

Guides
méthodologiques
Mali

Livrable F

AUTHORS

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

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

January 2025

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 Mali. Otherwise, material in this publication may be used, shared, copied, reproduced, printed and/or stored, provided that appropriate acknowledgement is given of Mali and ICAT as the source. In all cases the material may not be altered or otherwise modified without the express permission of Mali.

PREPARED UNDER

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



 Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology

Supported by:



Environment and
Climate Change Canada

Environnement et
Changement climatique Canada

on the basis of a decision
by the German Bundestag

The ICAT Secretariat is managed and supported by the United Nations Office for Project Services (UNOPS)



Table des matières

Contexte du projet ICAT	4
Contexte – Utilité de l’inventaire	4
Généralités sur l’inventaire	5
Secteur Energie (CRT 1)	7
Généralités	7
Spécificités sous-sectorielles	8
Points d’attention	12
QA/QC	12
Améliorations possibles	12
Secteur Agriculture (CRT 3)	13
Généralités	13
Spécificités sous-sectorielles	17
QA/QC	21
Améliorations possibles	22
Déchets (CRT 5)	23
Généralités	23
Spécificité sous-sectorielles	24
Points d’attention	26
QA/QC	26
Améliorations possibles	26

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 des sujets climatiques et coordinatrice des inventaires des GES et (iv) partager des connaissances et leçons apprises.

Contexte – Utilité de l'inventaire

Dans le cadre de la mise en œuvre de l'accord de Paris, les objectifs sont notamment de renforcer la transparence des communications climat, que cela soit en termes d'inventaire de GES, de suivi de la mise en œuvre de la CDN ou de suivi des appuis nécessaires et reçus.

Ainsi, il est urgent pour le Mali de mettre en place au niveau de son système de transparence **opérationnel** afin d'être en mesure de collecter, organiser, traiter et rapporter les données nécessaires à l'inventaire national des émissions de GES ainsi qu'à l'évaluation et au suivi des actions d'atténuation prévues dans la CDN et mises en place au niveau national. Ce système permettra de clarifier et formaliser les tâches, les outils, les données et les indicateurs nécessaires afin que le Mali soit en capacité de suivre la mise en œuvre et les impacts des actions d'atténuation notamment afin de préparer les travaux de compilation et rapportage de son futur Rapport Biennal de Transparence (BTR) pour 2024.

L'inventaire des gaz à effet de serre (GES) est un outil essentiel car il permet de mesurer, de surveiller et de rendre compte des émissions nationales de GES de manière transparente. Cet inventaire fournit une base solide pour évaluer les progrès réalisés vers les engagements pris dans le cadre des Contributions Déterminées au Niveau National (CDN), qui constituent le cœur des actions climatiques de chaque pays. En identifiant les principales sources d'émissions et en suivant les évolutions dans le temps, l'inventaire permettra au Mali d'élaborer des politiques climatiques ciblées et efficaces. De plus, il favorise la comparabilité et la confiance entre les nations en garantissant une méthodologie harmonisée et conforme aux lignes directrices du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Objectif et périmètre du livrable :

Le présent document relatif au livrable F 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.*

Ce guide a pour vocation d'expliquer de manière plus opérationnelle le calcul et la mise à jour des données via les fiches méthodologiques (FM) communiquées à l'équipe Malienne pour l'estimation des émissions des trois secteurs suivants :

- Energie
- Agriculture
- Déchets

Généralités sur l'inventaire et les fiches de calcul

Spécifications de l'inventaire d'émissions

Les spécifications générales suivantes sont à considérer :

Elaboration de l'inventaire

L'élaboration de l'inventaire est une opération itérative suivant les grandes étapes suivantes :

1. Lancement du nouvel exercice d'inventaire avec l'ensemble des parties prenantes : élaboration du plan d'action des différentes tâches avec définition des échéances,
2. Examen du plan d'amélioration défini lors de l'inventaire précédent et mise à jour de la liste des données sectorielles à collecter au niveau national,
3. Collecte des données sectorielles de l'inventaire,
4. Calculs des émissions sectorielles des GES,
5. Compilation de l'inventaire national à partir des inventaires sectoriels,
6. Analyse des sources clés et calcul des incertitudes,
7. Mise en place et suivi de l'assurance et contrôle qualité (QA/QC) de l'inventaire national dans les fiches sectoriels,
8. Rédaction des rapports de l'inventaire (communications nationales, rapports biennaux, ou autres).

L'inventaire national des GES est un processus d'amélioration continue où l'étape de collecte des données constitue un maillon essentiel à sa réussite.

Méthodologie de quantification des émissions

Les approches méthodologiques employées pour les différentes sources émettrices sont issues des lignes Directrices 2006 du GIEC.

Couverture temporelle :

L'inventaire de GES porte sur une année calendaire, de janvier à décembre. Il doit être mis à jour tous les deux ans dans le cadre des Rapports Biennaux de Transparence (RBT) et tous les 4 ans dans le cadre des Communications nationales.

Quoiqu'il en soit, à terme, lorsque le système sera mature, il est conseillé de réaliser l'inventaire pour toutes les années afin de couvrir des séries temporelles complètes. Cela peut être obtenu en réalisant l'inventaire tous les ans, ou en réalisant l'inventaire pour 2 années simultanément, à chaque nouvelle édition. Cette dernière option a l'avantage de ne collecter les données que tous les 2 ans (moins consommateur de temps) mais peut également entraîner une baisse d'implication des équipes pouvant entraîner la non-application de plans d'amélioration pluriannuels et le risque de perte d'expertise.

Couverture géographique :

L'inventaire des émissions de GES concerne les frontières géographiques du Mali. Certaines règles particulières s'appliquent notamment pour le transport aérien. Ces règles sont rappelées dans les sections spécifiques aux consommations d'énergie dans le Transport.

