d'autres récipients répondant aux normes d'hygiène et d'assainissement ;
- **La pré collecte** est dévolue aux communes en vertu du décret n° 2014-0572/P-RM du 22 juillet 2014, fixant les détails des compétences transférées de l'état aux collectivités dans le domaine de l'assainissement et la lutte contre les pollutions et nuisances. Celles-ci l'on déléguée au secteur privé, notamment aux GIE chargés désormais d'acheminer les déchets vers des dépôts de transit où ils doivent séjourner 72 heures au maximum.

- **La Collecte et l'Evacuation** incombe à la Mairie centrale de la localité, qui doit se munir des moyens appropriés pour transporter les déchets des dépôts de transit vers la décharge finale.
- **L'élimination des déchets** est faite à travers un enfouissement au niveau de la décharge finale.

Le système actuel de gestion des déchets solides municipaux :



Les déchets solides industriels

Le logiciel IPCC à travers le PIB a permis de calculer directement les émissions. Certains facteurs ont été pris par défaut dans le logiciel et certains dans les lignes directrices du GIEC.

Déchets liquides municipaux (DLM)

Les eaux usées proviennent de nombreuses sources : domestiques, commerciales, artisanales et industrielles. Elles peuvent être traitées sur place (non collectées), conduites par des égouts vers une station d'épuration (collectées) ou rejetées, sans être traitées, dans le voisinage ou par le biais d'un déversoir. Les eaux usées domestiques sont définies comme étant les eaux usagées des ménages tandis que les eaux usées industrielles sont celles provenant de l'utilisation industrielle uniquement. Les systèmes d'épuration et d'évacuation des eaux usées peuvent différer sensiblement d'un pays à un autre. En outre, les systèmes d'épuration et de rejet peuvent être différents selon que l'utilisateur vit en zone rurale ou urbaine et selon les revenus des ménages urbains. Les eaux usées peuvent être une source de production de méthane (CH₄) lorsqu'elles sont traitées ou éliminées de façon anaérobie, comme elles peuvent être source d'émissions d'oxyde nitreux (N₂O).

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

Comme mentionnée ci-haut la PNA est en cours de relecture, et dans sa nouvelle réforme, repose sur cinq (5) programmes spécifiques opérationnels qui constituent son ossature. Dans sa mise en œuvre, le programme « gouvernance du sous-secteur » est transversal aux quatre autres

programmes spécifiques de la PNA.

Description générale des méthodologies utilisées

Les inventaires des émissions de GES ont été réalisés suivant les lignes directrices du GIEC version 2006 du GIEC et les paramètres et facteurs d'émission par défaut correspondants ont été utilisés.

Description des sources de données d'activités

Type de données nécessaires

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

- l'origine des déchets (ménages, industries) ;
- la composition des déchets ;
- la quantité de déchets produite par personne et par jour ;
- le système de gestion des déchets (collecte et mise en décharge) ;
- les types de traitement ;
- la quantité de déchets par type de traitement (mise en décharge, incinération, brûlage, etc.) ;
- la population urbaine ;
- la population totale ; le taux d'accroissement ;
- les caractéristiques des ouvrages d'assainissement utilisés;

☞ Les structures qui possèdent les données relatives aux déchets pour l'estimation des émissions des gaz à effet de serre sont :

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

Les ménages constituent le premier acteur dans le processus de la gestion des déchets.

Système de collecte de données

De façon générale, les outils de collecte sont renseignés à travers les missions de terrain, les rapports périodiques (services rattachés, projets, etc.) et les ateliers de restitution.

Spécifiquement 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.

Les sources de données sont :

- les rapports annuels de la DNACPN ;
- les rapports annuels de L'ANGESEM ;
- les rapports thématiques de l'INSAT ;
- le rapport national sur l'état de l'environnement au mali-édition de 2017 ;
- le rapport BUR ;
- le rapport de la troisième communication ;
- les sites web de l'INSAT,
- certains rapports d'études sur le sous-secteur déchet ;
- les programmes nationaux de gestion durable des déchets solides et liquides de la PNA;
- Et aussi la consultation auprès de certains acteurs pouvant fournir des données.

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 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.

