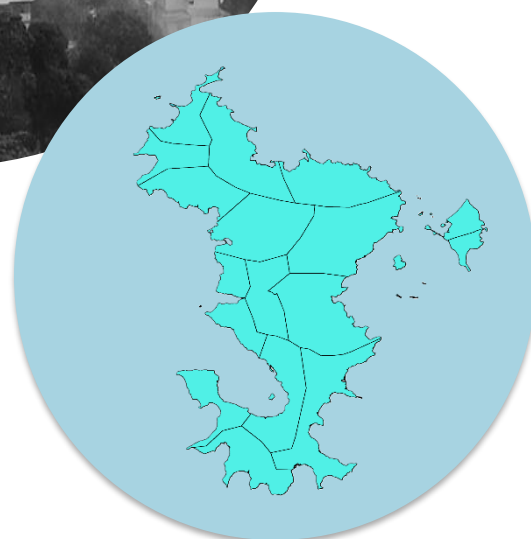


# Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de Gaz à Effet de Serre à Mayotte



**Année de référence : 2018**

Diffusion : Février 2022

Siège social :  
53 Résidence Espace Canopia, Les  
Hauts Vallons  
BP 61 Kawéni  
97600 MAMOUDZOU  
Tél. : 02 69 60 06 77  
contact@hawa-mayotte.org

**Hawa  
Mayotte**

Observatoire de la Qualité  
de l'Air de Mayotte



## Avant-propos

**Titre :** Bilan des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre à Mayotte.

**Nombre de pages :** 63

**Année de parution :** 2022

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Koundioun DEMBELE	Bruno BROUARD-FOSTER	Ahamada FAHARDINE
Qualité	Ingénieur d'études	Directeur	Président
Visa			

### Conditions d'utilisation :

Hawa Mayotte est membre du réseau de surveillance et d'information sur la qualité de l'air d'ATMO France. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi LAURE éditée le 30 décembre 1996.

Toute utilisation partielle ou totale de ce rapport doit faire référence à Hawa Mayotte, notre association ne saurait, en aucune façon, être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels elle n'aura pas donnée d'accord préalable. Les données contenues dans ce document restent la propriété de Hawa Mayotte. Le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) sera informé d'une nouvelle version en cas de modification. Hawa Mayotte est libre de la diffusion de ce document (site internet, document papier, etc.). Dans ce rapport, les incertitudes associées aux résultats d'émissions ne sont pas prises en compte.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Hawa Mayotte :

- depuis le formulaire de contact de notre site Web
- par mail : [contact@hawa-mayotte.org](mailto:contact@hawa-mayotte.org)
- par téléphone : 02 69 60 06 77

## Table des matières

Avant-propos.....	1
Liste de figures .....	4
Liste des tableaux .....	5
Introduction générale.....	6
1. Définition et objectif de l’inventaire .....	7
2. Généralités sur l’inventaire d’émissions .....	7
2.1 Construction de l’inventaire .....	7
2.1.1 Principe.....	7
2.1.2 Méthodologie générale.....	8
2.1.3 Sources d’émissions .....	9
2.1.4 Données d’entrée.....	9
2.1.5 Facteurs d’émissions .....	10
2.2 Caractéristiques.....	10
2.2.1 Périmètre géographique .....	10
2.2.2 Les secteurs d’activités émetteurs .....	10
2.2.3 Les polluants et GES pris en compte .....	12
3 Méthodologies et résultats par secteur d’activité .....	15
3.1 Industrie manufacturière .....	15
3.1.1 L’exploitation des carrières .....	15
3.1.2 Recouvrement des routes .....	16
3.2 Production et distribution de l’énergie .....	17
3.2.1 Production et distribution d’électricité.....	17
3.2.2 Les stations-services TotalEnergies .....	19
3.3 Traitement et élimination des déchets .....	20
3.3.1 Traitement des déchets solides.....	20
3.3.2 Traitement et rejet des eaux usées.....	21
3.4 Transport .....	23
3.4.1 Transport routier .....	23
3.4.2 Transport Aérien.....	27
3.4.3 Navires de pêche .....	29
3.5 Agriculture .....	31
3.5.1 Elevage.....	31
3.5.2 Culture .....	35

3.6	Secteur résidentiel et tertiaire .....	39
3.6.1	Secteur résidentiel.....	39
3.6.2	Secteur tertiaire.....	41
3.7	UTCAF et les sources non prises en compte .....	43
4	Récapitulatif des émissions par polluants et par secteur d'activité.....	43
5	Récapitulatif des gaz à effet de serre (GES) par secteur d'activité .....	45
6	Comparaison de l'inventaire de Hawa et celui du CITEPA .....	46
	Conclusion .....	49
	Perspectives.....	50
	Annexes .....	53
	Contribution des polluants et GES par secteur d'activité .....	53
	Glossaire .....	58
	Bibliographie.....	60

## Liste de figures

Figure 1 : Méthodes principales pour la réalisation d'un inventaire des émissions (Guide PCIT).....	8
Figure 2 : Explication de l'effet de serre et le réchauffement climatique (source : SAVE 4 PLANET) .....	14
Figure 3 : Emissions des particules fines des 3 carrières .....	16
Figure 4 : Récapitulatif des émissions du secteur industriel.....	17
Figure 5 : Emissions de polluants du sous-secteur production d'électricité .....	18
Figure 6 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur production d'électricité .....	19
Figure 7 : Emissions de polluants du sous-secteur stations-services.....	20
Figure 8 : Emissions des polluants et gaz à effet de serre issues des déchets solides .....	21
Figure 9 : Emissions de gaz à effet de serre issues du traitement et rejet des eaux usées ....	23
Figure 10 : Carte du trafic routier Mayotte 2018 (source DEAL Mayotte) .....	25
Figure 11 : Emissions de polluants du trafic routier .....	26
Figure 12 : Emissions de gaz à effet de serre du trafic routier .....	27
Figure 13 : Phases du cycle LTO. Source (Estimating Operations and Airport-Specific Landing & Take-off Cycles at GA Airports).....	27
Figure 14 : Emissions de polluants du transport aérien.....	28
Figure 15 : Emissions de gaz à effet de serre du transport aérien.....	29
Figure 16 : Emission de polluants des navires de pêche.....	30
Figure 17 : Emissions de gaz à effet de serre des navires de pêche .....	30
Figure 18 : Emissions de polluants du sous-secteur de l'élevage .....	34
Figure 19 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur de l'élevage .....	35
Figure 20 : Emissions de polluants du sous-secteur culture .....	38
Figure 21 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur culture .....	39
Figure 22 : Emissions (directes et indirectes) des polluants du secteur résidentiel .....	40
Figure 23 : Emissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel .....	41
Figure 24 : Emissions de polluants du secteur tertiaire .....	42
Figure 25 : Emissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire .....	43
Figure 26 : Récapitulatif des polluants de tous les secteurs d'activités.....	44
Figure 27 : Récapitulatif des gaz à effet de serre de tous les secteurs d'activités.....	46
Figure 28 : Comparaisons des émissions de polluants du CITEPA et celles de Hawa Mayotte pour l'année 2018 .....	47
Figure 29 : Comparaison des émissions de gaz à effet de serre du CITEPA et celles de Hawa Mayotte pour l'année 2018 .....	47

## Liste des tableaux

Tableau 1: Le pouvoir de réchauffement des gaz à effet de serre. Source : 6 ème rapport du GIEC, page 1842 .....	14
Tableau 2 : Emissions des particules fines par les carrières .....	15
Tableau 3 : Emissions des COVNM de la centrale d'enrobage au bitume.....	16
Tableau 4 : Emissions des polluants des centrales électriques EDM.....	18
Tableau 5 : Emissions des gaz à effet de serre des centrales électriques .....	18
Tableau 6 : Emissions des COVNM par type de carburant .....	19
Tableau 7 : Emissions des gaz à effet de serre du sous-secteur traitement des déchets solides .....	21
Tableau 8 : Emissions des gaz à effet de serre du sous-secteur traitement des eaux usées ..	23
Tableau 9 : Evolution du parc automobile entre 2010 et 2020. Source : Préfecture de Mayotte, calculs IEDOM.....	24
Tableau 10 : Emissions des polluants par le trafic routier .....	26
Tableau 11 : Emissions des gaz à effet de serre par le transport routier .....	26
Tableau 12 : Emissions des polluants du transport aérien .....	28
Tableau 13 : Emissions des gaz à effet de serre du transport aérien .....	28
Tableau 14 : Liste des flottilles par typologie. Source : IFREMER/SIH .....	29
Tableau 15 : Emissions des polluants des navires de pêche.....	29
Tableau 16 : Emissions des gaz à effet de serre des navires de pêche.....	30
Tableau 17 : Données de Cheptel [source : DAAF Mayotte-2017] .....	34
Tableau 18 : Emissions des polluants issus de l'élevage.....	34
Tableau 19 : Emissions des gaz à effet de serre émanant de l'élevage.....	34
Tableau 20 : liste des cultures et les surfaces utilisées [source : DAAF de Mayotte-2017].....	36
Tableau 21 : Emissions des polluants issus de la culture .....	38
Tableau 22 : Emissions des gaz à effet de serre provenant de la culture.....	39
Tableau 23 : L'évolution de la consommation d'électricité par secteur : source : Mayotte Bilan prévisionnel horizon 2040 EDM .....	40
Tableau 24 : Emissions (directes et indirectes) des polluants provenant du secteur résidentiel .....	40
Tableau 25 : Emissions des gaz à effet de serre émanent du secteur résidentiel .....	41
Tableau 26 : Emissions des polluants provenant du secteur tertiaire .....	42
Tableau 27 : Emissions des gaz à effet de serre issues du secteur tertiaire .....	42
Tableau 28 : Récapitulatif des polluants par secteur d'activité .....	43
Tableau 29 : Récapitulatif des gaz à effet de serre par secteur d'activité .....	45

## Introduction générale

Hawa Mayotte est l'observatoire de la qualité de l'air de Mayotte, il est créé le 24 novembre 2014 et est agréé le 15 décembre 2014 par le ministère de la transition Ecologique. Il fait partie du réseau Atmo France qui fédère 18 Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

L'une des missions des AASQA est de faire l'inventaire de polluants atmosphériques et des Gaz à Effet de Serre (GES) pour permettre d'une part d'identifier les zones à fortes émissions afin de faciliter l'implantation des stations de mesures, et d'autre part, il permet d'alimenter les modèles de prévision mais aussi d'aider les politiques dans les prises de décisions concernant les stratégies d'atténuation de la pollution atmosphérique et de gaz à effet de serre.

C'est dans cette optique que Hawa Mayotte réalise ce présent rapport pour faire l'inventaire territorial des émissions de polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre à Mayotte. Cette obligation rentre dans le cadre de l'arrêté du 19 avril 2017, relatif au dispositif national de surveillance de la qualité de l'air ambiant.

L'année de référence retenue dans ce rapport d'inventaire est 2018. Ce choix est motivé par le fait que la majorité de données (données d'activités) étaient disponibles pour cette année. Exceptionnellement, les données d'activités de 2017 et 2019 ont été utilisées pour le calcul des émissions des secteurs auxquels les données de 2018 n'existent pas.

La méthodologie utilisée pour l'élaboration de cet inventaire est celle du guide PCIT (version n°2 juin 2018). Ce guide est le document de référence national pour la construction d'inventaires territoriaux. Il est fruit du travail des AASQA avec le concours des experts du Centre Interprofessionnel Technique et d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), de l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS). Le suivi technique, la compilation et la diffusion sont assurés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) pour le compte du Ministère de la Transition Ecologique (MTE).

Le rapport se présente comme suit : la définition de l'inventaire et ses utilités sont présentées en première partie. Ensuite les généralités méthodologiques de la constitution de l'inventaire territorial et les caractéristiques sont présentées respectivement en deuxième et troisième parties. Les méthodologies et résultats par secteur d'activité sont décrits dans la quatrième partie et enfin la dernière partie est consacrée au récapitulatif des résultats et une comparaison avec ceux du CITEPA.



## 1. Définition et objectif de l'inventaire

L'inventaire des émissions consiste à recenser et à quantifier les rejets de polluants et de gaz à effet de serre dans l'atmosphère sur une période et une zone géographique donnée.

Il permet :

- ✓ De faire la caractérisation des émissions de polluants (type, quantité et source) en tout point du territoire,
- ✓ D'alimenter les modèles de la qualité de l'air pour la prévision, la cartographie et la scénarisation,
- ✓ Tester les scénarii réalistes pour l'atténuation des émissions,
- ✓ Orienter les politiques (régionales et locales) dans la mise en place et le suivi des plans d'actions (PPA, PCAET, PDU, SRCAE, etc.),
- ✓ Hiérarchiser les sources d'émissions (sectorisation des rejets),
- ✓ Evaluer le poids de chaque secteur d'activité (trafic routier, production d'électricité, industrie, agriculture) dans la dégradation de la qualité de l'air,
- ✓ Identifier les zones à fortes densité d'émissions afin d'aider les AASQA dans l'implantation des stations (fixes ou mobiles) de mesures.