Substances

Théoriquement, les émissions des 7 GES direct sont à estimer, sous réserve que les activités existent au Mali :

- CO₂, dioxyde de carbone exprimé en CO₂,
- CH₄, méthane exprimé en CH₄,
- N₂O, protoxyde d'azote ou oxyde nitreux exprimé en N₂O,
- NF₃, trifluorure d'azote,
- HFC, hydrofluorocarbures exprimés en somme de HFC en masse (aucune équivalence n'est prise en compte sauf pour le calcul du PRG),
- PFC, perfluorocarbures exprimés en somme de PFC en masse (aucune équivalence n'est prise en compte sauf pour le calcul du PRG),
- SF₆, hexafluorure de soufre exprimé en SF₆.



Cependant, le **mécanisme de flexibilité** spécifié dans l'Accord de Paris (Art. 13, para. 2) permet aux pays qui en ont besoin aux vues de leur capacité de ne rapporter que les émissions relatives aux trois gaz à effet de serre directs suivants : **CO₂, CH₄ et N₂O**. (et également l'un des 4 gaz inclus dans les CDN en vertu de l'art. 4 ou qui sont couverts par une activité en vertu de l'art. 6, ou qui ont déjà été déclarés).

Pouvoir de réchauffement global et définitions

Afin de déterminer l'impact relatif de chacun des polluants sur le changement climatique, un indicateur, le pouvoir de réchauffement global (PRG), a été défini. Il s'agit de l'effet radiatif d'un polluant intégré sur une période de 100 ans, comparativement au CO₂ pour lequel le PRG est fixé à 1. Le pouvoir de réchauffement global, provenant des substances retenues dans l'inventaire de GES est calculé au moyen des PRG respectifs de chacune des substances exprimées en équivalent CO₂ (CO₂e). Les valeurs de PRG déterminées par le GIEC et retenues pour les inventaires d'émission correspondent aux valeurs définies par la CCNUCC dans l'AR5, à savoir :

PRG_{CO₂} = 1 par définition,

PRG_{CH₄} = 28

PRG_{N₂O} = 265

Ces valeurs peuvent être mises à jour par la CCNUCC et doivent donc être vérifiées régulièrement.

Fiches de calculs

Arborescence

Chaque responsable de l'inventaire travaille sur une partie seulement de l'inventaire. L'inventaire complet est stocké et compilé par le coordinateur de l'inventaire.

L'arborescence de travail de chaque responsable sectoriel doit respecter un formalisme précis qui vise d'une part à assurer l'archivage des résultats et des références au niveau du secteur et, d'autre part, que toutes les données transmises au coordinateur puissent être stockées dans l'arborescence commune et ainsi faciliter la génération des tableaux récapitulatifs.

Fiches de calcul - Codes couleur

Des fiches de calculs ont été créées par secteur afin de faciliter les estimations des émissions des différentes sources.

Pour faciliter l'échange et la vérification, tous les fichiers de calculs sectoriels respectent des consignes communes :

	<i>Données saisies</i>
	<i>Calcul</i>
	<i>Données importées d'un prétraitement</i>
	<i>Données en lien</i>

Fiches de calcul - Onglets

Chaque fichier de calcul contient plusieurs onglets, dont les onglets suivants :

- **Onglet «Suivi »**

Dans cet onglet sont consignées les modifications apportées au fichier et les résultats des validations internes.

- **Onglet « Références »**

Cet onglet contient les références précises des valeurs saisies dans les onglets de calcul.

A chaque valeur saisie dans les onglets de calcul doit correspondre un numéro de référence dans l'onglet référence.

Tous les documents de référence doivent être stockés dans un répertoire « Référence » correspondant.

- **Onglet « Général »**

Cet onglet contient les informations globales du fichier telles que les polluants pris en compte, la méthode de calcul utilisée, les vérifications internes et une visualisation graphique des émissions sur la série temporelle.

Secteur Energie (CRT 1)

Généralités

Caractéristiques de la catégorie

Ce secteur couvre les émissions liées à la combustion de combustibles dans les sources fixes et mobiles ainsi qu'aux émissions diffuses des filières énergétiques :

- Industrie de l'énergie,
- Industrie manufacturière,
- Transport,
- Autres secteurs : agriculture/pêche/foresterie, résidentiel et tertiaire,
- Sources fugitives : extraction, transport et distribution des produits pétroliers et gaziers et stockage des produits pétroliers.

Toutes les émissions ayant lieu sur le territoire national doivent être comptabilisées, y compris les émissions liées aux fuites sur les conduites de transport et distribution de gaz notamment.

Méthodes mises en œuvre

Sauf mention contraire, la méthode appliquée est cohérente avec les lignes directrices du GIEC 2006 : l'approche mise en œuvre est de niveau 1 et les facteurs d'émission pour les gaz à effet de serre direct (CO₂, CH₄, N₂O), et autres paramètres nécessaires utilisés sont les valeurs par défaut du GIEC 2006.

Sources de données

Pour les niveaux d'activité, les données (quantités, pouvoirs calorifiques) proviennent essentiellement du bilan de l'énergie.

A mettre à jour annuellement ou régulièrement :

Les données d'activité sont à renseigner pour la dernière année d'inventaire ainsi que la mise à jour des données des années antérieures si le bilan de l'énergie est mis à jour.

Les pouvoirs calorifiques peuvent également varier annuellement si les informations sont disponibles.

Fiches à renseigner

Le secteur de l'énergie (CRT 1) a été repartitionné selon 4 fiches de calculs :

Fiches de calculs
1A1a-Public Electricity Heat Production.xlsx
1A2-Manufacturing Industries and Construction.xlsx

1A3-Transport.xls
1A4-Other.xlsx
1B-Fugitive Emissions.xlsx

Chaque fiche est constituée d'un ou plusieurs onglet « calculations » où sont réunies les données nécessaires (données d'activité et facteurs d'émission) et le calcul pour estimer les émissions.