Emissions dues au traitement des déchets municipaux solides

Données d'activité

□ Population du Mali

Tableau 25 : Evolution de la population urbaine du Mali de 2012 à 2022

Population urbaine totale du Mali	Année	Taux d'accroissement intercensitaire annuel moyen en % de 2012 à 2022
-----------------------------------	-------	---

4 087 765	2012	2.7%
4 197 446	2013	
4 240 460	2014	
4 383 474	2015	
4 658 614	2016	
4 756 500	2017	
5 048 680	2018	
5 192 980	2019	
8 769 299	2020	
9 162 598	2021	
9 555 897	2022	

Source : site INSAT du 10 Aout 2023 et Annuaire statique régional du mali 2019

Afin d'avoir des données complètes sur la période 1960-2022 (nécessaire pour l'évaluation des émissions de décharges, où les déchets se dégradent lentement au cours de plusieurs décennies), les données statistiques des Nations Unies ont été utilisées : United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition, File 2. [World Urbanization Prospects](#)

Tableau 26 : Evolution de la population totale du Mali de 2012 à 2024

Population totale du Mali	Période d'inventaire 2012 à 2022	Taux d'accroissement intercensitaire annuel moyen en % de 2012 à 2022
16 317 000	2012	3%
16 808 000	2013	
17 308 000	2014	
17 819 000	2015	
18 341 000	2016	
18 875 000	2017	
19 418 000	2018	
19 973 000	2019	
20 537 000	2020	
21 112 000	2021	
22 395 489	2022	

Note : Pour les années antérieures à 2012 (1960-2011), les données statistiques de la Banque Mondiale ont été utilisées.¹

□ Ratio de production journalier des déchets solides municipaux

Ville	Population année 2016	Production déchets en tonnes/an (année 2016)	Quantité de déchets générés/hab/j
Bamako	2 851 334	949 000	0,90 kg/hab/j
Kati	106 684	15 188	0,39 kg/hab/j

¹ <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/SP.POP.TOTL?locations=ML>

Kayes	159 482	23 866	0,42 kg/hab/j
Koulikoro	52 524	20 225	0,47 kg/hab/j
Sikasso	286 104	5 454	0,44 kg/hab/j
Koutiala	178 572	24 116	0,37 kg/hab/j
Ségou	168 536	60 183	0,97 kg/hab/j
Niono	103 099	25 965	0,24 kg/hab/j
Mopti	152 510	40 080	0,26 kg/hab/j
Gao	109 075	35 832	0,32 kg/hab/j
Tombouctou	68 940	22 647	0,33 kg/hab/j

Source : Réf 15/024/DERA – Septembre 2017 – CIRA SA

Sur la base des données présentées dans le tableau ci-dessus, **il est estimé que le ratio de production moyen de déchets est de 0,46 kg/habitant/jour au niveau national.**

A défaut de données supplémentaires, ce taux est **supposé constant dans le temps et égal entre population urbaine et rurale.**

□ Composition des déchets solides municipaux

La quantité de déchets ménagers et assimilés produits dans les villes dotées de PSA est composée des matières suivantes :

Tableau 27 : Composition actuelle des déchets solides municipaux

Nature des déchets	Fraction organique	Matière plastique	Papier et carton	Textile	Métaux	Verre	Fraction inerte
Déchets ménagers et assimilés	51%	13%	10%	8%	2%	1%	15%

Source : Réf 15/024/DERA – Septembre 2017 – CIRA SA

Note : 3% ont été rajouté à la fraction inerte car le total n'atteignait pas 100%

□ Répartition des méthodes de traitements des déchets solides municipaux

Milieu urbain

Pour la population urbaine, les hypothèses suivantes ont été utilisées :

- 93% en décharge (type de décharge considérée: « uncategorized »).
- 6.6% sont recyclé. D'après la discussion avec Amidou et Aissata, ce sont principalement métaux et plastiques.

- Hypothèse : l'ensemble des métaux et recyclé, le reste est composé de plastiques).

Note : Ces hypothèses se basent sur des données de la Banque Mondiale, Rapport « What a waste 2.0 » (2018) et ont été validées en discussion. Cependant si des données nationales complètes venaient à être disponibles il est conseillé de les utiliser.

Milieu rural

Pour la population rurale, il a été estimé que :

- La partie organique et déchets verts est épandu sur les champs ou donné en alimentation aux animaux. Cela sort donc du périmètre des émissions de GES et n'est pas pris en compte dans l'inventaire.
- Le reste est quant à lui principalement brûlé.

Emissions dues à la mise en décharge des déchets municipaux solides

□ Méthodologie

Les émissions de méthane CH₄ liées à la mise en décharge des déchets municipaux solides ont été estimées grâce au modèle de décomposition de premier ordre du GIEC et à l'outil du GIEC « IPCC Waste Model » (outil Excel)². La méthode de « déchets par composition » (« Waste by decomposition » dans l'outil) a été appliquée ainsi que les paramètres par défaut suivants :

- DOC (Degradable Organic Content) :

Type de déchet	DOC
Déchet organique	0,15
Déchets verts	0,2
Papier	0,4
Bois et paille	0,43
Textiles	0,24
Couches jetables	0,24

- DOC_f = 0.5
- Methane generation rate constant (k):

Type de déchet	k
Déchet organique	0,4
Déchets verts	0,17
Papier	0,07
Bois et paille	0,035

² Outil Excel téléchargeable sur [Publications - IPCC-TFI](#)

Textiles	0,07
Couches jetables	0,17

- Facteur d'oxydation : 0
- Caractérisation des décharges : « uncategorized » (« non-catégorisée » en raison de la variabilité de la hauteur des décharges sur le territoire malien), correspondant à un MCF de 0.6.