## 2. Généralités sur l'inventaire d'émissions

### 2.1 Construction de l'inventaire

#### 2.1.1 Principe

Le guide PCIT (Plan de Coordination des Inventaires Territoriaux) constitue le document de référence pour la réalisation de l'inventaire des émissions. Il est accessible sur les sites de LCSQA, INERIS, et du CITEPA.

De manière générale, l'inventaire des émissions se base sur le calcul théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère (masse du composé par unité de temps). Le calcul consiste à faire le produit de l'activité (nombre de véhicule sur une route, le nombre de tête d'animal, la quantité de produits fabriquées, la consommation de gaz naturel ou de fioul etc.) par les facteurs d'émissions (FE) propre à chaque polluant. Ces FE sont issus d'expériences météorologiques ou de la modélisation.

L'expression se présente comme suit :

$$E_{(s,a,t)} = A_{(a,t)} * FE_{(s,a)}$$

1

$E_{(s,a,t)}$  = Emission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »,

$A_{(a,t)}$  = Quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t »,

$FE_{(s,a)}$  = Facteur d'émission relative à la substance « s » et à l'activité « a ».

Il peut arriver aussi que les émissions soient calculées par des relations mathématiques plus complexes car les données d'activité dépendent de plusieurs paramètres et varient sur de courtes échelles de temps. C'est le cas du trafic routier, des émissions biotiques qui dépendent des conditions météorologiques. Les calculs dans ces cas peuvent résulter d'un algorithme très complexe.

## 2.1.2 Méthodologie générale

Deux méthodes sont utilisées pour calculer les émissions :

**+** **La méthode descendante ou top-down**

Cette méthode s'appuie sur les données globales (départementales, régionales, nationales) pour générer les données plus fines (niveau communal, cadastre) en utilisant des clés de répartition spatiales ou de désagrégation.

**+** **La méthode ascendante ou bottom-up**

Elle utilise des données plus fines ou à haute résolution disponibles à l'échelle locale ou infra-communale (nombre de véhicule par axe routier, industrie, ...). Cette méthode permet de réaliser un inventaire plus précis et réaliste.

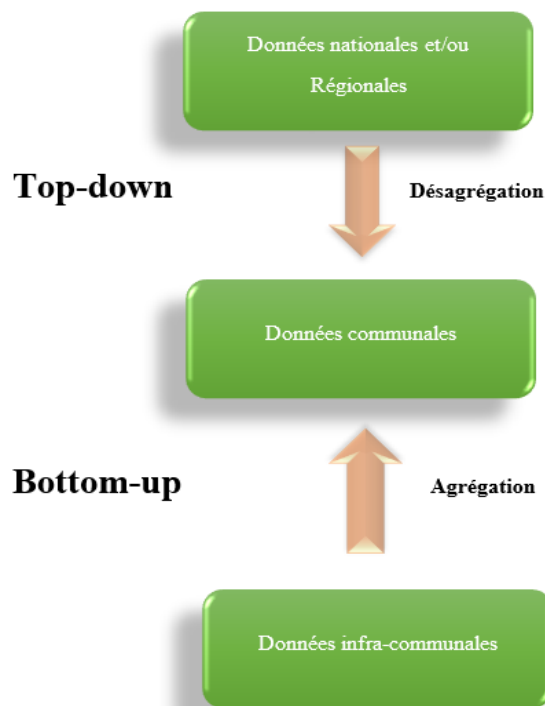


Figure 1 : Méthodes principales pour la réalisation d'un inventaire des émissions (Guide PCIT)

**Dans cette étude nous avons utilisé les deux méthodes en fonction de la disponibilité des données.**

### 2.1.3 Sources d'émissions

Les sources d'émissions sont classées en 3 macro-types :

- ✓ **Les sources fixes** : Ces sources sont scindées en 2 parties.

**Les Sources ponctuelles** : ce sont des sources dont la localisation est connue. Elles regroupent les industries, les centrales thermiques, les stations d'épuration, les grandes entreprises. Ces structures ont l'obligation de déclarer leurs émissions lorsqu'elles atteignent sur certains seuils par polluant (TGAP).

**Les sources surfaciques** : Ce sont des émissions diffuses, qui ne sont pas affectées à un point précis (agriculture, le chauffage résidentiel, etc.).

- ✓ **Les sources mobiles ou linéiques** :  
Ce sont des émissions liées aux transports (routier, aérien, ferroviaire, maritime et fluvial).
- ✓ **Les sources biotiques** : Elles concernent toutes les émissions naturelles (sols, végétation, etc.).

### 2.1.4 Données d'entrée

Les données utilisées dans cette étude proviennent de plusieurs fournisseurs. Les données d'émissions sont extraites de la base de données de déclaration annuelle des rejets GERE/BDREP.

Quant aux données d'activités, elles ont été fournies directement par les entreprises et les services de l'état :

- La Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL),
- La Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DAAF),
- L'Electricité de Mayotte (EDM),
- TotalEnergies Mayotte
- La Société Mahoraise des Eaux (SMAE),
- Syndicat Mixte d'Eau et d'Assainissement (SMEAM),
- Société Mahoraise de Gaz (SIGMA-SOMAGAZ),
- Recensement de la population (INSEE),
- Institut d'Emission des Départements d'Outre-Mer (IEDOM),
- Entreprise de Travaux Publics et de Concassage (ETPC),
- Ingénierie Béton Système (IBS),
- Mayotte Route Environnement (MRE),
- Systèmes d'Informations Halieutiques (SIH),
- Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER),
- Union des Aéroports Français & Francophones associés (UAF&FA).

## 2.1.5 Facteurs d'émissions

Les facteurs d'émissions utilisés dans cette étude sont principalement extraits du guide OMINEA (CITEPA OMINEA édition 18.0, mars 2021) comme le recommande le guide PCIT.

Les autres facteurs d'émissions utilisés sont :

- COPERT IV (EMISIA) pour les émissions du secteur routier à l'aide de CIRCUL'AIR développé par l'ASPA,
- Les lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de Gaz à Effet de Serre (GES),
- Facteurs d'émissions européens EMEP CORINAIR (EEA, EMEP-CORINAIR, 2013),
- International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)

## 2.2 Caractéristiques

### 2.2.1 Périmètre géographique

La zone concernée par cet inventaire est le territoire de Mayotte tout entier. L'idéal était de spatialiser l'inventaire i.e. attribué à chaque commune ses émissions mais par manque de données cela n'a pas été possible.

### 2.2.2 Les secteurs d'activités émetteurs

Parmi les 11 grands secteurs d'activité que constituent l'inventaire des émissions, 7 d'entre eux sont présents à Mayotte.

#### ➤ Le secteur résidentiel et tertiaire

##### **Résidentiel**

Les émissions de ce secteur englobent, les émissions liées aux climatiseurs, au chauffage des habitations (n'existent pas à Mayotte), production d'eau chaude sanitaire, au brûlage des déchets verts à domicile, à l'utilisation des solvants (bombes aérosols, peintures, etc.), à l'utilisation des engins de jardinage (tondeuse, tronçonneuse, etc.) et la consommation de tabac.

Spécificités de Mayotte : modes de cuisson (bois, charbon de bois, pétrole, gaz).

## **Tertiaire**

Ce secteur est constitué par les bâtiments administratifs, les cafés-hôtels, les commerces, les hôpitaux, les établissements de loisirs, de sports, de culture, les écoles, les centres de recherche, les data centers, les éclairages publics etc. Les émissions de ce secteur sont dues à production d'eau chaude sanitaire, au chauffage, à la climatisation, à la cuisson, à l'utilisation des équipements thermiques et électroniques, etc.

### ➤ **Le secteur de l'industrie**

Ce secteur résume toutes les émissions liées à la combustion dans les industries (chaudières, turbines, les fours de procédés industriels, moteurs fixes et mobiles), la production d'électricité, raffinerie, l'exploitation des carrières, l'utilisation des solvants etc.

### ➤ **Le secteur de traitement des déchets**

Ce secteur prend en compte les émissions des déchets solides et celles qui émanent des eaux usées domestiques. Comme sources d'émissions on peut citer : les installations de stockage des déchets non dangereux (ISDND), les crématoires, les stations d'épuration, concernant les unités d'incinération des ordures ménagères (UIOM), celles-ci n'existent pas encore à Mayotte.

### ➤ **Le secteur de transport routier**

Ce secteur comprend les émissions du trafic routier dues à la combustion et l'évaporation des carburants, à l'usure des pneus, des freins, et des routes, et l'usage des gaz fluorés dans les circuits de climatisation des véhicules.

### ➤ **Autres transports**

#### **Le trafic aérien**

Ce secteur regroupe les émissions liées à la combustion des carburants des aéronefs pendant les phases de roulage, de décollage d'atterrissage de montées et de vol au-dessous de 3000 pieds d'altitude ainsi que les émissions des autres équipements de l'aéroport (engins non routiers, centrales de production d'énergie, ...).

**Le trafic maritime :** Cette partie présente les consommations et les émissions des navires de plaisance, de pêche, et les bateaux de transport de marchandises et de personnes.

- **Le secteur de l'agriculture** : Ce secteur regroupe les émissions de l'élevage et de la culture.

#### **L'élevage**

Cette sous-partie concerne les émissions liées à la gestion des déjections animales, à la fermentation entérique, aux émissions azotées directes et indirectes, les émissions des particules fines liées aux bâtiments.

#### **La culture**

Ce sous-secteur concerne les émissions liées aux cultures avec engrais (organiques et minéraux), aux émissions dues à la restitution de l'azote au sol par les résidus laissés au champ, aux émissions des excréments au pâturage des animaux, les émissions liées à la combustion de carburant des engins agricoles etc.

- **Le secteur de production, transformation et distribution d'énergie**  
Ce secteur résume les émissions liées à la production et la distribution de l'électricité par les centrales thermiques (groupes électrogènes, chaudières, turbine à gaz, moteur fixe, ...).
- **Autres sources**  
Cette partie regroupe toutes les autres sources d'émissions non prises en compte (hors total) à savoir : les émissions naturelles, les émissions biotiques, incendies et brûlage de biomasse etc.

### **2.2.3 Les polluants et GES pris en compte**

Dans le but d'élucider la contribution des polluants atmosphériques qui ont des effets néfastes sur la santé et sur l'environnement et les gaz à effet de serre qui eux contribuent au réchauffement climatique, nous allons les traiter séparément tout long de ce document.

#### **Polluants atmosphériques**

Ces sont des espèces chimiques (gaz et particules) qui sont émis dans l'atmosphère naturellement ou de façon anthropique et qui altère la qualité de l'air et donc nuisibles à la santé (maladies respiratoires, cardiovasculaires, ...) et à l'environnement (pluies acides, pertes des éléments minéraux nutritifs, etc.).

Les polluants atmosphériques considérés dans ce rapport se répartissent en 2 catégories :

- ✓ **Les polluants relatifs à l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique**  
Les Oxydes d'Azote (NOx),  
L'Ammoniac (NH<sub>3</sub>),  
Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM),

Le Dioxyde de Soufre (SO<sub>2</sub>),  
Le Monoxyde de Carbone (CO).

✓ **Les particules ou poussières et suspension**

Elles sont classées en fonction de leur diamètre aérodynamique. Il y a les particules primaires (émission directe dans l'atmosphère) et les particules secondaires (issues des réactions physico-chimiques dans l'atmosphère). Seuls les primaires sont considérées ici.

Les particules de diamètre aérodynamiques 10 micromètres(μm) **PM10**,

Les particules de diamètre aérodynamiques 2.5 micromètres(μm) **PM2.5**,

Les particules totales en suspension (**TSP**).

Les autres catégories de polluants qui ne sont pas pris en compte ici et qui pourraient être inventoriés sont les suivants :

✓ **Les Polluants Organiques Persistants (POP)**

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) qui sont au nombre de 8 : benzo(a)pyrène (BaP) ; benzo(b)fluoranthène (BbF) ; benzo(k)fluoranthène (BkF) ; indéno(1,2,3-cd) pyrène (indPy) ; benzo(g,h,i) pérylène (BghiPe) ; benzo(a)anthracène (BaA) ; benzo(a,h) anthracène (BahA) ; fluoranthène (FluorA).

✓ **Les Métaux lourds**

Ils sont présents dans l'eau, dans le sol et dans l'air, à dose importante, ils sont toxiques et peuvent affecter les fonctions respiratoires. Les métaux lourds sont au nombre d'une quarantaine dont les plus contrôlés sont :

Cuivre (Cu), Nickel (Ni), Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Arsenic (As), Mercure (Hg), Plomb (Pb), Sélénium (Se)

**Les Gaz à Effet de Serre (GES)**

Contrairement aux polluants atmosphériques, les gaz à effet de serre n'ont pas d'effet direct sur la santé. Ils absorbent une partie des rayonnements infrarouges émanant de la surface terrestre et contribuent à l'augmentation de l'effet de serre naturel (effet de serre additionnel) et par conséquent à la montée de la température à l'échelle mondiale. Voir **Figure 2** pour le schéma de fonctionnement.