Spécificités sous-sectorielles

Production publique d'électricité et de chaleur (1A1a-Public Electricity Heat Production.xlsx)

Cette fiche couvre les émissions du code CRT 1.A.1.a Production d'électricité et de chaleur. Toutes les émissions sont rapportées dans un code unique, sans distinguer les producteurs d'électricité des sites de cogénération produisant à la fois de l'électricité et de la chaleur.

! Selon les lignes directrices 2006 du GIEC, seule la production centralisée est considérée dans ce secteur. Les émissions liées à l'autoproduction sur les sites industriels sont calculées dans la fiche 1A2-Manufacturing Industries and Construction.xlsx.

Pouvoir calorifique inférieur (PCI)

Les PCI par défaut du GIEC 2006 sont appliqués.

Industries manufacturières et construction (1A2-Manufacturing Industries and Construction.xls)

Cette fiche couvre les émissions du code CRT 1.A.2, correspondant aux émissions des sources fixes et mobiles de l'industrie manufacturière, selon les sous-secteurs Métaux ferreux, Métaux non ferreux, Chimie, Papier, Agroalimentaire et tabac, Minéraux non métalliques, Autres. Toutes les émissions sont rapportées dans cette fiche pour le sous-secteur, 1.A.2.m : Industrie non spécifiée.

Transport (1A3-Transport.xlsx)

Cette fiche couvre les émissions de tous les types de transport :

- Aviation civile,
- Transport routier,
- Ferroviaire,
- Navigation,
- Autre transport par conduite.

! Les émissions sont calculées sur les ventes au niveau national, et non sur la consommation estimée.

Transport aérien :

Spécifiquement pour le transport aérien, les émissions internationales sont calculées et rapportées séparément, hors total, pour information. Un trajet domestique correspond à un vol d'une ville malienne à une autre ville malienne, sans escale à l'étranger.

Autre (1A4-Other.xlsx)

Cette fiche couvre les émissions du code CRT 1.A.4 « Autres secteurs » correspondant aux émissions des secteurs commercial/institutionnel, résidentiel, agriculture/sylviculture/pêche.

Facteurs d'émission

Pour l'agriculture, il est considéré que l'essence est consommée dans des installations stationnaires tandis que le diesel est consommé dans des engins mobiles (tracteurs, etc.) pour choisir les FE correspondant.

Emissions fugitives (1B_Fugitive Emissions.xls)

Cette fiche couvre les émissions du code CRT 1.B Emissions fugitives, correspondant aux émissions fugitives des mines de charbon, de la production de charbon de bois.

Les émissions liées à la combustion sont prises en compte dans les secteurs 1Ax, traités précédemment.

Méthodes mises en œuvre

La méthode est cohérente avec les lignes directrices 2006 du GIEC : les approches mises en œuvre sont de niveau 1. Pour le charbon de bois (CRT 1B Emissions fugitives), le raffinement 2019 est utilisé, aucune méthode n'étant définie dans les LD de 2006.

Facteurs d'émission

Pour les gaz à effet de serre direct (CO_2 , CH_4 , N_2O), les facteurs par défaut du GIEC 2006 sont utilisés, à l'exception des émissions liées à la production de charbon de bois pour lesquelles les FE du raffinement 2019 sont appliqués.

Points d'attention

Les périmètres des secteurs de l'inventaire et ceux du bilan de l'énergie peuvent être différents. Même si les périmètres diffèrent sur certains postes, il est indispensable de compléter les activités dans l'inventaire afin d'éviter toute sous-estimation des émissions.

Selon les règles en vigueur, les émissions de CO_2 issues de la biomasse sont comptabilisées de la façon suivante :

- Pour la biomasse dite à rotation annuelle : il s'agit de la matière organique produite et détruite dans la même année (ex : carottes, etc.). Les émissions de CO_2 liées à la destruction thermique ou par dégradation aérobie de cette biomasse sont exclues ;
- Pour la biomasse ligneuse (bois et dérivés) : les émissions de CO_2 issues de cette biomasse sont comptabilisées dans la catégorie du CRT relative à l'UTCF, partie récolte forestière. L'utilisation en tant que combustible est rappelée pour mémoire dans la

catégorie 1 du CRT relative à l'énergie mais exclue des totaux du secteur de l'énergie.

QA/QC

- ✓ Il est essentiel de vérifier la complétude des informations prises en compte par rapport au bilan énergétique ainsi que leur cohérence temporelle. Cette vérification peut être facilitée à partir de graphiques.
- ✓ Si des valeurs nationales sont prises en compte (FE, PCI), vérifier leur cohérence vis-à-vis des valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC.
- ✓ Une fois finalisée, la fiche doit être relue et validée par un vérificateur qui remplit l'onglet « Follow-up ». Les erreurs détectées sont corrigées et les améliorations ne pouvant être mises en œuvre immédiatement sont notifiées dans un plan d'amélioration pluriannuel de l'inventaire.

Améliorations possibles

Il est nécessaire d'avoir un bilan énergétique national complet et détaillé sur toute la série temporelle.

De manière général, il sera nécessaire de développer des FE nationaux pour les catégories clés.

Il est possible de collecter les données de consommations au niveau des sites les plus importants afin d'affiner les estimations.

De manière général, l'estimations des consommations de biomasse peuvent être améliorées sur la base d'enquête, ce secteur étant fortement lié au secteur UTCTF, en lien avec les puits de C.

Secteur Agriculture (CRT 3)

Généralités

Caractéristiques de la catégorie

Ce secteur couvre une grande partie des émissions liées aux activités agricoles :

- émissions liées à l'élevage (fermentation entérique et gestion des déjections) : CH₄, N₂O, NO_x, COVNM ;
- émissions liées aux sols agricoles : N₂O, NO_x, COVNM ;
- émissions liées aux rizières : CH₄ ;
- émissions liées au brûlage dirigé de savanes : CH₄, N₂O, NO_x, COVNM ;
- émissions liées au brûlage des résidus agricoles : CH₄, N₂O, NO_x, COVNM ;
- émissions liées à l'épandage d'urée : CO₂.