▣ Données d'activité utilisées

Quantité de déchets mis en décharge :

Selon les hypothèses et données, seul le milieu urbain est concerné. Il est considéré que 93% des déchets sont mis en décharge (pourcentage supposé constant pendant la période entière. Etant donné que les déchets stockés dans les décharges se décomposent lentement au cours des décennies suivantes, les quantités de déchets depuis 1960 sont considérées.

Tableau 28 : Quantité de déchets urbains mis en décharge, période 1960 - 2022.

Year	Quantité de déchets urbains mis en décharge (Gg)	Year	Quantité de déchets urbains mis en décharge (Gg)
1960	93,30	1991	341,87
1961	97,22	1992	355,31
1962	101,23	1993	369,38
1963	105,33	1994	384,08
1964	109,53	1995	399,23
1965	113,85	1996	416,78
1966	118,60	1997	435,41
1967	123,47	1998	455,88
1968	128,50	1999	478,38
1969	133,69	2000	502,55
1970	139,05	2001	531,50
1971	144,95	2002	562,38
1972	151,09	2003	595,13
1973	157,56	2004	629,79
1974	164,31	2005	666,35
1975	171,30	2006	705,67
1976	179,19	2007	746,85
1977	187,45	2008	789,87
1978	196,16	2009	834,68
1979	205,29	2010	881,54
1980	214,89	2011	930,72
1981	225,57	2012	979,07
1982	236,61	2013	1 029,49
1983	248,03	2014	1 084,75

1984	259,68	2015	1 142,23
1985	271,30	2016	1 202,37
1986	282,24	2017	1 265,53
1987	293,14	2018	1 330,99
1988	304,37	2019	1 398,68
1989	316,29	2020	1 469,55
1990	328,97	2021	1 545,32
		2022	1 623,74

Composition des déchets mis en décharge :

Une nouvelle composition de déchets traités en décharge est recalculée en considérant les éléments et hypothèses suivantes :

- composition des déchets générés ;
- les déchets sont recyclés à hauteur de 7% ;
- hypothèse que l'ensemble des métaux est recyclé, le reste est composé de plastiques.

Tableau 29 : Composition des déchets urbains mis en décharge, après recyclage.

Nature des déchets	Fraction organique	Matière plastique	Papier et carton	Textile	Métaux	Verre	Fraction inerte
Déchets ménagers	50,8%	9,3%	10,8%	9,0%	0,0%	1,2%	19,0%

□ Résultats des émissions de méthane :

Tableau 30 : Emissions de méthane dues à la mise en décharge de déchets urbains

Unité	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Gg CH4	17,80	18,80	19,84	20,93	22,05	23,23	24,47	25,77	27,14	28,57	30,07	31,62	33,26
Gg CO2eq	499	526	556	586	617	650	685	722	760	800	842	885	931

Emissions dues au brûlage des déchets municipaux solides

□ Emissions de CO₂ - méthodologie

ÉQUATION 5.2
ESTIMATION DES EMISSIONS DE CO₂ BASEE SUR LA COMPOSITION DES DSM

$$CO_2 \text{ Emissions} = MSW \cdot \sum_j (WF_j \cdot dm_j \cdot CF_j \cdot FCF_j \cdot OF_j) \cdot 44/12$$

Où:

- CO₂ Emissions = émissions de CO₂ dans l'année d'inventaire, Gg/an
- DSM = volume total de déchets solides municipaux (poids humide) incinérés ou brûlés à l'air libre, Gg/an
- WF_j = fraction de type/matériaux de déchets du composant *j* dans les DSM (poids humide) incinérée ou brûlée à l'air libre
- dm_j = teneur en matière sèche du composant *j* des DSM incinérés ou brûlés à l'air libre, (fraction)
- CF_j = fraction de carbone dans la matière sèche (teneur en carbone) du composant *j*
- FCF_j = fraction de carbone fossile dans le total de carbone du composant *j*
- OF_j = facteur d'oxydation, (fraction)
- 44/12 = coefficient de conversion de C en CO₂
- avec: $\sum_j WF_j = 1$
- j* = composant des DSM incinérés/brûlés à l'air libre (ex. : papier/carton, textiles, déchets alimentaires, bois, déchets des parcs et des jardins, couches jetables, caoutchouc et cuir, plastiques, métaux, verre et autres déchets inertes).