Les GES considérés dans cette étude sont :

- ♣ Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>),
- ♣ Le méthane (CH<sub>4</sub>),
- ♣ Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O).

Le choix de ces 3 gaz est motivé par leur concentration importante dans l'atmosphère, leur durée de vie et leur pouvoir ou potentiel de réchauffement global de la planète (PRG).

En effet pour estimer le forçage radiatif (capacité radiatif) d'un gaz à effet de serre sur une durée de 100 ans (1 siècle), on fait appel au pouvoir de réchauffement global (PRG). Il permet d'avoir une équivalence entre les gaz à effet de serre voir **Tableau 1**.

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
PRG	1	27,9	273

Tableau 1: Le pouvoir de réchauffement des gaz à effet de serre. Source : 6ème rapport du GIEC, page 1842

A titre d'exemple :

1 kg de CH<sub>4</sub> émis dans l'atmosphère en 2018 aura le même effet en 2118 que 27,9 kg de CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère en 2018.

**NB :** Dans le présent rapport, la conversion des gaz à effet de serre en équivalent CO<sub>2</sub> n'a pas été effectuée.

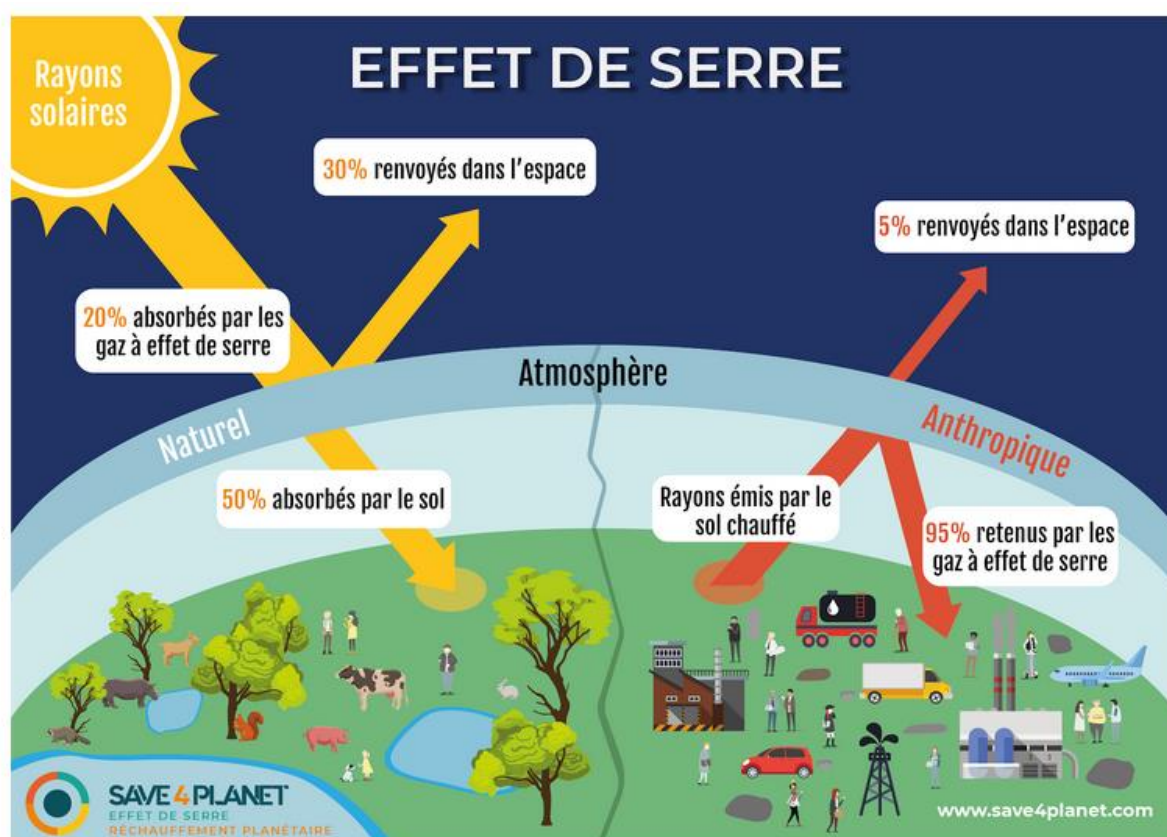


Figure 2 : Explication de l'effet de serre et le réchauffement climatique (source : SAVE 4 PLANET)



## 3 Méthodologies et résultats par secteur d'activité

### 3.1 Industrie manufacturière

A Mayotte, nous n'avons pas assez de sources émissions liées au secteur de l'industrie comme les usines, les industries chimiques etc. Les sources d'émissions prises en compte sont :

- ♣ L'exploitation des carrières,
- ♣ Le recouvrement des routes.

#### 3.1.1 L'exploitation des carrières

Ce sous-secteur présente les émissions provenant de l'exploitation des carrières durant les phases de fragmentation, séparation et transport. Il ne traite pas les émissions des machines et des engins au sein des carrières.

A Mayotte, il y a trois carrières officielles qui sont :

- Société ETPC (Entreprise de Travaux Publics et de Concassage) de Koungou,
- Société ETPC (Entreprise de Travaux Publics et de Concassage) de M'Tsamoudou dans la commune de Bandrélé,
- Société IBS (Ingénierie Béton Système) à Miangani dans la commune de Koungou.

Toutes ces carrières sont basées sur l'extraction et le concassage des roches basaltiques pour la construction des bâtiments et des travaux publics.

Les polluants pris en compte sont essentiellement les polluants particuliers (TSP, PM10, PM2.5).

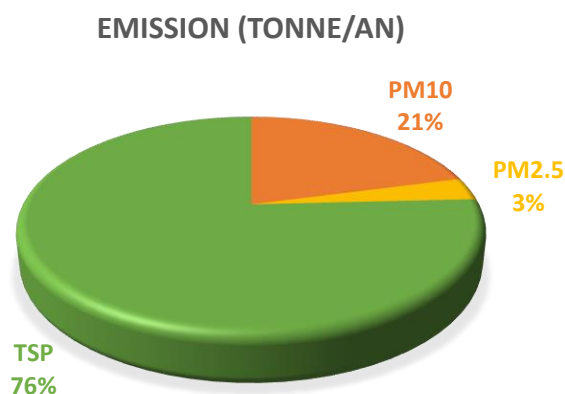
Le calcul des émissions consiste à croiser les données de la production annuelle de chaque carrière par les facteurs d'émissions issus de BD OMINEA 2021.

Les émissions hors particules c'est-à-dire celles des engins mobiles non routiers (EMNR) ne sont pas calculées ici.

La liste des carrières et la production maximale annuelle de chaque carrière ont été fournies par la DEAL.

Carrières	PM10 (tonne/an)	PM2.5 (tonne/an)	TSP (tonne/an)
<b>ETPC</b>	3,8	0,6	13,8
<b>MTSAMOUDOU</b>			
<b>ETPC KOUNGOU</b>	<b>14,5</b>	<b>2,3</b>	53
<b>IBS MIANGANI</b>	12,5	2,0	<b>45,1</b>
<b>Total</b>	<b>30,8</b>	<b>4,9</b>	<b>111,9</b>

Tableau 2 : Emissions des particules fines par les carrières



Le **Tableau 2** et la **Figure 3** représentent la répartition des émissions de particules fines par carrière.

Nous voyons clairement que les particules fines les plus émises sont les TSP (Particule Totale en Suspension) qui valent 76% comme le montre la **Figure 3**, suivi des PM10 21% et enfin des PM2.5 qui occupent la dernière place avec 3%.

Figure 3 : Emissions des particules fines des 3 carrières

### 3.1.2 Recouvrement des routes

Cette partie traite les émissions des centrales d'enrobage au bitume de matériaux routiers.

Les données utilisées sont extraites du rapport sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) à Mayotte disponible en libre accès sur le site de la préfecture de Mayotte.

Ce sont des données de Mayotte Route Environnement (MRE) relatives à la centrale d'enrobage au bitume de matériaux routiers à chaud. L'entreprise est située à Kangani dans la commune de Koungou. Elle fait la production d'enrobés bitumineux et d'émulsions de bitume, avec ou sans ajout de polymères.

Les autres données d'enrobages des autres sociétés présentes à Mayotte n'ont pas été disponibles pour ce rapport.

Les polluants émis par les centrales de bitume se limitent essentiellement aux composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM).

La méthode de calcul consiste à croiser les données par les facteurs d'émissions issus de BD OMINEA 2021 du CITEPA.

Polluants	COVNM
Emissions (Tonne/an)	6

Tableau 3 : Emissions des COVNM de la centrale d'enrobage au bitume

Les émissions engendrées par les bitumes sur les routes représentent 6 tonnes comme indique dans le **Tableau 3**.

■ Carrières ■ Recouvrement des routes

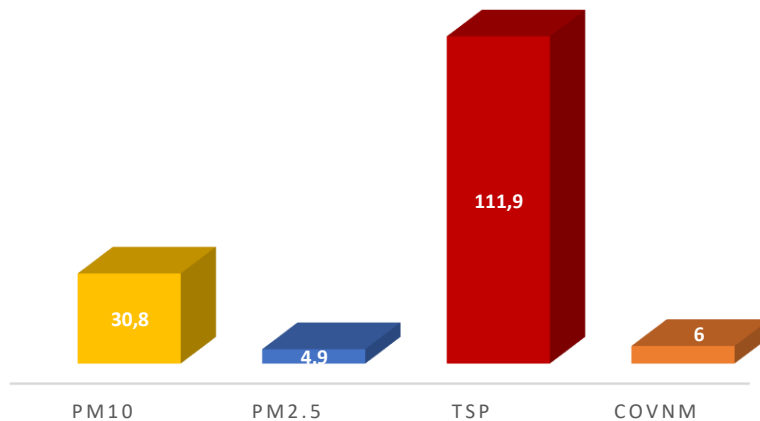


Figure 4 : Récapitulatif des émissions du secteur industriel (tonne /an)

## 3.2 Production et distribution de l'énergie

Ce secteur regroupe : la production d'électricité, le chauffage urbain, le raffinage de pétrole, les activités de distribution de gaz naturel, de carburant dans les stations-services.

Les activités prises en compte ici sont la production d'électricité (EDM) et la distribution de carburant dans les stations-services TotalEnergies, seul distributeur de carburant à Mayotte.

### 3.2.1 Production et distribution d'électricité

La production d'électricité à Mayotte est effectuée à plus de 94 % par les centrales thermiques à gasoil des Badamiers et de Longoni.

On notera qu'il existe un seul type de gasoil à Mayotte servant aussi bien aux véhicules qu'aux centrales thermiques.

La production d'électricité est assurée par l'Electricité de Mayotte (EDM). Les énergies renouvelables, essentiellement solaire représentent environ 5 %. L'EDM à elle seule assure la quasi-totalité de la production, de la distribution et de la commercialisation de l'électricité sur l'île.

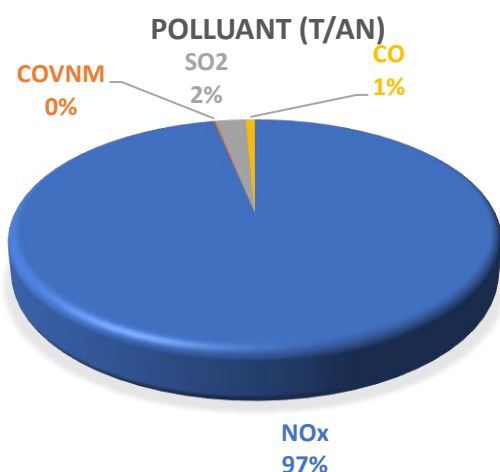
Elle déclare une partie de ses émissions polluantes sur le site internet du Registre Français des Emissions Polluants (IREP/BDREP) et l'autre partie a été calculée en croisant la consommation des centrales par le facteur d'émissions de guide CITEPA.

Ces données sont libres d'accès.

## Polluants

Polluants	NOx	COVNM	SO <sub>2</sub>	CO
Emissions (t/an)	1204	2	29	9

Tableau 4 : Emissions des polluants des centrales électriques EDM



Les oxydes d'azote NOx (NO<sub>2</sub> + NO) représentent 97% des émissions des centrales thermiques tandis que les autres polluants ne font que 3% selon le **Tableau 4** et la **Figure 5**.