Pour ces postes, toutes les émissions ayant lieu sur le territoire malien doivent être comptabilisées.

En revanche, les émissions liées à l'utilisation énergétique du secteur agricole sont prises en compte dans le secteur énergie. Les émissions relatives au carbone des sols et de la biomasse sont quant à elles traitées dans le secteur UTCATF.

Méthode mise en œuvre

Les émissions sont estimées selon les méthodes décrites dans le guide méthodologique du GIEC 2006, volume 4 pour le secteur AFOLU.

Les chapitres concernant les sources agricoles sont les suivants :

- Chapitre 2 : Méthodologies génériques applicables à diverses catégories d'affectation des terres (*pour estimer les émissions liées au brûlage*)
- Chapitre 5 : Terres cultivées (*pour estimer les émissions liées aux rizières*)
- Chapitre 10 : Émissions imputables au bétail et à la gestion du fumier ;
- Chapitre 11 : Émissions de N₂O des sols gérés et émissions de CO₂ dues au chaulage et à l'application d'urée ;

Sauf mention contraire, pour les gaz à effet de serre direct (CO₂, CH₄, N₂O), les facteurs par défaut du GIEC 2006 sont utilisés.

Sources de données

A mettre à jour annuellement ou régulièrement :

Les données d'activité sont à renseigner pour la dernière année d'inventaire ainsi que la mise à jour des données des années antérieures s'il y a une actualisation des valeurs.

□ Elevage

Les principales données d'activité pour estimer les émissions liées à l'élevage sont les **populations annuelles moyennes**, exprimées en nombre de têtes, fournies 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, asins, porcins et la volaille.

▢ Riziculture

Les données d'activité nécessaires pour la mise à jour sont les **surfaces récoltées par système**, fournies par la Direction Nationale de l'Agriculture (DNA).

! Les données de surfaces récoltées par système sont à actualiser chaque année.

▢ Sols agricoles

Les principales données d'activité sont les quantités d'engrais minéraux. Les données relatives à l'azote des déjections animales épandues et à celui excrété par les animaux en pâture sont tirées de la fiche Elevage (calcul).

! Les quantités d'engrais minéraux sont à actualiser chaque année. Les **données importées de la fiche Elevage** (quantité d'azote du fumier disponible pour l'épandage et quantité d'azote excrété au pâturage) sont également à actualiser chaque année, en vérifiant les liens entre ces deux fichiers.

Fiches à renseigner

Le secteur de l'agriculture (CRT 3) a été repartitionné selon les fiches de calculs suivantes :

- 3A_3B_Elevage
- 3C_Riziculture
- 3D-3G-3H-3I-Sols agricoles
- 3E-3F-Brûlage

Le tableau ci-dessous liste les différents postes CRT inclus dans ces fiches, en précisant les postes actuellement estimés et ceux qui ne le sont pas :

Tableau 1 : Correspondances CRT

Fiche	Code	Intitulé anglais	Intitulé français	Etat actuel
	3.A	Enteric fermentation	Fermentation entérique	Estimé
	3.A.1	Cattle	Bovins	Estimé
	3.A.1.a	Dairy cattle	Bovins laitiers	Estimé
	3.A.1. b	Non-dairy cattle	Autres bovins	Estimé
	3.A.2	Sheep	Ovins	Estimé
	3.A.3	Swine	Porcins	Estimé
	3.A.4	Other livestock	Autres bétails	Estimé
	3.A.4.a	Goats	Caprins	Estimé
	3.A.4. b	Camels	Camelins	Estimé
Elevage	3.A.4.c	Horses	Equins	Estimé
	3.A.4. d	Mules and Asses	Mules et ânes	Estimé
	3.A.4.e	Poultry	Volailles	Pas d'émission
	3.B	Manure management	Gestion des déjections	Estimé
	3.B.1	Cattle	Bovins	Estimé
	3.B.1.a	Dairy cattle	Bovins laitiers	Estimé
	3.B.1. b	Non-dairy cattle	Autres bovins	Estimé
	3.B.2	Sheep	Ovins	Estimé
	3.B.3	Swine	Porcins	Estimé
	3.B.4	Other livestock	Autres bétails	Estimé

	3.B.4.a	Goats	Caprins	Estimé
	3.B.4.b	Camels	Camelins	Estimé
	3.B.4.c	Horses	Equins	Estimé
	3.B.4.d	Mules and Asses	Anes et mules	Estimé
	3.B.4.e	Poultry	Volailles	Partiellement estimé (CH ₄)
	3.B.5	Indirect N ₂ O emissions	Emissions indirectes de N ₂ O	Estimé
Rizières	3.C	Rice cultivation	Rizières	Estimé
	3.D	Agricultural soils	Sols agricoles	Estimé
	3.D.a	Direct N ₂ O Emissions from managed soils	Emissions directes de N ₂ O des sols cultivés	Estimé
	3.D.a.1	Inorganic fertilizers	Fertilisants minéraux	Estimé
	3.D.a.2	Animal manure applied to soils	Epannage des déjections animales	Estimé
Sols agricoles	3.D.a.3	Urine and dung deposited by grazing animals	Urine et fumier déposés par les animaux à la pâture	Estimé
	3.D.a.4	Crop residues	Résidus de culture	Non Estimé
	3.D.b	Indirect N ₂ O Emissions from managed soils	Emissions indirectes de N ₂ O des sols cultivés	Estimé
	3.D.b.1	Atmospheric deposition	Redéposition atmosphérique	Estimé
	3.D.b.2	Nitrogen leaching and run-off	Lixiviation	Estimé
	3.E	Savanna burning	Brûlage de savanes	Non Estimé
Brûlage	3.F	Field burning of agricultural residues	Brûlage des résidus agricoles	Non Estimé
Sols agricoles	3.G	Liming	Chaulage	Non estimé
	3.H	Urea application	Application d'urée	Estimé

Spécificités sous-sectorielles

Elevage (3A-3B-Livestock.xls)

Cette fiche couvre les émissions des codes CRT 3.A et 3.B dont le détail est exposé au sein du tableau 1. Les émissions rapportées concernent :

- Pour la fermentation entérique : CH₄ uniquement ;
- Pour la gestion des déjections : CH₄ et N₂O. Dans la fiche de calcul Elevage, deux méthodes sont développées pour les émissions de méthane : la méthode niveau 1 et la méthode niveau 2.