Avec l'utilisation des paramètres suivants :

- Facteur d'oxydation (OF) pour combustion à l'air libre : 58%
- Matière sèche, fraction de carbone dans la matière sèche, fraction de carbone fossile : selon tableau 2.4. Volume 2, Lignes directrices du GIEC, 2006

□ **Emissions de CH₄ - méthodologie**

ÉQUATION 5.4
ESTIMATION DES EMISSIONS DE CH₄ BASEE SUR LE VOLUME TOTAL DE DECHETS BRULES

$$Emissions \ CH_4 = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Où:

- Emissions CH₄ = émissions de CH₄ dans l'année d'inventaire, Gg/an
 IW_i = volume de déchets solides de type *i* incinérés ou brûlés à l'air libre, Gg/an
 EF_i = facteur d'agrégat des émissions de CH₄, kg CH₄/Gg de déchet
 10⁻⁶ = coefficient de conversion du kilogramme au gigagramme
 i = catégorie ou type de déchets incinérés/brûlés à l'air libre, précisés comme suit:
 DSM: déchets solides municipaux, DIS: déchets industriels solides, HW: déchets dangereux,
 CW: déchets des hôpitaux et des cliniques, SS: boues d'égouts, autres (à préciser)

Avec CH₄ EF = 6 500g CH₄ /Mg de déchets municipaux - base humide (Vol. 5. chap 5.4.2)

□ Emissions de N₂O - méthodologie

Méthodologie :

ÉQUATION 5.5
ESTIMATION DES EMISSIONS DE N₂O BASEE SUR LES ENTREES DE DECHETS DANS LES INCINERATEURS

$$Emissions\ N_2O = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Où:

- Emissions N₂O = émissions de N₂O dans l'année d'inventaire, Gg/an
 IW_i = volume de déchets de type *i* incinérés/brûlés à l'air libre, Gg/an
 EF_i = facteur d'émission de N₂O (kg N₂O/Gg de déchets) pour les déchets de type *i*
 10⁻⁶ = conversion du kilogramme au gigagramme
 i = catégorie ou type de déchet incinérés/brûlés à l'air libre, précisés comme suit:
 DSM: déchets solides municipaux, DIS: déchets industriels solides, HW: déchets dangereux,
 CW: déchets des hôpitaux et des cliniques, SS: boues d'égouts, autres (à préciser)

Avec N₂O EF = 150 g N₂O /Mg de base sèche MSW (Vol 5. chap 5.4.3)

□ Données d'activité utilisées

Quantité de déchets brûlés à l'air libre :

La fraction organique est retirée des déchets générés, car épandu sur les champs ou donné en alimentation aux animaux.

Tableau 31 : Quantité de déchets ruraux générés et brûlés à l'air libre (Gg)

Quantité (Gg)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022

Déchets ruraux générés	1 685	1 719	1 747	1 776	1 810	1 843	1 878	1 914	1 949	1 983	2 019	2 053	2 085
Déchets ruraux brûlés	826	842	856	870	887	903	920	938	955	972	989	1 006	1 022

Composition des déchets ruraux brûlés à l'air libre:

En ne prenant pas en compte la fraction organique, la nouvelle composition est la suivante :

Tableau 32 : Composition des déchets ruraux brûlés à l'air libre

Nature des déchets	Fraction organique	Matière plastique	Papier et carton	Textile	Métaux	Verre	Fraction inerte
Déchets ménagers	0,0%	26,5%	20,4%	16,3%	4,1%	2,0%	30,6%

□ Résultats des émissions de CO₂, CH₄ et N₂O dues au brûlage des déchets

Tableau 33 : Résultats de émissions de CO₂, CH₄ et N₂O dues au brûlage des déchets ruraux

Emissions	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO ₂ (Gg)	373	381	388	394	401	409	417	425	432	440	448	455	463
CH ₄ (Gg)	5,37	5,47	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6
N ₂ O (Gg)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
CO ₂ (Gg CO ₂ e)	374	381	388	394	401	409	417	425	432	440	448	455	463
CH ₄ (Gg CO ₂ e)	150	153	156	158	161	164	167	171	174	177	180	183	186
N ₂ O (Gg CO ₂ e)	0,30	0,30	0,31	0,31	0,32	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37

Emissions dues à l'incinération des déchets biomédicaux

□ Méthodologie

Les méthodologies pour l'estimation des émissions de CO₂, et N₂O dues à l'incinération des déchets biomédicaux sont identiques à celles utilisées dans le cas du brûlage des déchets municipaux mais les paramètres suivants sont utilisés :

- Facteur d'oxydation OF pour incinération : 100%
- Matière sèche, fraction de carbone dans la matière sèche, fraction de carbone fossile :