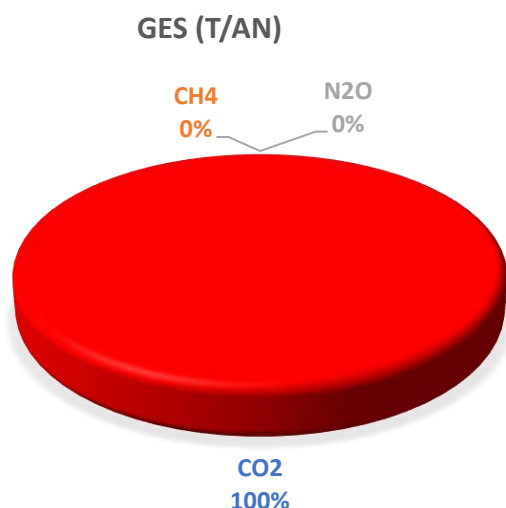
Les NOx en plus d'être polluants atmosphériques, sont précurseurs d'ozone.

Figure 5 : Emissions de polluants du sous-secteur production d'électricité

## Gaz à Effet de Serre (GES)

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Production d'électricité (t/an)	207400	0,33	0,12

Tableau 5 : Emissions des gaz à effet de serre des centrales électriques



Les émissions des Gaz à Effet de Serre sont largement dominées par le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Il a une durée de vie dans l'atmosphère qui avoisine 100 ans et contribue au réchauffement climatique. Les émissions des deux autres GES sont inférieures à 1 tonne par an.

*A noter que le CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O ont des pouvoirs de réchauffement global (PRG) de la planète beaucoup plus élevés que le CO<sub>2</sub>.*

Voir **Tableau 1** pour l'explication.

Figure 6 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur production d'électricité

### 3.2.2 Les stations-services TotalEnergies

Seul les COVNM sont émis par les stations-services par suite du refoulement des vapeurs contenues dans les réservoirs des véhicules.

Les données de ventes de carburant ont été fournies par TotalEnergies-Mayotte (l'unique distributeur de carburant à Mayotte). Ces données sont constituées de 3 types de carburants :

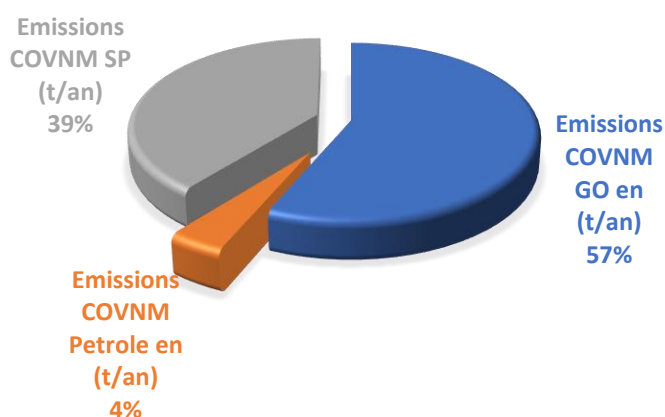
- ♣ Le gazole (GO),
- ♣ Le sans plomb (SP),
- ♣ Le pétrole pour la cuisson et l'éclairage pour les populations qui n'ont pas accès au gaz et à l'électricité.

Ces données sont croisées avec les facteurs d'émissions de la BD OMINEA 2021 du CITEPA

Type de carburant	COVNM (Pétrole)	COVNM (SP)	COVNM (GO)
Emissions (tonne/an)	0,7	6,3	9

Tableau 6 : Emissions des COVNM par type de carburant

## EMISSIONS STATIONS-SERVICES TOTAL



Les composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM) sont des polluants qui sont émis par les stations-services lors du remplissage des réservoirs des véhicules. Les COVNM sont des composés organiques qui regroupent plusieurs polluants dont le benzène, le toluène, les xylènes, etc. Sur la **Figure 7**, nous voyons que plus de la moitié des COVNM est émise par les gasoils (57%) ensuite 39% par le sans plomb et enfin 4% par le pétrole.

Figure 7 : Emissions de polluants du sous-secteur stations-services

### 3.3 Traitement et élimination des déchets

Dans cette partie, nous allons nous intéresser aux émissions issues de la dégradation des déchets en condition anaérobie et les installations de traitement et du rejet des eaux usées.

Par manque de données d'entrée de 2018, nous avons utilisé celles de 2017 pour le calcul des émissions de ce secteur.

#### 3.3.1 Traitement des déchets solides

Ce sous-secteur concerne les émissions des polluants et des gaz à effet de serre issus des ordures ménagères et résiduelles. L'installation de stockage des déchets non dangereux (ISDND) de Dzoumogné est la seule unité officielle dédiée pour la gestion et le stockage des ordures ménagères et résiduelles (OMR). C'est une décharge compactée. Nos estimations d'émissions se sont focalisées uniquement sur cette installation.

Les gaz à effet de serre et les polluants pris en compte sont respectivement : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, COVNM.

Pour les calculs, le poids des ordures ménagères a été croisé avec les facteurs d'émissions de la BD\_OMINEA 2021 du CITEPA.

Les données des ordures ménagères et résidentielles sont extraites du rapport d'étude de l'agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME) sur l'ISDND de Dzoumogné en 2018.

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	COVNM
<b>GES (t/an)</b>	<b>4844</b>	<b>1762</b>	
<b>Polluants (t/an)</b>			<b>18</b>

Tableau 7 : Emissions des gaz à effet de serre du sous-secteur traitement des déchets solides

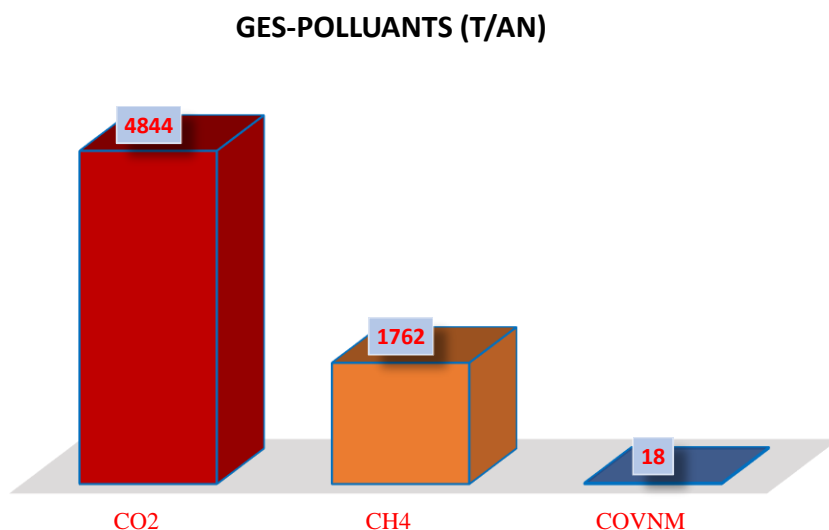


Figure 8 : Emissions des polluants et gaz à effet de serre issues des déchets solides

Les émissions des gaz à effet de serre (GES) sont majoritaires avec 73% pour le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et 27% pour le méthane (CH<sub>4</sub>) et inférieures à 1% pour les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

### 3.3.2 Traitement et rejet des eaux usées

Cette sous-partie prend en compte les émissions provenant des installations de traitement et du rejet des eaux usées à savoir :

- Le traitement et rejet des eaux usées industrielles,
- Le traitement et rejet des eaux usées domestiques et résidentielles.

Les émissions calculées ici concernent uniquement les installations de traitement et du rejet des eaux usées domestiques et résidentielles.

Les émissions sont principalement des gaz à effet de serre notamment le méthane (CH<sub>4</sub>) et protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O). Quant aux composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), ils n'ont pas été calculés car ils émanent le plus souvent des eaux industrielles des raffineries, des industries de chimie et des pétrochimies qui n'existent pas Mayotte.

Conformément aux lignes directives 2006 du GIEC, les émissions des eaux usées issues des stations d'épuration (STEP) ont été calculées en utilisant les expressions ci-dessous :

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

2

Où

$Emissions CH_4$  = Emissions de CH<sub>4</sub> de l'année d'inventaire, kg CH<sub>4</sub>/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,

$T_{i,j}$  = 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,

$EF_j$  = Facteur d'émission, kg CH<sub>4</sub> / kg BOD,

BOD = Demande Biologique en Oxygène

$R$  = Volume de CH<sub>4</sub> récupéré dans l'année d'inventaire, kg CH<sub>4</sub>/an,

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

$j$  = Chaque voie ou système de traitement et/ou d'élimination.

$$Emissions N_2O = N_{EFFLUENT} * EF_{EFFLUENT} * \frac{44}{28}$$

3

$Emissions N_2O$  = Emissions de N<sub>2</sub>O dans l'année d'inventaire, N<sub>2</sub>O 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 N<sub>2</sub>O issues d'eaux usées rejetées, N<sub>2</sub>O- N kg/kg N,

$\frac{44}{28}$  = Facteur de conversion de N<sub>2</sub>O-N kg en N<sub>2</sub>O kg.

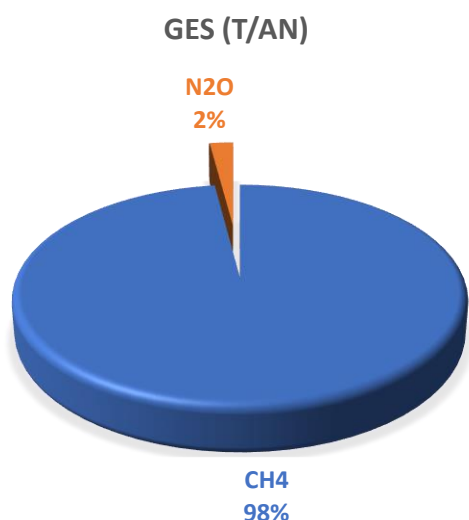
Les données des stations d'épuration ont été fournies par le Syndicat Mixte d'Eau et Assainissement de Mayotte (SMEAM).

**NB** : Nous n'avons pas tenu compte des fosses septiques.



	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
GES (t/an)	95	2

Tableau 8 : Emissions des gaz à effet de serre du sous-secteur traitement des eaux usées



Les émissions du méthane (CH<sub>4</sub>) occupent 98%. La forte émission du CH<sub>4</sub> est favorisée par la situation météorologique (température élevée à Mayotte), par la quantité de matière biodégradable dans les eaux usées et aussi par le système d'épuration. Le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O), dont les émissions sont liées à la dégradation des composants de l'azote dans les eaux usées, représente 2%.

Figure 9 : Emissions de gaz à effet de serre issues du traitement et rejet des eaux usées

### 3.4 Transport

Ce chapitre traite les émissions liées au transport routier, aérien et maritime (navires de pêches).

#### 3.4.1 Transport routier

Le transport routier est sans doute l'un des secteurs qui polluent plus à Mayotte. La croissance exponentielle du parc automobile avec une part importante des véhicules d'occasions selon l'IEDOM (**Tableau 9**), à cela s'ajoute l'étroitesse des routes créent des conditions favorables à l'altération de la qualité de l'air.

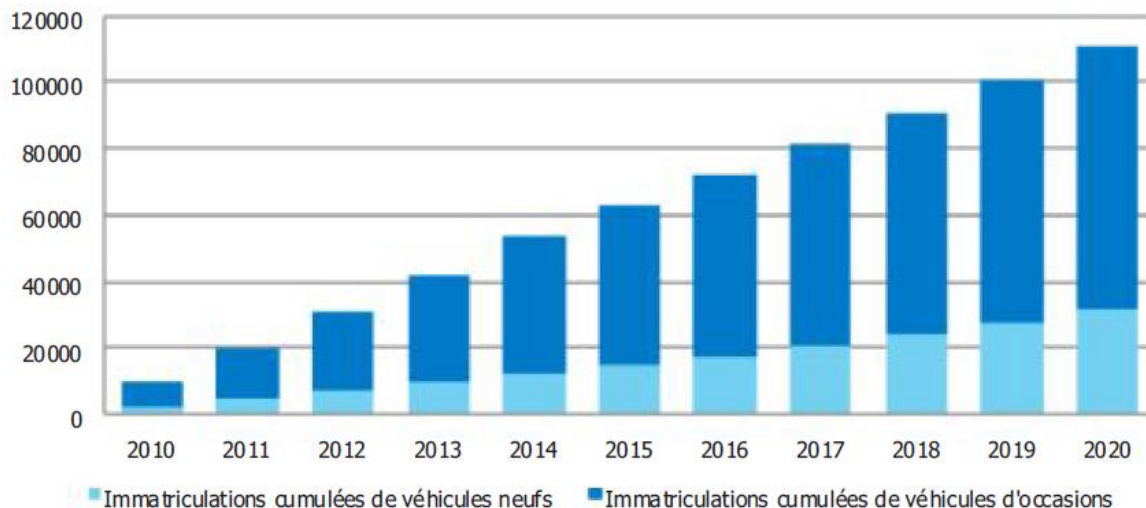


Tableau 9 : Evolution du parc automobile entre 2010 et 2020. Source : Préfecture de Mayotte, calculs IEDOM

Les émissions imputables au transport routier ont été calculées à l'aide du logiciel Circul'air.