! Les émissions liées à l'azote excrété au pâturage et aux déjections épandues sont prises en compte dans la fiche Sols agricoles.

En plus des onglets communs à toutes les fiches, ce fichier contient les onglets suivants :

- Onglet « DATA » : cet onglet contient les données de cheptels (données d'activité)
- Onglet « Cheptels » : cet onglet regroupe les données d'activité relatives au cheptel rentrées dans l'onglet « DATA »
- Onglet « CH₄-Entérique » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de méthane dues à la fermentation entérique du bétail.
- Onglet « CH₄-Déjections T1 » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de méthane dues à la gestion des déjections des différents animaux, suivant une méthodologie de Tier 1
- Onglet « CH₄-Déjections T2 » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de méthane dues à la gestion des déjections des différents animaux, suivant une méthodologie de Tier 2. C'est très similaire au tier 1 mais avec plus de calculs. Cet onglet offre la possibilité de passer facilement à un réel tier 2.
- Onglet « N₂O-F-Déjections » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de N₂O dues à la gestion des déjections des différents animaux. Les émissions de N₂O liées à la gestion des déjections sont classées en trois sous-postes :
 - Emissions directes ;
 - Emissions indirectes liées à la volatilisation.

***A noter :** les émissions indirectes de N₂O liées à la lixiviation sont à estimer selon des méthodes Tier 2, et n'ont donc pas été estimées ici (Tier 1 en majorité).*

□ Fermentation entérique – CH₄

Les données d'activité sont les **effectifs de bétail**, regroupés selon les catégories suivantes : vaches laitières ; autres bovins ; ovins ; caprins ; camélins ; équins ; asins ; porcins ; volailles.

! Ces données sont à actualiser chaque année : les statistiques nationales annuelles viennent alimenter la fiche.

Les valeurs des différents paramètres nécessaires pour le calcul des émissions liées à la fermentation entérique sont celles par défaut proposées par le GIEC :

Tableau 2 : Récapitulatif des paramètres de calcul et facteurs d'émission pour la fermentation entérique

Paramètre	Catégorie	Choix du facteur d'émission
Facteur d'émission de CH ₄ entérique	Bovins	Afrique
	Autres catégories (sauf volailles non concernées)	Pays en voie de développement

□ Gestion des déjections - CH₄, N₂O

Plusieurs données d'activité sont nécessaires pour le calcul des émissions liées à la gestion des déjections :

- **Effectifs de bétail**
- **Répartition des animaux par type de système de gestion des déjections** - Pour estimer les émissions liées à la gestion des déjections, il est important de connaître la répartition des animaux selon les différents modes de gestion définis dans le GIEC 2006.
- **Température annuelle moyenne**

! Ces données sont à actualiser chaque année : effectifs et répartition par système de gestion si de nouvelles données sont disponibles.

Les valeurs des différents paramètres nécessaires pour le calcul des émissions liées à la gestion des déjections sont celles par défaut proposées par le GIEC :

Tableau 3 : Récapitulatif des paramètres de calcul et facteurs d'émission pour la gestion des déjections

Paramètre	Catégorie	Choix du facteur d'émission
FE CH ₄ niveau 1	Bovins	Afrique, climat chaud
	Autres catégories	Pays en voie de développement, climat chaud
SV	Bovins et porcins	Afrique
	Autres catégories	Pays en voie de développement
Bo	Bovins et porcins	Afrique
	Autres catégories	Pays en voie de développement
FCM	Toute catégorie confondue	Température > 28°C
N _{taux}	Toute catégorie confondue	Afrique
MAT	Bovins et porcins	Afrique
	Autres catégories	Pays en voie de développement

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.

Estimation de l'azote excrété à la pâture

L'azote excrété au pâturage est évalué dans la fiche Elevage pour export vers la fiche Sols agricoles car les émissions de ce poste sont comptabilisées au niveau des sols agricoles (CRT 3.D). Il s'agit de multiplier l'excrétion azotée annuelle de l'animal par la part des animaux gérés au pâturage.

A noter : Concernant les animaux dont les déjections sont brûlées, le GIEC considère que l'urine

s'infiltrer avant récupération de la bouse, cette dernière comportant environ 50% de l'azote. On considère donc que 50% de l'azote excrété par les animaux dont les déjections sont brûlées se retrouve à la pâture, le reste étant exporté pour valorisation énergétique (le lien sera à faire avec le secteur Energie).

Riziculture (3C-Rice cultivation.xls)

Cette fiche couvre les émissions du code CRT 3.C, à savoir les émissions de CH₄ liées à la riziculture.

La fiche contient les onglets suivants :

- Onglet « Info » : cet onglet contient les données d'activité nécessaires pour le calcul des émissions de cette source.
- Onglet «CH4-Riziculture » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de méthane dues à la riziculture

4 grands systèmes de riziculture sont distingués :

- Riziculture irriguée - inondation permanente
- Riziculture pluviale - submersion libre
- Riziculture pluviale - submersion contrôlée
- Riziculture de bas fond - lame entre 10 et 100 cm

Les données d'activité nécessaires pour la mise à jour sont les **surfaces récoltées par système**.

! Les données de surfaces récoltées par système sont à actualiser chaque année.