Paramètres	Valeur
------------	--------

dm : dry matter content (% of wet weight)	0,65
FC - Total carbon content (% of dry weight)	0,40
FCF - Fossil carbon fraction (% of total carbon)	0,25
OF - Oxydation Factor	1,00
EF CO₂	238,3

- N₂O EF = 100 g N₂O /Mg de base humide MSW (facteur d'émission des déchets industriels)

□ Données d'activité utilisées

Au Mali, les enquêtes réalisées auprès des établissements de santé (hôpital national du Mali, hôpital Régional de Mopti, centre de Santé de Référence de la Commune VI du District de Bamako, centre de Santé Communautaire de Yirimadio en Commune VI du District de Bamako, clinique Djiguiya, cabinet médical) ont permis de déterminer le volume de déchets biomédicaux produits par jour par chaque établissement de santé ainsi que la densité moyenne (0,1kg/litre) de ces déchets. Les résultats obtenus sont les suivants :

- Hôpital national : 499 kg/jr ;
- Hôpital régional : 196 kg/jr ;
- Centre de santé de référence : 36 kg/jr ;
- Centre de santé communautaire : 10 kg/jr ;
- Cabinet de consultation : 2 kg/jr ;
- Clinique médicale : 1 kg/jr.

En utilisant le nombre d'établissements sanitaires obtenus auprès de la Direction de l'Hygiène Publique et de la Salubrité, les productions journalières et annuelles des établissements de santé sont présentées dans le tableau ci-dessous.

L'ensemble des structures de santé humaine au Mali produit par jour **27 231kg** de déchets biomédicaux soit 9 931 tonnes par an.

Tableau 34 : Quantité de déchets solides biomédicaux produits par les structures sanitaires du Mali

Etablissements	Production spécifique (kg/Etablissement/jour)	Nombre d'établissements	Production totale journalière (kg/ensemble établissements/jour)	Production totale (tonne/ensemble établissements/2023)
Hôpital national	499	7	3 496	1276
Hôpital régional	196	8	1 569	573
Centre de santé de référence	36	65	2 309	843
Centre de santé communautaire	10	1659	16 681	6088

Cabinet de consultation	2	1296	2 896	1057
Clinique médicale	1	252	282	103
Total			27 231	9939

Source : CID-CID Afrique/Cote d'Ivoire, juillet 2024

En s'appuyant sur les quantités de déchets biomédicaux générés en 2023 (9939tonnes) par les formations sanitaires et le taux d'accroissement de la population (3%), les quantités des déchets biomédicaux de 2012 à 2022 ont été calculées. Les résultats obtenus sont consignés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 3 : Quantités projetées de déchets biomédicaux du Mali

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Quantité de DBM produits par an (t/an)	6785	6988	7197	7411	7632	7859	8093	8334	8582	8838	9101	9372	9651

Source : CID-CID Afrique Cote d'Ivoire, juillet 2024

Tableau 35 : Résultats de la caractérisation des déchets biomédicaux du Mali

	Déchets assimilables aux ordures ménagères	Déchets infectieux	Objets piquants coupants et tranchants	Déchets chimiques et pharmaceutiques	Déchets composés de récipients pressurés	Total
Proportion (%)	75	15	3	5	2	100

Source : CID-CID Afrique Cote d'Ivoire, juillet 2024

Ainsi vue la composition des déchets biomédicaux donnée dans ce tableau, les quantités considérées comme incinérées sont 25% des quantités totales des déchets biomédicaux produites par an.

Tableau 36 : Quantité de déchets médicaux incinérés au Mali

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Quantité de DBM produits par an	1696	1747	1799	1853	1908	1965	2023	2084	2146	2210	2275	2343	2413

(t/an)													
--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

□ Résultats des émissions de CO₂ et N₂O

Emissions	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO ₂ (Gg)	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,87	1,93	1,99	2,05	2,11	2,17	2,23	2,30
N ₂ O (Gg)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
CO ₂ (Gg CO ₂ e)	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,87	1,93	1,99	2,05	2,11	2,17	2,23	2,30
N ₂ O (Gg CO ₂ e)	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,26

Emissions dues au traitement et rejets des eaux usées

Déchets liquides municipaux

□ Emissions de CH₄ – méthodologie

ÉQUATION 6.1
EMISSIONS TOTALES DE CH₄ PROVENANT DES EAUX USEES DOMESTIQUES

$$Emissions\ CH_4 = \left[\sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Où:

Émissions CH₄ = émissions de CH₄ de l'année d'inventaire, kg CH₄/an

TOW = total des matières organiques dans les eaux usées de l'année d'inventaire, kg BOD/an

S = composant organique enlevé comme boue dans l'année d'inventaire, kg BOD/an

U_i = fraction de population par groupe de revenus *i* dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)