Ce logiciel est créé en 1997 par l'ASPA, sa nouvelle version Circul'Air 5 se base sur COPERT 5.3 qui est la méthodologie Européenne de calcul des émissions du transport routier et sur le guide PCIT (Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux).

Le logiciel prend en compte une quarantaine de polluants ainsi que la consommation de carburant et l'énergie des engins. En plus de cela, il permet de calculer les émissions des véhicules à chaud, à froid, des émissions par évaporation et l'abrasion des pneus, des freins, des routes ainsi que la remise en suspension.

Les données d'entrée (TMJA, le pourcentage par type de véhicule, le nombre de véhicule par axe routier, ...) des 49 tronçons que constituent le réseau routier de Mayotte ont été fournies par la DEAL de Mayotte.

Il y a des tronçons dont les données d'entrée de 2018 n'étaient pas disponibles, nous avons utilisé à la place de ces données les valeurs de l'année la plus proche.



Figure 10 : Carte du trafic routier Mayotte (source DEAL Mayotte)

## Polluants

Polluants	CO	NOx	COV	BC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	COVNM	C6H6	Métaux lourds	PM10	PM2.5
Emissions(t/an )	2760	14001	318	97	18	4	438	0,4	5	548	362

Tableau 10 : Emissions des polluants par le trafic routier

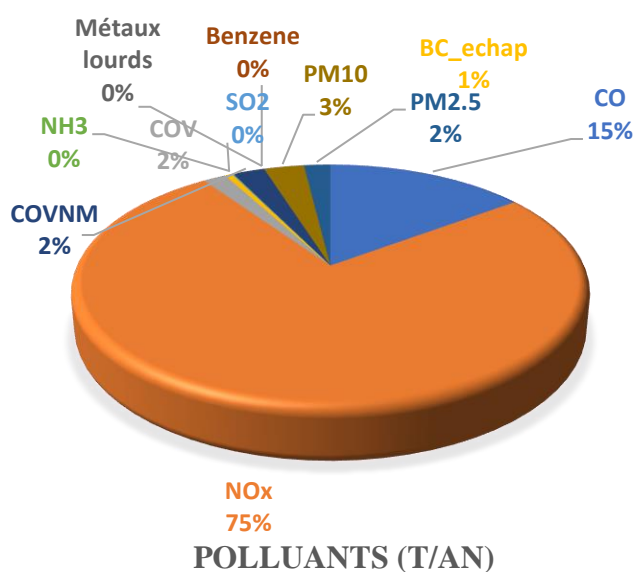


Figure 11 : Emissions de polluants du trafic routier

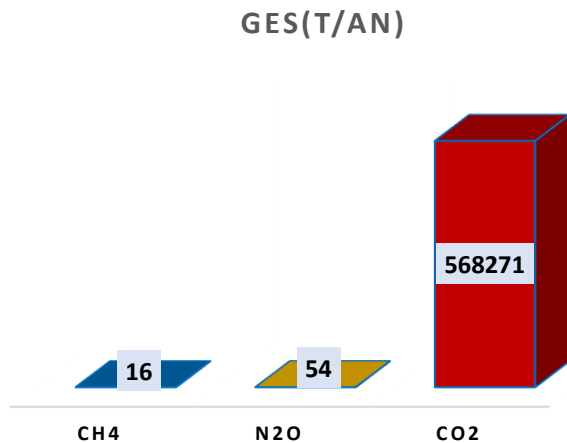
75% des émissions de polluants du transport routier sont dues aux oxydes d'azote NOx (NO+NO<sub>2</sub>) comme le montre la **Figure 11**. Ils sont issus de la combustion des carburants des engins motorisés.

Ensuite vient en deuxième position le monoxyde de carbone (CO) avec une émission de 15%. Les PM10 et PM2.5 représentent respectivement 3 et 2%. Les autres polluants (tous réunis) représentent 5%.

## Gaz à Effet de Serre

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions (t/an)	568271	16	54

Tableau 11 : Emissions des gaz à effet de serre par le transport routier



Le gaz à effet de serre le plus émis dans le secteur du trafic routier sur l'île est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), il représente plus de 99%. Les autres gaz représentent moins 1% comme illustré par la **Figure 12**.

*A noter que, la conversion de la quantité du N<sub>2</sub>O et du CH<sub>4</sub> en équivalent CO<sub>2</sub> est significatif.*

Figure 12 : Emissions de gaz à effet de serre du trafic routier

### 3.4.2 Transport Aérien

Les émissions de ce secteur concernent les émissions des aéronefs ainsi que les émissions sur les plateformes aéroportuaires à l'exclusion des engins militaires.

Nous nous sommes intéressés qu'aux émissions des aéronefs.

Le périmètre considéré pour l'estimation des émissions est le LTO (Landing/Take-Off) c'est-à-dire les phases de roulage sur le tarmac, le décollage, l'atterrissage, la montée et le vol au-dessous de 3000 pieds qui est l'équivalent de 915 m d'altitude. Il est supposé que les polluants émis au-delà de 915 m d'altitude n'ont pas d'impact sur les bases couches de l'atmosphère.

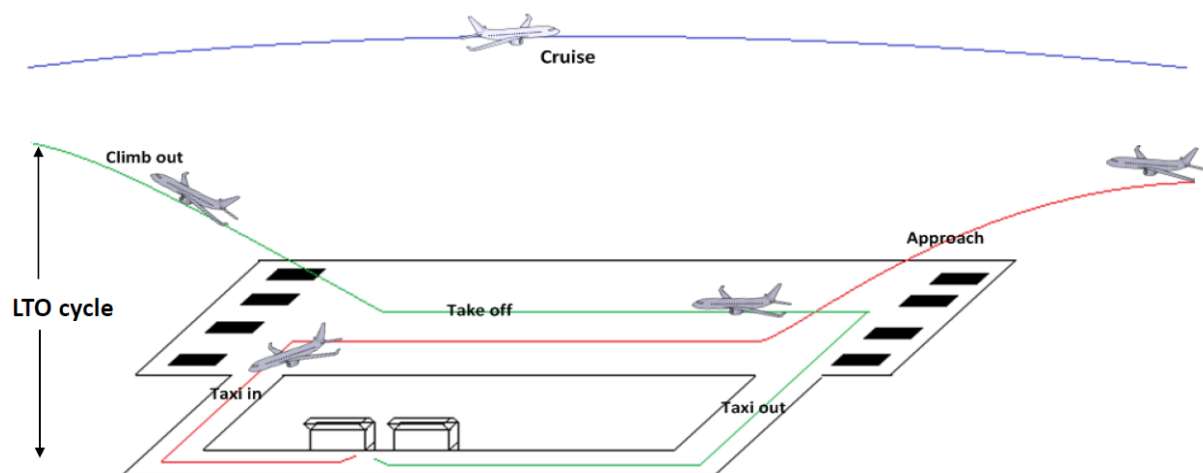


Figure 13 : Phases du cycle LTO. Source (Estimating Operations and Airport-Specific Landing & Take-off Cycles at GA Airports)

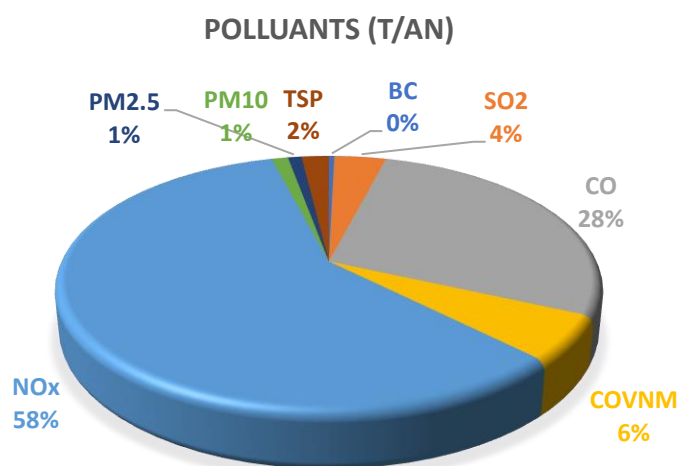
Quant aux émissions, elles sont issues des rejets liés à la combustion des carburants par les aéronefs et de l'usure des pneus, des freins et de la piste.

Les données d'entrée du trafic aérien sont libre accès sur le site internet de l'Union des Aéroports Français & Francophones Associés (UAF & FA) et les facteurs d'émissions des différents polluants sont extraits de la BD\_OMINEA 2021.

## Polluants

Polluants	BC	SO <sub>2</sub>	CO	COVNM	NOx	PM10	PM2.5	TSP
Emissions (t/an)	2	19	144	30	304	6	5	10

Tableau 12 : Emissions des polluants du transport aérien



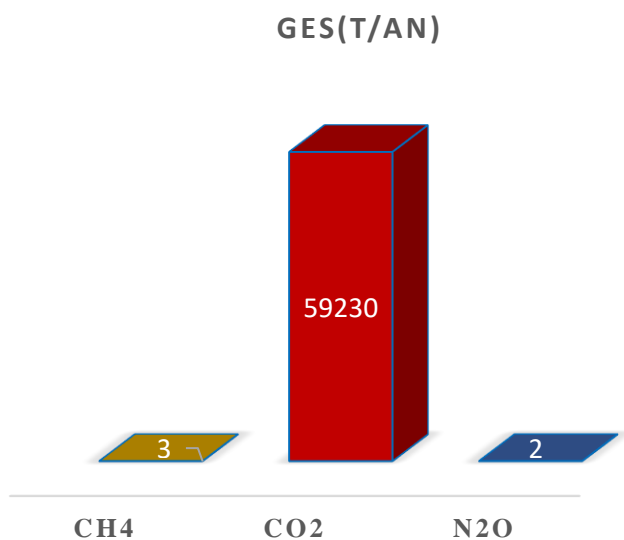
Les oxydes d'azote (NOx) représentent plus de la moitié des émissions du transport aérien avec 58% (**Figure 14**). Ils proviennent des moteurs thermiques en général comme pour les voitures. Le monoxyde de carbone (CO), un gaz issu de l'échappement, il occupe la deuxième place des émissions avec 28%. Les autres polluants réunis représentent 14% des émissions.

Figure 14 : Emissions de polluants du transport aérien

## Gaz à Effet de Serre

Polluants	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions(t/an)	3	59230	2

Tableau 13 : Emissions des gaz à effet de serre du transport aérien



Le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> est le principal responsable des émissions de gaz à effet de serre du trafic aérien avec plus de 99% (voir **Figure 15**). Le méthane CH<sub>4</sub> et le protoxyde d'azote représentent une faible partie des émissions du trafic aérien.

Figure 15 : Emissions de gaz à effet de serre du transport aérien (tonne /an)

### 3.4.3 Navires de pêche

Les émissions des 118 navires de pêches de la flottille active de Mayotte ont été calculées en se basant sur leurs longueurs, puissance moyenne et leurs consommations de carburant. Ces données ont été croisées avec les consommations moyennes par type de navire.

Les émissions des activités portuaires et de la navigation de loisirs n'ont pas été prise en compte par manque de données d'entrée.

La liste des navires et les autres paramètres indispensables pour les calculs ont été fournis par l'IFREMER via le rapport sur la Situation de la pêche à Mayotte 2018.

Les facteurs d'émissions sont issus de la BD\_OMINEA 2021 du CITEPA.

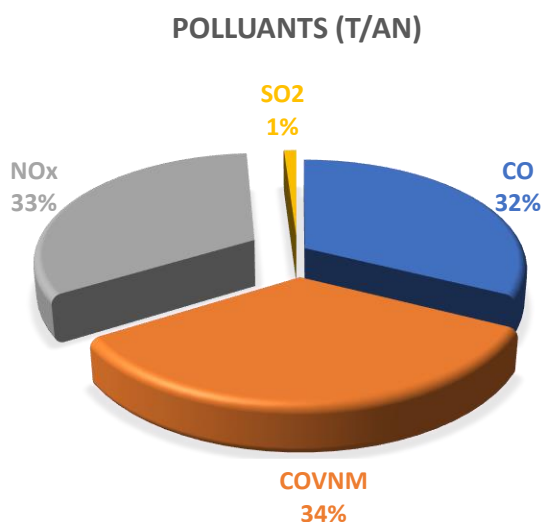
Flottille	Nombre de navires	Puissance totale (kW)	Jauge totale (U.M.S.)	Nombre de marins
Palangriers	1	209	4	2
Ligneurs à Grands Pélagiques	29	1 275	61	60
Ligneurs à Poissons Démersaux et Benthiques (bancs éloignés)	30	1 544	57	94
Ligneurs à Poissons Démersaux et Benthiques (côtier)	52	1 274	98	104
Autres métiers	2	88	4	8
Senneurs	4	15 600	9 968	126
<b>Total</b>	<b>118</b>	<b>19 990</b>	<b>10 193</b>	<b>394</b>

Tableau 14 : Liste des flottilles par typologie. Source : IFREMER/SIH

### Polluants

Polluants	CO	COVNM	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>
Emissions(t/an)	167	176	169	5

Tableau 15 : Emissions des polluants des navires de pêche



34% des émissions des navires sont imputées aux composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).