Sols agricoles (3D-3G-3H-3I-Crop cultivation.xls)

Cette fiche couvre les émissions des codes CRT 3.D et 3.H dont le détail est exposé au sein du tableau 1. Les émissions rapportées concernent :

- Pour les sols agricoles : N₂O. Le GIEC définit différentes sources d'apport d'azote à considérer pour estimer les émissions de N₂O des sols agricoles :

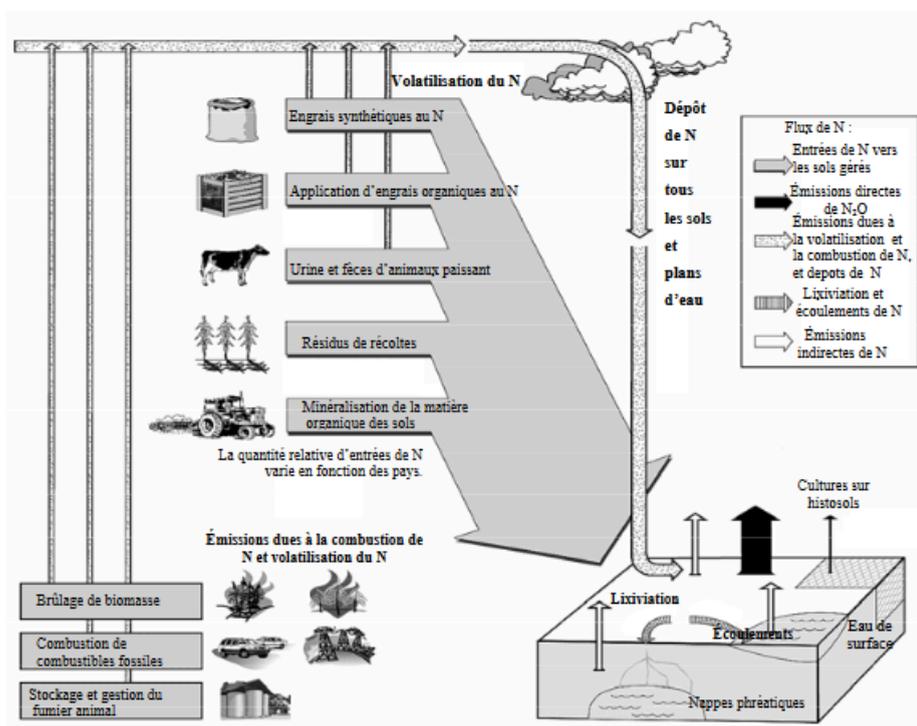


Figure 1 : Les différentes sources d'apport d'azote

Le Mali est concerné par l'application de fertilisants minéraux, l'application de fertilisants organiques : déjections animales, et l'apport d'azote lié aux animaux en pâture.

- Pour l'utilisation d'urée : CO_2

! Pour rappel, les émissions relatives au carbone des sols et de la biomasse sont traitées dans le secteur UTCATF.

En plus des onglets communs à toutes les fiches, la fiche contient les onglets suivants :

- Onglet « DATA » : cet onglet contient les données d'activité, à entrer par l'utilisateur.
- Onglet « Direct_N2O » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions directes de N_2O . Les étapes de calcul incluent les quantités d'azote suivantes, reprises de la fiche « Elevage » :
 - Azote des déjections épandues (kgN)
 - Azote excrété à la pâture par les bovins, porcins, volailles (kgN)
 - Azote excrété à la pâture par les autres animaux (kgN)
- Onglet « Indirect_N2O » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions indirectes de N_2O . Les émissions indirectes comptabilisées sont de deux types : liées à la volatilisaison et liées au lessivage.
- Onglet « Epandage_Urée » : cet onglet contient les données nécessaires et permet le calcul des émissions de CO_2 liées à l'épandage d'urée

□ Emissions de N₂O

Les équations présentées dans les lignes directrices GIEC 2006 et relatives au N₂O, fournissent des résultats exprimés en N-N₂O. Ces résultats doivent alors être convertis en N₂O selon l'équation suivante :

$$N_2O = N_2O-N \bullet 44/28$$

Comme indiqué précédemment, la quantité d'azote de fumier géré disponible à l'application aux sols, l'alimentation ou la construction, ou excrété par les animaux à la pâture a été estimé précédemment dans la [fiche Elevage](#).

□ Application d'urée - CO₂

Le facteur d'émission est fourni par le GIEC : 0,2 tonnes C-CO₂/tonnes C.

Brûlage

Cette fiche couvre les émissions des codes CRT 3.E et 3.F. Les émissions rapportées concernent :

- Pour le brûlage dirigé de savanes : CH₄, N₂O, COVNM et NO_x ;
- Pour le brûlage des résidus agricoles : CH₄, N₂O, COVNM et NO_x.

Etant donné que le brûlage est une pratique rare au Mali, les émissions correspondantes sont considérées comme négligeables et n'ont pas été estimées.

QA/QC

Il existe deux types de contrôles à mettre en œuvre dans le cadre d'un inventaire : le contrôle qualité et l'assurance qualité.

□ Contrôle Qualité (QC)

Ce sont les contrôles réalisés par un personnel impliqué dans la mise en œuvre de la fiche méthodologique. Il s'agit de contrôles internes.

Les contrôles suivants ont été mis en place dans la fiche Elevage :

- ✓ Contrôles internes au sein de la fiche Elevage, entre chaque onglet de calcul ;
- ✓ Réalisation de graphiques pour visualiser les évolutions des émissions ou facteur d'émission au cours du temps ;
- ✓ Contrôle sur les données d'entrée afin de vérifier la cohérence des valeurs avec les années antérieures, avec par exemple la comparaison des données de cheptel entre deux années à partir de graphiques ;

- ✓ Compréhension et explication des écarts constatés d'une année à l'autre ;
- ✓ Relecture de la fiche méthodologique à partir de la check-list par une tierce personne ;
- ✓ Mise en application des référencements correctement réalisés ;
- ✓ Traçabilité des actions effectuées sur la fiche méthodologique à partir de l'onglet suivi ;
- ✓ Cohérence de la structure de la fiche méthodologique (code couleur, onglet export, etc.) ;
- ✓ Utilisation de données pérennes dans le temps, comme par exemple les données d'activité provenant des statistiques nationales

□ Assurance Qualité (QA)

Ce sont les contrôles réalisés par un personnel non directement impliqué dans le processus de compilation, il s'agit de contrôles externes. La modalité de mise en place de l'assurance qualité est encore à définir.