T_{ij} = degré d'utilisation de la voie ou du système de traitement et/ou d'élimination, *j*, pour chaque fraction de groupe par revenus *i* dans l'année d'inventaire (Cf. Tableau 6.5.)

i = classe de revenu: rurale, urbaine à revenu élevé et urbaine à bas revenu

j = chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination

EF_j = facteur d'émission, kg CH₄ / kg BOD

R = volume de CH₄ récupéré dans l'année d'inventaire, kg CH₄/an

<p>ÉQUATION 6.3</p> <p>TOTAL DE MATIERES BIODEGRADABLES DANS LES EAUX USEES DOMESTIQUES</p> <p>$TOW = P \cdot BOD \cdot 0,001 \cdot I \cdot 365$</p>

- TOW = total de matières organiques des eaux usées dans l'année d'inventaire, kg BOD/an
- P = population nationale dans l'année d'inventaire, (personne)
- BOD = BOD par habitant par pays dans l'année d'inventaire, g/personne/jour, Voir Tableau 6.4.
- 0,001 = conversion de grammes BOD en kg BOD
- I = coefficient de correction pour toute autre BOD industrielle supplémentaire rejetée dans les égouts (pour les eaux usées collectées, la valeur par défaut est de 1,25 ; elle est de 1,00 pour les eaux non collectées)

En prenant en compte les paramètres suivants :

- BOD : 37 g/personne/jour (Vol. 5, chap. 6, Table 6.4)
- I = 1
- Pourcentage d'utilisation de du système de traitement/décharge (UN Water³) : dépendant du milieu (urbain ou rural)

Zone urbaine	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Improved latrine	66,8%	67,1%	67,4%	67,7%	68,0%	68,3%	68,6%	68,9%	69,1%	69,4%	69,7%	70,0%	70,3%
Unimproved latrine	20,1%	19,3%	18,4%	17,6%	16,8%	16,0%	15,2%	14,4%	13,5%	12,7%	11,9%	11,1%	10,3%
Septic tank	4,8%	5,6%	6,4%	7,2%	8,0%	8,8%	9,6%	10,4%	11,2%	12,0%	12,8%	13,6%	14,5%
Discharge without treatment	2,4%	2,3%	2,2%	2,1%	2,0%	1,9%	1,8%	1,7%	1,5%	1,4%	1,3%	1,2%	1,1%
Sewer	5,9%	5,7%	5,6%	5,4%	5,2%	5,1%	4,9%	4,7%	4,5%	4,4%	4,2%	4,0%	3,9%

Zone rurale	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Improved latrine	28,1%	29,8%	31,6%	33,3%	35,0%	36,7%	38,4%	40,1%	41,8%	43,5%	45,2%	46,9%	48,5%
Unimproved latrine	52,4%	51,7%	50,9%	50,1%	49,4%	48,6%	47,9%	47,1%	46,3%	45,6%	44,8%	44,1%	43,3%
Septic tank	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,9%	0,9%

³ Degree of use of the treatment system or discharge pathway for each income class (Ti,j) - Mali
United Nation - Water treatment - countries.xlsx
United Nation - Water

Discharge without treatment	17,6%	16,7%	15,9%	15,0%	14,2%	13,3%	12,5%	11,6%	10,8%	9,9%	9,1%	8,2%	7,4%
Sewer	1,2%	1,0%	0,9%	0,8%	0,7%	0,6%	0,5%	0,4%	0,3%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%

- $B_0 = 0.6$ (Vol. 5, chap. 6)
- MCF (Vol. 5, chap. 6, Table 6.3)

MCF- Methane correction factor (fraction)	Valeur
Improved latrine	0,1
Unimproved latrine	0,5
Septic tank	0,5
Discharge without treatment	0,1
Sewer	0

□ Emissions de N₂O – méthodologie

ÉQUATION 6.8
TOTAL D'AZOTE DANS L'EFFLUENT

$$N_{EFFLUENT} = (P \cdot Protéine \cdot F_{NPR} \cdot F_{NON-CON} \cdot F_{IND-COM}) - N_{BOUES}$$

Où:

- $N_{EFFLUENT}$ = volume annuel total d'azote présent dans l'effluent des eaux usées, kg N/an
- P = population humaine
- $Protéine$ = consommation annuelle de protéine par habitant, kg/personne/an
- F_{NPR} = fraction d'azote dans la protéine, défaut = 0,16, kg N/kg protéine
- $F_{NON-CON}$ = facteur pour la protéine non consommée ajoutée aux eaux usées
- $F_{IND-COM}$ = facteur pour la protéine industrielle et commerciale co-rejetée dans le réseau d'égouts
- N_{SLUDGE} = azote retiré des boues (défaut = zéro), kg N/an

<p>ÉQUATION 6.7</p> <p>EMISSIONS DE N₂O ISSUES DE L'EFFLUENT D'EAUX USEES</p> <p>$Emissions\ N_2O = N_{EFFLUENT} \cdot EF_{EFFLUENT} \cdot 44/28$</p>

Où:

Emissions N₂O = Emissions de N₂O dans l'année d'inventaire, N₂O kg/an

N_{EFFLUENT} = azote présent dans l'effluent et qui est rejeté dans des milieux aquatiques, N kg/an

EF_{EFFLUENT} = facteur d'émission pour les émissions de N₂O issues d'eaux usées rejetées, N₂O-N kg/kg N

Le facteur 44/28 est la conversion de N₂O-N kg en N₂O kg.