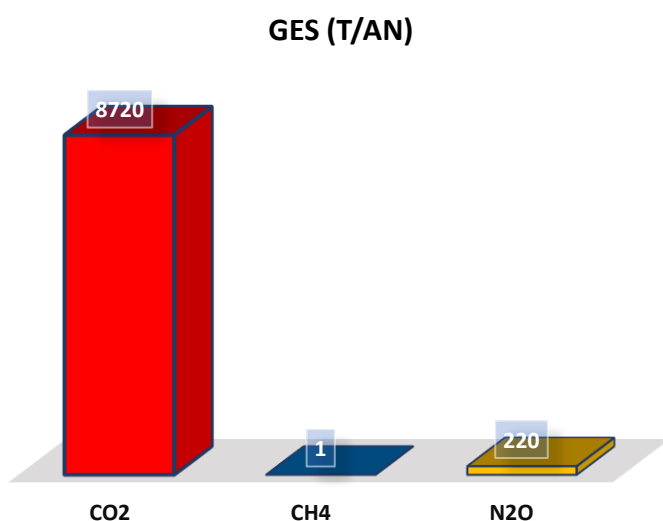
Les oxydes d'azote (NO<sub>2</sub>) représentent 33%, ensuite le monoxyde de carbone (CO) 32% et enfin le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) 1%.

Figure 16 : Emission de polluants des navires de pêche

## Gaz à Effet de Serre

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions(t/an)	8720	1	220

Tableau 16 : Emissions des gaz à effet de serre des navires de pêche



Le principal gaz à effet de serre émis par les navires de pêche est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) avec 98% des émissions.

Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et le méthane représentent 2% selon le **Tableau 16** et la Figure 17.

Figure 17 : Emissions de gaz à effet de serre des navires de pêche



## 3.5 Agriculture

Il n'est pas évident de séparer les émissions liées à l'élevage à celles de l'agriculture.

Dans cette partie, les émissions liées à l'élevage et à la culture sont traitées séparément. Celles liées aux engins agricoles ne sont pas prises en compte ici.

Conformément au guide PCIT, les émissions liées à l'élevage se limitent aux émissions des bâtiments et aux stockages des déjections. Les émissions liées à l'épandage ou au pâturage sont affectées aux cultures.

### 3.5.1 Elevage

Les émissions liées à l'élevage sont estimées à partir des données des cheptels par type d'animaux de la statistique agricole annuelle de l'AGRESTE Mayotte (2017) élaborée en 2018 voir **Tableau 17**.

Les polluants et gaz à effet de serre pris en compte sont :

- Le méthane (fermentation entérique et la gestion des déjections),
- le protoxyde d'azote (émissions indirectes dues à la volatilisation, au dépôt de NH<sub>3</sub> et NO et les émissions indirectes dues au lessivage et ruissellement de l'azote),
- les particules fines (émissions de PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> et TSP des bâtiments).

Les émissions ont été calculées en utilisant les expressions ci-dessous : (source guide PCIT version n°2)

#### *Emissions de CH<sub>4</sub> liées à la fermentation entérique*

$$\text{Emissions}_{CH_4} = \text{Population animale} * FE$$

4

$Emissions_{CH_4}$  = Emissions de CH<sub>4</sub> imputables à la fermentation entérique (kg/an),

$FE$  = Facteur d'émission du CH<sub>4</sub> imputable à la fermentation entérique pour une population animale donnée (kg/tête/an)

Les Facteurs d'émissions sont calculés de deux manières :

$$FE_{VL} = 0,0105 * Production Laitière + 48,971$$

$FE_{VL}$  = Facteur d'émission du CH<sub>4</sub> pour les vaches laitières (kg/tête/an),

$Production Laitière$  = Production laitière (kg/tête/an)

Pour les autres catégories d'animaux, les facteurs d'émissions sont extraits du guide PCIT version n° 2 juin 2018 (page 479 tableau 4).

### *Emissions de CH<sub>4</sub> liées à la gestion des déjections*

Même technique de calcul qu'en formule ci-dessus, la différence se situe au niveau du facteur d'émission.

$$FE = B_o * SV * 365 * 0,67 * \sum (j)(SG_j * FCM_j)$$

5

**FE** = Facteur d'émission du CH<sub>4</sub> imputable à la gestion des déjections pour une population animale donnée (kg/tête/an),

**B<sub>o</sub>** = Potentiel méthanogène (m<sup>3</sup>/kg de SV),

**SV** = Solides Volatils excrétés (kg/jour),

**365** = Nombre de jours par an (jours/an),

**0,67** = Masse volumique du CH<sub>4</sub> (kg/m<sup>3</sup>),

**SG<sub>j</sub>** = Part du système de gestion des déjections j,

**FCM<sub>j</sub>** = Facteur de conversion en méthane pour le mode déjection j (%).

### *Emissions de NH<sub>3</sub> dues aux bâtiments*

$$EmisBati_{NH_3} = TANExcrété_j * FE_{NH_3 BATI_j}$$

6

**EmisBati<sub>NH<sub>3</sub></sub>** = Emissions de N sous forme de NH<sub>3</sub> au bâtiment pour un type de déjection j (kgN/an),

**TANExcrété<sub>j</sub>** = Quantité d'azote ammoniacal excrétée pour un type de déjection j (kgTAN/an),

**FE<sub>NH<sub>3</sub> BATI<sub>j</sub></sub>** = Facteur d'émission du NH<sub>3</sub> au bâtiment pour un type de déjection j (kgN/kgTAN/an).

## Emissions directes de N sous forme de N<sub>2</sub>O liée à la volatilisation

$$Emi N_2O \text{ indir volatil} = (Emi Bat_{NH_3} + Emi Stock_{NH_3} + Emi Stock_{NO}) * FE N_2O \text{ indir volatil}$$

7

*Emi N<sub>2</sub>O indir volatil* = Emission de N sous forme de N<sub>2</sub>O liée à la volatilisation et au dépôt de NH<sub>3</sub> et NO au bâtiment et au stockage (kgN/an),

*Emi Bat<sub>NH<sub>3</sub></sub>* = Emissions de N sous forme de NH<sub>3</sub> au bâtiment pour un type de déjection j (kgN/an),

*Emi Stock<sub>NH<sub>3</sub></sub>* = Emissions de N sous forme de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, NO et N<sub>2</sub> au stockage pour un type de déjection j (kgN/an),

*FE N<sub>2</sub>O indir volatil* = Facteur d'émission de N-N<sub>2</sub>O indirect par volatilisation et dépôt de NH<sub>3</sub> et NO (kgN-N<sub>2</sub>O/kg(N-NH<sub>3</sub>+N-NO)).

## Les émissions indirectes de N sous forme de N<sub>2</sub>O liées au lessivage et ruissellement

$$Emi N_2O \text{ indir less} + ruiss = N \text{ stock} * \text{Frac less} + ruiss * FE N_2O \text{ indir less} + ruiss$$

8

*Emi N<sub>2</sub>O indir less + ruiss* = Emission de N sous forme de N<sub>2</sub>O liée au lessivage et au ruissellement de N (kgN-N<sub>2</sub>O/an),

*N stock* = Quantité d'azote total stockée pour un type de déjection j (kgN/an),

*Frac less + ruiss* = Fraction d'azote N perdue par lessivage et ruissellement,

*FE N<sub>2</sub>O indir less + ruiss* = Facteur d'émission de N-N<sub>2</sub>O indirect par lessivage et au ruissellement de N (kgN-N<sub>2</sub>O/kgN lessivé + ruisselé).

Emissions de particules liées au bâtiment

Les émissions des particules ont été effectuées en se basant sur la méthodologie du guide EMEP 2013.

Les facteurs d'émissions sont issus du guide EMEP, BD OMINEA et de IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis).

Les données de cheptel ont été fournies par la DAAF de Mayotte. Voir **Tableau 17**

Cheptel bovin		20 478
Vaches laitières		2 500
Vaches nourrices		7 500
Bovins de plus de 2 ans		1 790
Bovins de 1 à 2 ans		3 700
Bovins de moins de 1 an		4 988

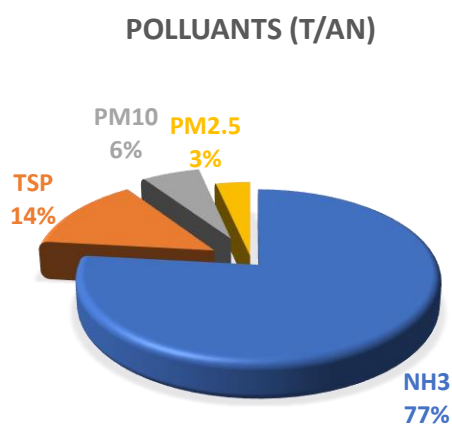
Volailles (milliers de têtes)		224
Poules pondeuses		80
Poulettes		40
Poulets de chair		90
Canards à rôtir		8
Dindes et dindons - Pintades		6

Tableau 17 : Données de Cheptel [source : DAAF Mayotte-2017]

## Polluants

Polluants	NH <sub>3</sub>	TSP	PM10	PM2.5
Emissions (t/an)	5457	976	428	249

Tableau 18 : Emissions des polluants issus de l'élevage



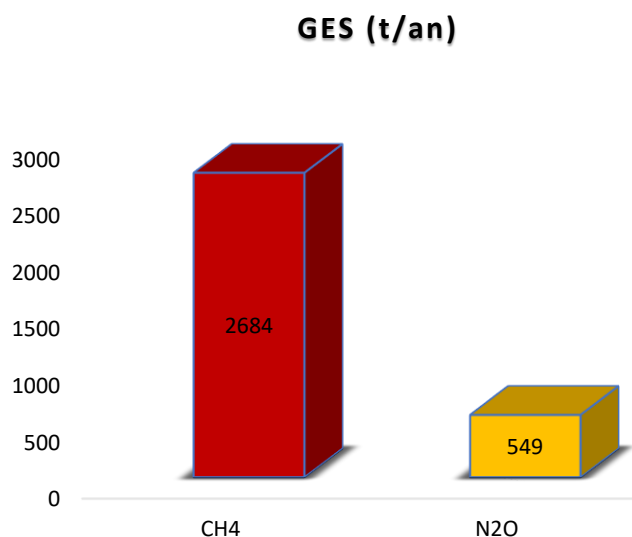
Les émissions liées à la gestion des déjections animales dominent le classement des émissions de l'élevage avec 77% ensuite arrive les particules totales en suspension (TSP) avec 14% et les particules fines PM10 et PM2.5 représentent respectivement 6% et 3% selon la **Figure 18**.

Figure 18 : Emissions de polluants du sous-secteur de l'élevage

## Gaz à Effet de Serre

GES	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions (t/an)	2684	549

Tableau 19 : Emissions des gaz à effet de serre émanant de l'élevage



Quant aux émissions des gaz à effet de serre, le méthane (CH<sub>4</sub>) occupe la première place des émissions avec 83%. Il provient de la fermentation entérique et des déjections animales.

Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) représente 17%, il est issu des émissions azotées indirectes liées à la gestion des déjections animales. Illustration **Figure 19**.

Figure 19 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur de l'élevage

### 3.5.2 Culture

Cette sous-section regroupe les émissions issues des apports extérieurs épandus sur les cultures et aux résidus.

A Mayotte l'utilisation des machines agricoles n'étant pas importante, nous nous sommes limités qu'aux émissions des apports extérieurs sur les cultures et aux résidus de cultures. Les émissions de cette partie sont réparties comme suit :

- ✓ Les émissions des cultures avec engrais liées aux épandages d'engrais organiques (déjections animales) dans les cultures. Nous n'avons pas tenu compte des engrais minéraux (engrais synthétiques) par faute de données,
- ✓ Les émissions liées à la restitution d'azote au sol par les résidus de récolte,
- ✓ Les émissions des excréments au pâturage des animaux.

Les gaz à effet de serre et les polluants considérés sont :

- N<sub>2</sub>O (émissions liées aux déjections à l'épandage, aux déjections déposées lors de la pâture),
- NH<sub>3</sub> (émissions liées à l'épandage des déjections animales, aux déjections déposées lors de la pâture),
- N<sub>2</sub>O (quantité d'azote indirecte émise sous forme de N<sub>2</sub>O à la re-déposition atmosphérique d'azote N sur le sol),
- CH<sub>4</sub> (émissions des rizières).

La liste des cultures, de la surface et la quantité produite en 2017 sont extraites du MEMENTO AGRICOLE 2018 de AGRESTE Mayotte (**Tableau 20**).