Exemples de pistes d'assurance qualité : groupe de travail hors équipe d'inventaire spécialisé en agriculture (regroupant la recherche, les ministères, les instituts...), revues réalisées par la CCNUCC et les échanges entre pays (peer review).

Améliorations possibles

- Fermentation entérique (principal poste émetteur en agriculture) : passage en tier 2 pour les bovins (principal cheptel émetteur)
- Compléter l'estimation des émissions de N₂O de l'élevage en intégrant les volailles (fait pour le CH₄ uniquement pour l'instant)
- Compléter l'estimation des émissions de N₂O des cultures en estimant les résidus de récolte retournant au sol
- Distinguer les apports d'azote en rizières des autres apports (facteurs d'émission différents, pour l'instant tous les apports sont considérés hors rizière)
- Estimer les émissions dues au brûlage des résidus agricoles, actuellement considérés comme négligeables car il s'agit d'une pratique peu courante au Mali
- Poursuivre l'intégration de paramètres nationaux (principalement en élevage) : répartition des animaux par système de gestion des déjections, poids moyens des animaux
- Passage aux lignes directrices 2019 du GIEC

Déchets (CRT 5)

Généralités

Caractéristiques de la catégorie

Ce secteur comprend les émissions liées aux principaux procédés de traitement des déchets solides :

- Stockage en décharges (5A),
- Incinération et feux ouverts (5C).

Et des déchets liquides :

- Traitement et rejet des eaux usées (5D)

Méthode mise en œuvre

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.

- Evacuation des déchets solides (Mise en décharges) : Volume 5, Chapitre 3
- Incinération et brûlage à l'air libre : Volume 5, Chapitre 5
- Eaux usées : Volume 5, Chapitre 6

Sources de données et facteurs d'émission

Les principales sources de données nécessaires sont :

- Pour les niveaux d'activité : les quantités de déchets traitées par type de déchets et pour chaque filière. Il peut s'agir de données mesurées (ex : quantités entrant dans les décharges gérées) ou d'estimations (ex : quantités de déchets brûlés).
- Les facteurs d'émission et les méthodologies mises en œuvre pour le calcul des GES direct sont issus des Lignes Directrices du GIEC 2006.

A mettre à jour annuellement ou régulièrement :

Dans le cadre d'une mise à jour « standard », sans modification méthodologique, seules les données d'activité sont à modifier. Les données d'activité doivent être cohérentes d'une année à l'autre (si possible de la même source, sinon compatibles en termes de périmètre).

Dans le cas d'une modification méthodologique, l'évolution doit être appliquée à toutes les années.

□ « Population »

Les données de population doivent être mises à jour annuellement.

□ « Déchets solides »

Les données relatives au taux de production de déchets, à la caractérisation des déchets et au type

de traitement des déchets doivent être mises à jour autant que faire se peut.

A chaque mise à jour d'une enquête nationale, les données collectées doivent être comparées aux données utilisées pour les années antérieures en vérifiant la cohérence de ces études (périmètre, définition, méthodologie, etc.).

▣ « Déchets liquides »

Les données relatives au type de traitement des eaux usées domestiques (part des latrines vs rejets directs) doivent être mises à jour autant que faire se peut et notamment pour les années récentes.

La consommation moyenne journalière en protéine pour le Mali peut être mise à jour annuellement à partir des données de la FAO.

Fiches à renseigner

Au Mali, 4 fiches de calculs existent pour les sous-secteurs suivants :

- *Stockage (CRT 5A)*
- *Incinération (CRT 5C1)*
- *Feux ouverts (CRT 5C2)*
- *Traitement des eaux usées (CRT 5D)*

Il existe également un fichier de prétraitement (« Données activité_Mali.xls »).

Spécificité sous-sectorielles

5A-Solid Waste Disposal Sites.xlsx

Cette fiche de calcul couvre les émissions liées au stockage de déchets dans les décharges.

Il n'y a pas de décharge gérée au Mali, seules des décharges non gérées sont présentes. La catégorie GIEC « non catégorisée » a été choisie pour ce mode d'évacuation des déchets.

De plus, l'outil IPCC relatif au calcul des émissions de déchets mis en décharge a été utilisé (intitulé « IPCC_SWDS_tool_Mali.xls ». Ce fichier contient plusieurs onglets :

- Onglet « MCF » : La distribution du type de décharge doit être actualisée si nécessaire (actuellement toutes les décharges sont considérées comme « uncatégorised »)
- Onglet « Activity » : cet onglet contient l'ensemble des données d'activité nécessaires au modèle de calcul des émissions de GES liées aux déchets ménagers. Les données d'activité relatives à la quantité de déchet (colonne « Total MSW zones urbaines ») sont directement copiées-collées depuis le fichier Excel « Données d'activité_Mali ». La composition des déchets est également issue du même fichier Excel.

Il est à noter que les déchets industriels ne sont pas considérés dans l'inventaire. Dans le cas où des données deviendraient disponibles, les quantités sont à remplir dans cet onglet.

- Onglets « Instructions », « Parameters », « Amnt_deposited », « Recovery_Ox », « Theory », « Default » sont les onglets de paramétrage et de calcul des émissions. A priori ils ne nécessitent pas une mise à jour, sauf dans les cas suivants :
 - Des boues de stations d'épuration sont envoyées en décharge (à remplir colonne i,

onglet « Amnt_Deposited »)

- Un système de récupération du biogaz produit par les décharges est mis en place (à remplir colonne C, onglet « Recovery_OX »)
- Onglets « Results », « Stored_C », « Food », « Garden », « paper », « Wood », « Textiles », « Nappies », « Sludges », « MSW », « Industry » : ces onglets contiennent les résultats totaux et par type de déchets.