En prenant en compte les paramètres suivants :

- Consommation annuelle de protéine = Apport_{protéine} * FPC, où :
 - o Fraction de protéine consommée (FPC) = 0.98 (Table 6 .10A, Lignes directrices GIEC 2019)
 - o Apport_{Protéine} (FAO Stats⁴) :

Année	Apport protéine (kg/person/an)	Année	Apport protéine (kg/person/an)
2010	30,25	2017	28,56
2011	30,70	2018	28,47
2012	29,88	2019	27,37
2013	29,61	2020	28,54
2014	29,09	2021	27,24
2015	28,23	2022	27,11
2016	28,45		

- Fraction d'azote dans la protéine (F_{NPR}) = 0.16
- Facteur pour la protéine non consommée ajoutée aux eaux usées (F_{NON-CON}) = 1,1 (Vol. 5, chap. 6, Table 6.11)
- Facteur pour la protéine industrielle et commerciale co-rejetée dans le réseau d'égout (FIND-COM) = 1 (Vol. 5, chap. 6, Table 6.11)
- Azote retiré des boues = 0 (par défaut)
- EF effluent = 0.005 (Vol. 5, chap. 6, Table 6.11)

□ Résultats d'émissions - traitement et décharge des eaux usées domestiques

Tableau 37 : Résultats d'émissions pour le traitement des eaux usées domestiques

Emissions	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CH ₄ (Gg)	35,28	35,96	36,75	37,56	38,40	39,28	40,16	41,05	41,97	42,91	43,84	35,28	35,96

⁴ Protein supply 1961-2013, Mali, FAO Stats, [FAOSTAT](#)

N ₂ O (Gg)	0,64	0,67	0,67	0,68	0,69	0,69	0,72	0,75	0,77	0,76	0,82	0,81	0,83
CH ₄ (Gg CO ₂ e)	988	1 007	1 029	1 052	1 075	1 100	1 125	1 149	1 175	1 201	1 227	988	1 007
N ₂ O (Gg CO ₂ e)	169	177	177	181	183	184	191	198	204	202	218	214	220

Déchets liquides industriels

Il n'y a pas de données disponibles sur les déchets / eaux usées industriels : les émissions ne sont donc pas incluses dans l'inventaire.

Synthèse des émissions du secteur déchets

En compilant l'ensemble des émissions des différents modes de traitement des déchets, les résultats suivants sont obtenus :

Sous-secteur	Unité	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
5A. Décharge	[Gg CO2e]	498,5	526,4	555,7	585,9	617,3	650,4	685,2	721,7	760,0	800,0	841,8	885,5	931,4
5A3. Décharges non catégorisées	[Gg CO2e]	498,5	526,4	555,7	585,9	617,3	650,4	685,2	721,7	760,0	800,0	841,8	885,5	931,4
5B. Traitement biologique	[Gg CO2e]	NO, NE												
5B1. Compostage	[Gg CO2e]	NE												
5B2. Digestion anaérobique	[Gg CO2e]	NO												
5C. Brûlage à l'air libre et Incinération	[Gg CO2e]	526,2	536,8	545,7	554,7	565,2	575,6	586,5	597,7	608,8	619,6	630,6	641,2	651,4
5C1. Incinération	[Gg CO2e]	1,80	1,85	1,91	1,96	2,02	2,08	2,14	2,21	2,27	2,34	2,41	2,48	2,56
5C2. Brûlage à l'air libre	[Gg CO2e]	524,4	534,9	543,8	552,8	563,2	573,5	584,4	595,5	606,5	617,2	628,2	638,8	648,8
5D. Traitement et décharge des eaux usés	[Gg CO2e]	1 116,5	1 145,9	1 164,9	1 187,7	1 212,4	1 235,2	1 266,3	1 297,9	1 328,4	1 351,6	1 392,7	1 415,7	1 447,4
5D1. Traitement des eaux usées domestiques	[Gg CO2e]	1 116,5	1 145,9	1 164,9	1 187,7	1 212,4	1 235,2	1 266,3	1 297,9	1 328,4	1 351,6	1 392,7	1 415,7	1 447,4
5D2. Industrial Wastewater treatment	[Gg CO2e]	NE												
Total des émissions Secteur Déchets	[Gg CO2e]	2 141,2	2 209,0	2 266,3	2 328,3	2 394,9	2 461,3	2 538,1	2 617,3	2 697,1	2 771,2	2 865,1	2 942,4	3 030,2