Produits	Surface (ha)	Rendement (t/ha)	Production en tonnes
Riz Indica	13	1,30	16,9
<b>CEREALES</b>	<b>13</b>		<b>16,9</b>
Ylang	132	NC	NC
Vanille	60	0,20	12,0
<b>CULTURES DE RENTE</b>	<b>192</b>		<b>12</b>
Manioc	1 752	8,50	14 892,0
Autres tubercules (taro et patates douces)	415	10,00	4 150,0
Choux autres	20	18,00	360,0
Autres salades	50	9,50	475,0
Brèdes	11	10,60	116,6
Aubergine	20	4,00	80,0
Banane légume	2 264	10,00	22 640,0
Concombre	26	18,80	488,8
<i>sous serres</i>	5	70,00	350,0
Courgette	3	20,00	60,0
Poivrons et piments	5	9,20	46,0
Potirons, courges, citrouilles, giraumon	88	1,50	132,0
Tomates	58	10,50	609,0
<i>sous serres</i>	4	50,00	200,0
Légumes à cosse	790	3,60	2 844,0
Mais doux	400	2,80	1 120,0
<b>TOTAL LEGUMES</b>	<b>5 911</b>		<b>48 563,4</b>

Letchi, longani, ramboutan	57	0,10	5,7
Manque	317	2,70	855,9
Noix de coco	789	1,80	1 420,2
Corossol, Pomme cannelle	97	6,80	659,6
Goyave, Goyavier	88	3,90	343,2
Maracuja, fruits de la passion, Grenadille	4	6,60	26,4
Ananas	750	5,00	3 750,0
Pastèque	1	10,00	10,0
Avocat	98	9,30	911,4
Banane dessert	250	2,30	575,0
Citrons, limes, combavas	10	1,00	10,0
Clémentines, mandarines	10	3,80	38,0
Oranges, tangor	257	4,30	1 105,1
<b>TOTAL FRUITS</b>	<b>2 728</b>		<b>9 710,5</b>

Tableau 20 : liste des cultures et les surfaces utilisées [source : DAAF de Mayotte-2017]

Pour les méthodes de calculs, nous nous sommes basés sur les lignes directrices de l'IPCC 2006 et du guide EMEP/EEA 2013.

Les expressions suivantes ont été utilisées :

#### Calcul des émissions directes de N<sub>2</sub>O liées aux déjections à l'épandage

$$Emi \text{ Epandage } N_2O = \sum_{i,j} N \text{ epandu}_{i,j} * FE$$

9

$Emi \text{ Epandage } N_2O$  = Emissions de N-N<sub>2</sub>O liées à l'épandage des déjections animales (kgN-N<sub>2</sub>O/an),

$N \text{ epandu}_{i,j}$  = Quantité d'azote total épandue pour une catégorie animale i et pour un type de déjection j (kgN/an),

$FE$  = Facteur d'émission à l'épandage (kgN-N<sub>2</sub>O/kgN/an).

#### Emissions de N<sub>2</sub>O liées aux déjections déposées lors de la pâture

$$Emi \text{ pâture } N_2O = \sum_i N \text{ Excrété}_{i,p\grave{a}ture} * FE$$

10

$Emi\ pâture\ N_2O$  = Emissions de N-N<sub>2</sub>O liées aux déjections animales déposées lors de la pâture ou du parcours (kgN-N<sub>2</sub>O/an),

$N\ Excrété_{i,p\hat{a}ture}$  = Quantité d'azote total excrétée pour une catégorie animale i et pour le mode de gestion des déjections « pâture » (kgN/an),

$FE$  = Facteur d'émission à l'épandage (kgN-N<sub>2</sub>O/kgN/an).

#### Emissions de NH<sub>3</sub> liées à l'utilisation d'engrais azotés

$$Emi\ Epandage\ NH_{3j} = TAN\ Epandage_j * FE_{épandage\ j}$$

11

$Emi\ Epandage\ NH_{3j}$  = Emissions de N-NH<sub>3</sub> à l'épandage pour un type de déjection j (kgN-NH<sub>3</sub>/an),

$TAN\ Epandage_j$  = Quantité d'azote ammoniacal dans les déjections épandues de type j,

$FE_{épandage\ j}$  = Facteur d'émission à l'épandage pour un type de déjection j (kgN-NH<sub>3</sub>/kgTAN/an).

#### Emissions de NH<sub>3</sub> liées aux déjections déposées lors de la pâture

$$Emi\ pâture\ NH_3 = \sum_i TAN\ Excrété_{i,p\hat{a}ture} * FE_{p\hat{a}ture}$$

12

$Emi\ pâture\ NH_3$  = Emissions de N- NH<sub>3</sub> liées aux déjections animales déposées lors de la pâture ou du parcours (kgN- NH<sub>3</sub>/an),

$TAN\ Excrété_{i,p\hat{a}ture}$  = Quantité d'azote ammoniacal excrétée pour une catégorie animale i et pour le mode de gestion des déjections « pâture » (kgN/an),

$FE_{p\hat{a}ture}$  = Facteur d'émission lié aux déjections animales déposées lors de la pâture ou du parcours (kgN-NH<sub>3</sub>/kgTAN/an).

#### Emissions de particules liées aux opérations culturales

$$Emi\ Sol\ PM = \sum_i (FE_i * P_i) * K * B * A$$

13

$Emi_{Sol PM}$  = Émission de PM (t/an),

$FE_i$  = Facteur d'émission pour l'opération  $i$  (t/ha),

$P_i$  = Nombre de passage pour l'opération  $i$  (/an),

$K$  = Facteur de conversion de TSP vers PM10 ou PM2.5 (Pour  $K$ , les valeurs données par Hnilicova et al. (2007) sont : TSP = 1 ; PM10 = 0,21 ; PM2.5 = 0,042),

$B$  = Facteur introduisant le type de sol,

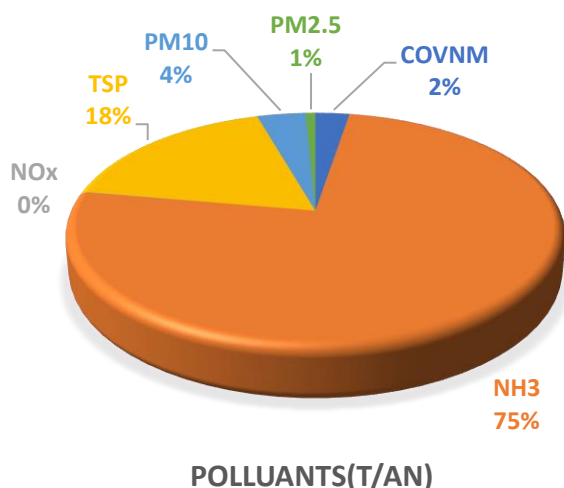
$A$  = Surface de la culture (ha).

Le calcul des émissions de CH<sub>4</sub> des rizières est effectué conformément aux lignes directrices de l'IPCC 2006.

## Polluants

Polluants	COVNM	NH <sub>3</sub>	NOx	TSP	PM10	PM2.5
Emissions (t/an)	21	604	0,5	143	30	6

Tableau 21 : Emissions des polluants issus de la culture



L'ammoniac (NH<sub>3</sub>) est responsable de 75% des émissions de la culture. Ces émissions proviennent de l'épandage et du pâturage.

18% des émissions sont liées aux particules totales en suspension (TSP) et le reste des émissions est répartie entre les composés organiques volatils et les particules fines. Voir **Figure 20**

A noter que les engins agricoles et les engrais minéraux ne sont pas pris en compte ici.

Figure 20 : Emissions de polluants du sous-secteur culture



## Gaz à Effet de Serre

GES	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions(t/an)	3	114

Tableau 22 : Emissions des gaz à effet de serre provenant de la culture

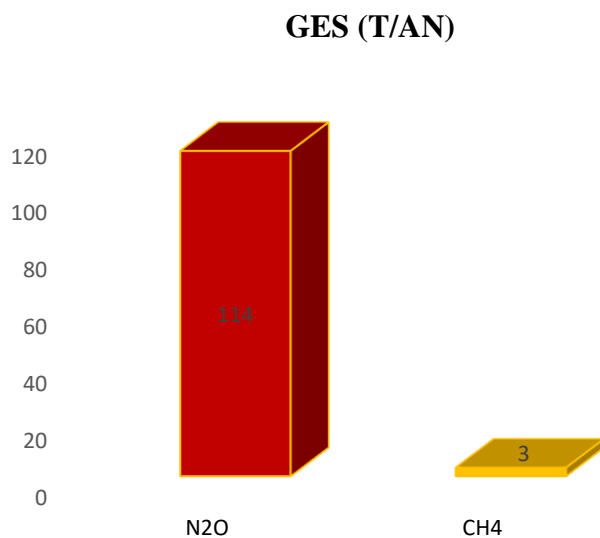


Figure 21 : Emissions de gaz à effet de serre du sous-secteur culture

Les émissions du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) représentent 97% des émissions des gaz à effet de serre. Ces émissions proviennent en majorité de l'épandage.

Celles du méthane (CH<sub>4</sub>) représentent 3%. Elles proviennent principalement des rizières.

### 3.6 Secteur résidentiel et tertiaire

Les émissions du secteur résidentiel et celles du secteur tertiaire sont traitées séparément.

#### 3.6.1 Secteur résidentiel

Ce sous-secteur concerne les émissions directes et indirectes liées à la consommation d'électricité par résidence principale (eau chaude sanitaire, cuisson, électricité spécifique, climatisation, et autres usages par des combustibles : séchoirs, tondeuses, motoculteurs, tronçonneuses, débroussailleuses, ...), l'utilisation de gaz butane et le brûlage des déchets.

Les sources de données pour la consommation d'électricité et de gaz butane sont respectivement l'EDM (**Tableau 23**) et la société SIGMA/SOMAGAZ par l'intermédiaire de la DEAL. Des hypothèses ont été effectuées pour l'estimation des émissions issues du brûlage des déchets.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Domestique	130,1	137,4	143,0	151,1	159,2	162,9	167,4
Pros Bleu	28,8	31,7	34,4	37,3	40,8	40,4	41,5
Pros Bleu+ / Vert	61,3	63,2	65,3	67,7	70,9	71,3	71,3
Service Public	16,8	16,5	16,6	18,6	18,9	20,7	20,8
Communes + éclairage Public	12,2	12,2	12,3	13,2	12,8	11,8	12,9
<b>Total</b>	<b>249,3</b>	<b>261,1</b>	<b>271,6</b>	<b>287,9</b>	<b>302,6</b>	<b>307,0</b>	<b>313,9</b>

Tableau 23 : L'évolution de la consommation d'électricité par secteur : source : Mayotte Bilan prévisionnel horizon 2040 EDM

Pros Bleu = Les particuliers, professionnels faiblement consommateurs (TPE)

Pros Vert = Les PME et les grands comptes (professionnels et industries)

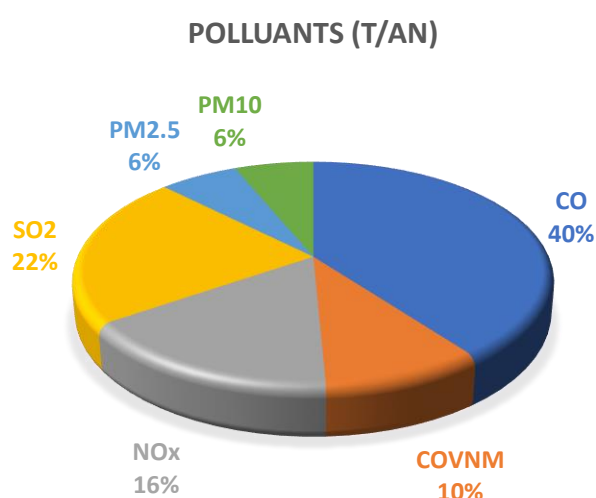
Pour les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité et au gaz butane pour la cuisson, les données ont été croisées avec les facteurs d'émissions de la BD OMINEA EEA du CITEPA 2021.

Selon une étude de l'ADEME en 2008, 3,5 millions de tonnes déchets sont brûlés en France ce qui correspond à 16,9 kg de déchets brûlés par résidence principale. De cette étude à nos jours, nous avons supposé que cette valeur par résidence principale ait évolué en fonction de la population. L'hypothèse que nous avons émise consiste à prendre le double de 16,9 kg par résidence principale pour l'estimation des émissions des déchets brûlés à Mayotte.

## Polluants

Polluants	CO	COVNM	NOx	SO <sub>2</sub>	PM2.5	PM10
<b>Emissions (t/an)</b>	108	26	44	60	17	17

Tableau 24 : Emissions (directes et indirectes) des polluants provenant du secteur résidentiel



Le **Figure 22** montre que le monoxyde de carbone (CO) est responsable de 40% des émissions du secteur résidentiel ensuite vient le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) 22% suivi des oxydes d'azote (NOx) 16%.

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et les particules fines (PM10 et PM2.5) représentent respectivement 10% et 6%.