Les résultats de l'outil IPCC sont à copier-coller dans la fiche de calcul « 5A-Solid Waste Disposal Sites.xlsx » (ligne 94, onglet « Calculation », coller en mode « collage spécial > « valeurs » + « transposé »)

Mise à jour et sources de données

L'application du modèle nécessite de disposer de données depuis les années 1960. Toutes les années doivent être documentées et stockées.

Facteurs d'émission et autres paramètres

Concernant les émissions de CH₄, la mise à jour ne nécessite pas de modifier les paramètres sélectionnés pour l'application du modèle.

5C1-Incineration et 5C2-Open burning.xls

Ces fiches de calcul couvrent les émissions liées au brûlage à feux ouverts des déchets ménagers et à l'incinération des déchets de soins.

En plus des onglets communs à toutes les fiches, chaque fiche contient l'onglet « *Calculations* » dans lequel les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O sont estimées.

Le calcul des émissions de GES est réalisé en utilisant les quantités de déchets brûlés et incinérés et les valeurs par défaut des paramètres issus des Lignes directrices du GIEC 2006 (facteur d'oxydation, fraction de carbone fossile, etc.).

5D_Wastewater.xlsx

Cette fiche de calcul couvre les émissions liées au traitement et au rejet des eaux usées domestiques et industrielles. Pour rappel, seules les eaux domestiques ont été estimées, faute de données disponibles pour les eaux usées industrielles.

Les eaux domestiques urbaines et rurales sont distinguées. Les divers types de traitement ou rejet considérés sont basés sur les pourcentages d'utilisation du système de traitement/décharge indiqués par UN Water¹ et dépendent du milieu (urbain ou rural).

En plus des onglets communs à toutes les fiches, ce fichier contient quatre onglets :

- Onglet « TOW_TOS » : cet onglet contient le calcul et les données nécessaires au calcul de la charge organique totale dans les eaux usées domestiques (population

¹ 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

urbaine, population rurale, valeur de la DBO, répartition du type de traitement des eaux usées) ;

- Onglet « TOW_TOS_ind » : cet onglet contient le calcul et les données nécessaires au calcul de la charge organique totale dans les eaux usées industrielles (production par type d'industrie, DCO par type d'industrie, volume d'eaux usées produites par type d'industrie, etc.) ;
- Onglet « Emissions CH₄_dom » : cet onglet contient le calcul des émissions de CH₄ issus du traitement et des rejets des eaux domestiques. Il contient également les paramètres et facteurs d'émission nécessaires aux calculs (MCF par type de traitement, facteur d'émission...) ;
- Onglet « Emissions CH₄_ind » : cet onglet contient le calcul des émissions de CH₄ issus du traitement et des rejets des eaux industrielles ;
- Onglet « Emissions N₂O » : cet onglet contient le calcul des émissions de N₂O issus du traitement et des rejets des eaux domestiques. Il contient également les paramètres et facteurs d'émission nécessaires aux calculs (consommations de protéines, population, etc.).

Activité et paramètres

Les consommations de protéines au Mali proviennent de la FAO et varient dans le temps. La FAO met annuellement à jour dans sa base de données les consommations de protéines pour les années post-2013. Ces nouvelles données doivent être mises à jour dans les prochaines versions de l'inventaire.

Points d'attention

! Plusieurs paramètres nécessaires à l'estimation des activités sont communs à plusieurs fiches du secteur du traitement des déchets solides (ex : composition des déchets) mais aussi aux autres secteurs (par exemple les données de population). Il faut s'assurer d'utiliser des données communes auprès du responsable sectoriel ou du coordinateur de l'inventaire.

QA/QC

- ✓ La cohérence des séries temporelles doit être vérifiée. Les ruptures (variations brutales) éventuelles observées doivent être expliquées.
- ✓ Une vérification doit être effectuée sur la somme des pourcentages relatifs à la composition des déchets ou à la répartition des déchets selon le mode de traitement. Cette somme devant toujours être égale à 100%.
- ✓ Une attention particulière doit être portée aux unités utilisées, notamment entre la quantité de déchets, souvent exprimées en kilogrammes ou tonnes et les facteurs d'émission, exprimés en g/Mg (grammes / Millier de tonnes)
- ✓ Une fois finalisée, la fiche doit être relue et validée par un vérificateur qui remplit l'onglet « Follow-up ». Les erreurs détectées sont corrigées et les améliorations ne pouvant être mises en œuvre immédiatement sont notifiées dans un plan d'amélioration pluriannuel de

l'inventaire.

Améliorations possibles

Exhaustivité de l'inventaire : Actuellement, seuls sont pris en compte la mise en décharge et le brûlage à l'air libre des déchets ménagers solides, l'incinération de déchets biomédicaux et le traitement et rejet des eaux usées domestiques.

- Se baser sur des données nationales spécifiques pour ce qui est de la répartition des modes de traitement des déchets solides ménagers tant pour le milieu urbain que rural.
- Collecter les données nécessaires afin d'estimer les émissions dues aux traitements des déchets solides du secteur industriel, actuellement non estimées faute de données disponibles.
- Collecter les données nécessaires afin d'estimer les émissions dues aux traitements des eaux usées industrielles, actuellement non estimées faute de données disponibles.
- De même, les émissions issues du traitement des déchets dangereux ne sont pour le moment pas comptabilisées et constituent une piste d'amélioration (nécessité de collecter des données fiables).

Justesse de l'inventaire et cohérence temporelle : certaines données d'activités pourraient être mises à jour à l'aide grâce à de nouvelles études – notamment la caractérisation des déchets et le taux de génération des déchets qui proviennent de 2017. Une mise à jour pour une année plus récente serait intéressante à intégrer dans l'inventaire pour affiner les calculs et apprécier l'évolution temporelle.