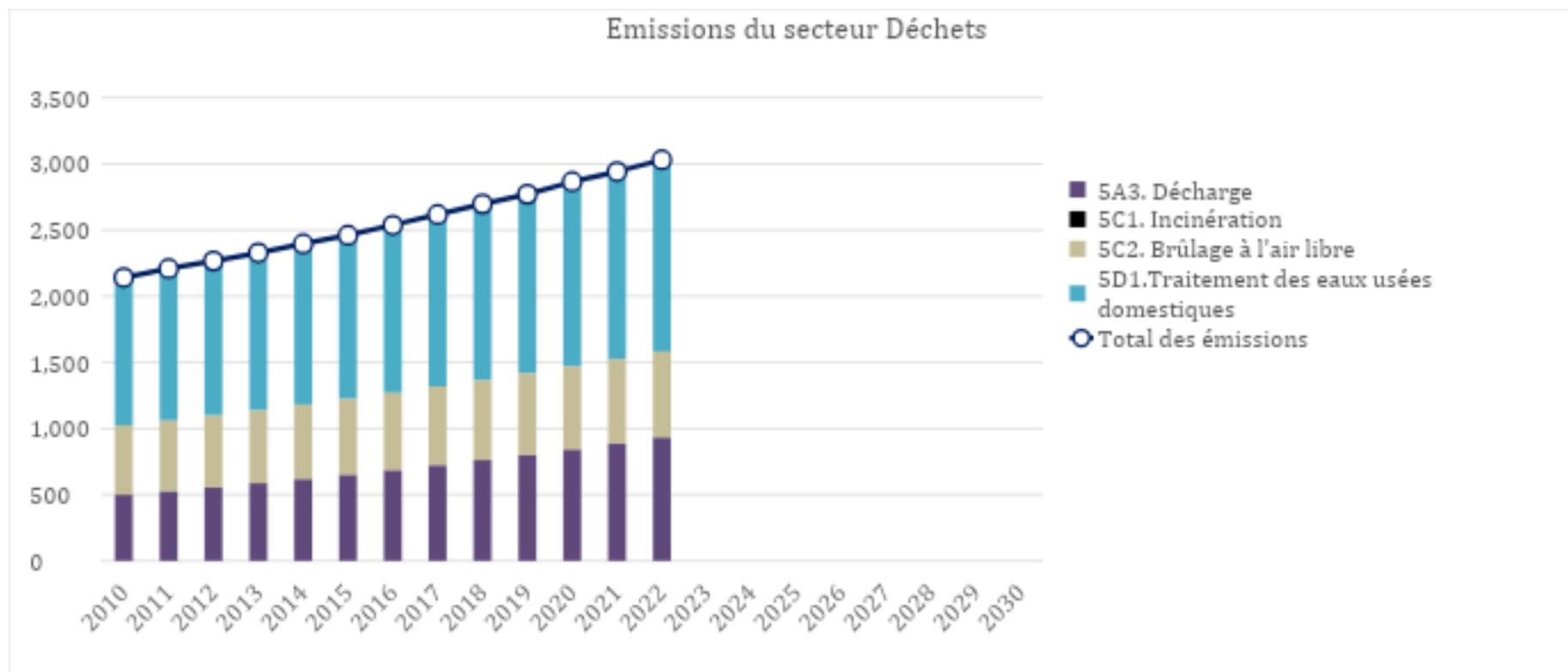


Figure 15 : Emissions du secteur Déchets par sous-secteur, pour la période 2010 - 2022

Difficultés rencontrées

Certes il y a eu une légère amélioration pour certaines données mais pour le sous-secteur déchets, des difficultés demeurent toujours.

Dans le sous-secteur du déchet, les insuffisances relevées sont :

- Le manque de données désagrégées conformément à la configuration du logiciel IPCC 2006 ;
- Insuffisance voire manque de données relatives aux facteurs d'émission au niveau national ;
- Insuffisance dans le système de collecte de données pour le secteur déchet en général et en particulier pour les eaux usées domestiques et industrielles ;
- La non-maitrise du logiciel IPCC 2006 par les participants.

Recommandations

Les recommandations sont les suivantes :

- Renforcer plus les capacités des experts nationaux sur le logiciel IPCC 2006 ;
- Appuyer les systèmes nationaux de collecte de données afin qu'ils répondent aux besoins de IPCC-2006 ;
- Appuyer l'inventaire de base des données non disponibles.