Figure 22 : Emissions (directes et indirectes) des polluants du secteur résidentiel (Tonne/an)

## Gaz à Effet de Serre

GES	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions(t/an)	8	16534	0,25

Tableau 25 : Emissions des gaz à effet de serre émanant du secteur résidentiel

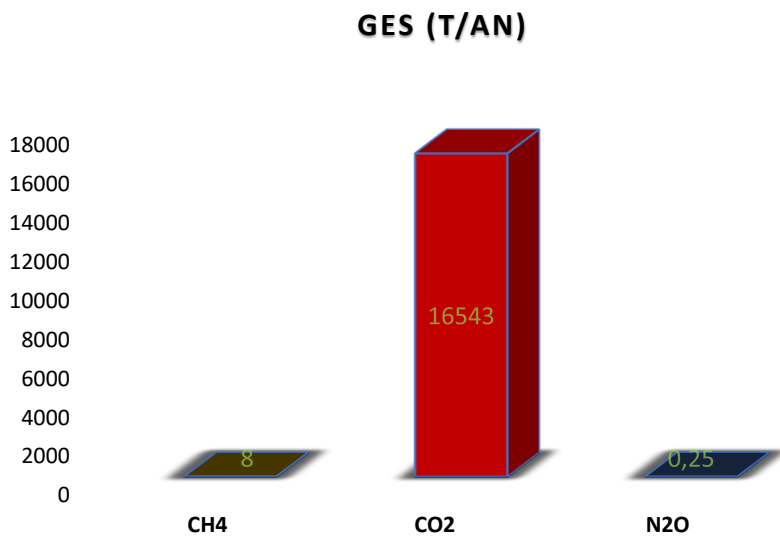


Figure 23 : Emissions de gaz à effet de serre du secteur résidentiel

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est responsable de plus de 98% des émissions des gaz à effet de serre tandis que le méthane et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) représentent moins de 2% des émissions.

### 3.6.2 Secteur tertiaire

Cette partie consiste à partir des consommations d'énergie (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, électricité spécifique, climatisation, ...) du secteur tertiaire à calculer les émissions des polluants et des gaz à effet de serre.

Le secteur tertiaire regroupe :

- les bureaux,
- les cafés-hôtels-restaurants,
- les commerces,
- les établissements associés au transport (gares...),
- l'habitat communautaire (dont les prisons...),
- les établissements de sport,
- loisirs, culture et équipements collectifs,
- les établissements de santé et d'action sociale,

- les établissements d'enseignement scolaire,
- les bâtiments administratifs,
- les éclairages publics,
- ....

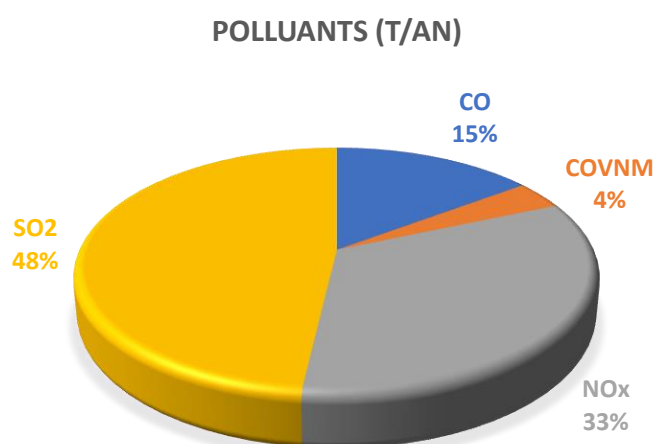
Par manque de données détaillées auprès des entreprises, nous nous sommes contentés des données du tableau (**Tableau 23**) pour faire les estimations.

Les mêmes méthodes d'estimations des émissions ont été utilisées qu'en secteur résidentiel.

## Polluants

Polluants	CO	COVNM	NOx	SO <sub>2</sub>
Emissions (t/an)	16	4	36	52

Tableau 26 : Emissions des polluants provenant du secteur tertiaire



Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) contribue pour 48% des émissions du secteur tertiaire suivi des oxydes d'azote (NOx) qui contribuent à 33%.

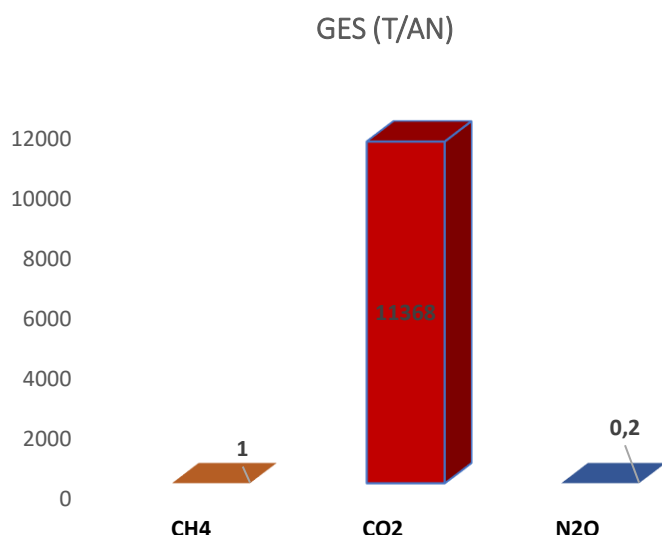
Le monoxyde d'azote (CO) et les composés organiques volatils (COVNM) sont responsables respectivement de 15% et 4% des émissions du secteur tertiaire. Illustration **Figure 24**.

Figure 24 : Emissions de polluants du secteur tertiaire

## Gaz à Effet de Serre

GES	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Emissions (t/an)	11368	1	0,2

Tableau 27 : Emissions des gaz à effet de serre issues du secteur tertiaire



Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) est le principal gaz à effet de serre émis dans le secteur tertiaire avec plus de 99%.

Les autres gaz à effet de serre ont une contribution faible.

Figure 25 : Emissions de gaz à effet de serre du secteur tertiaire

### 3.7 UTCAF et les sources non prises en compte

Dans cet inventaire, les émissions naturelles ne sont pas prises en compte par faute de données. Elles couvrent les émissions des forêts, des végétations, et les autres zones naturelles. Les polluants qui sont généralement émis dans ce secteur sont les COVNM et les NO.

Le trafic maritime aussi n'est pas pris en compte dans cette étude pour les mêmes raisons.

## 4 Récapitulatif des émissions par polluants et par secteur d'activité

Secteurs d'activités	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM10	PM2.5	NH <sub>3</sub>	CO	COVNM
<b>Production et distribution d'énergie</b>	29	1204	nd	nd	nd	9	18
<b>Industrie (hors prod d'électricité)</b>	nd	nd	30,8	4,9	nd	nd	6
<b>Traitement et élimination des déchets</b>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	18
<b>Transport routier</b>	18	14001	548	362	4	2760	438
<b>Trafic aérien</b>	19	304	6	5	nd	144	30
<b>Navire de pêche</b>	5	169	nd	nd	nd	167	176
<b>Agriculture</b>	nd	0,5	458	255	6061	nd	21
<b>Résidentiel</b>	60	44	17	17	nd	108	26
<b>Tertiaire</b>	52	36	nd	nd	nd	16	4
<b>Total (tonne/an)</b>	<b>183</b>	<b>15759</b>	<b>1060</b>	<b>644</b>	<b>6065</b>	<b>3204</b>	<b>737</b>

Tableau 28 : Récapitulatif des polluants par secteur d'activité

**nd** : valeur non déterminée. Le **nd** s'explique par plusieurs raisons, soit les données que nous avons ne nous permettent pas de faire le calcul d'émissions, soit le facteur d'émission n'a pas été trouvé dans la base de données OMINEA EEA du PCIT ou autres.

Le **trafic routier** est le principal secteur d'activité émetteur de polluants atmosphériques à Mayotte. Selon le **Tableau 28** et la **Figure 26**, il est respectivement le plus grand émetteur des NOx avec 89%, de CO (86%), de COVNM (59%), de (PM<sub>2.5</sub>) 56% et PM<sub>10</sub> (52%).

Le **secteur de la production et de la distribution d'énergie** est ensuite le secteur qui émet plus de polluants atmosphériques après le trafic routier notamment les NOx (8%). A noter que les centrales de production d'électricité sont équipées de systèmes de dépollution à l'émission.

Les secteurs d'activité comme l'**agriculture (culture et élevage)** et le **résidentiel** se distinguent aussi par leur contribution plus importante dans l'émission de certains polluants. **Le secteur agricole** contribue à lui seul plus de 99% des émissions de NH<sub>3</sub>, **le résidentiel** est responsable de 33% des émissions de SO<sub>2</sub> suivi du **tertiaire** avec 28%.

**L'industrie (hors production d'électricité)** comparativement aux régions métropolitaines n'est pas très développée à Mayotte ce qui explique le taux faible d'émissions de polluants et de gaz à effet de serre imputées à ce secteur. Le secteur industriel de l'île concerne essentiellement les carrières d'extraction et d'exploitation des roches qui rejettent en majorité des particules fines dans l'atmosphère.

Les autres secteurs (**traitement et élimination de déchets, trafic aérien et les navires de pêche**) ont des contributions moindres.

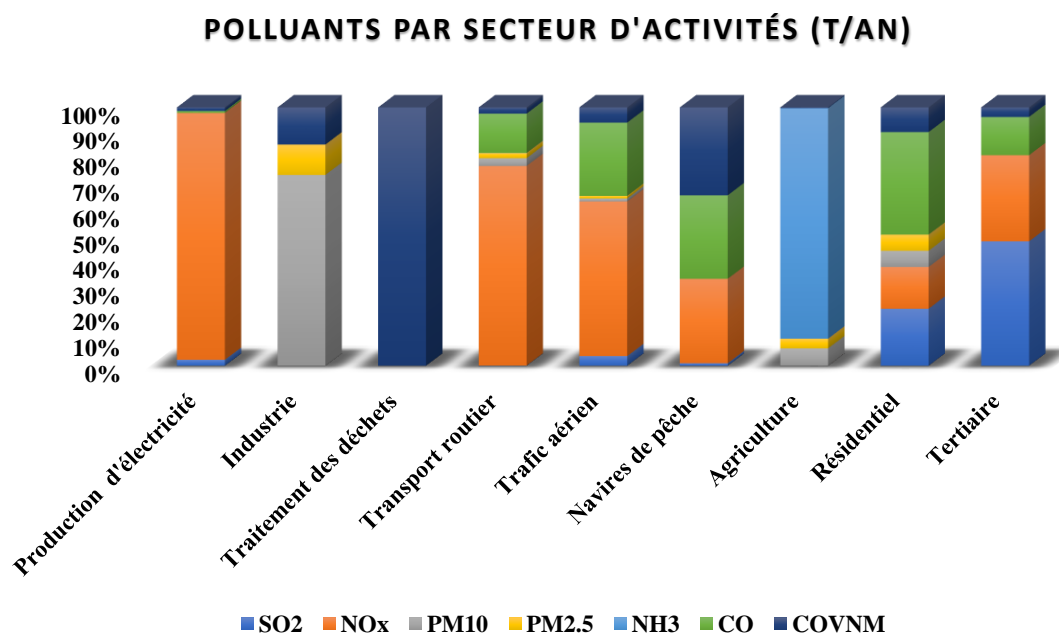


Figure 26 : Récapitulatif des polluants de tous les secteurs d'activités

## 5 Récapitulatif des gaz à effet de serre (GES) par secteur d'activité

Secteurs d'activités	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Production et distribution d'énergie	207400	0,3	0,1
Industrie (hors énergies)	nd	nd	nd
Traitement et élimination des déchets	4844	1857	2
Transport routier	568271	16	54
Trafic aérien	59230	3	2
Navire de pêche	8720	1	220
Agriculture	nd	2687	663
Résidentiel	16543	8	0,3
Tertiaire	11368	1	0,2
<b>Total (tonne/an)</b>	<b>876376</b>	<b>4573</b>	<b>942</b>

Tableau 29 : Récapitulatif des gaz à effet de serre par secteur d'activité

*nd* : valeur non déterminée. Le nd s'explique par plusieurs raisons, soit les données que nous avons ne nous permettent pas de faire le calcul d'émissions, soit le facteur d'émission n'a pas été trouvé dans la base de données OMINEA EEA du PCIT ou autres.

Selon le Tableau 29 et la Figure 27 montrent que le **trafic routier** et la **production et distribution d'énergie** sont les principaux secteurs émetteurs de CO<sub>2</sub> par suite de la combustion des moteurs. Ils émettent respectivement 65% et 25%. **Les secteurs résidentiels, tertiaire et les navires de pêche** se partagent le reste des émissions de CO<sub>2</sub>.

L'**agriculture** quant à elle, prend la tête des émissions du protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et du méthane (CH<sub>4</sub>) avec respectivement 71% et 59%. Ces deux gaz à effet de serre proviennent essentiellement de la fermentation entérique et la gestion des déjections animales dans ce secteur.

**Le traitement et élimination des déchets** contribuent aussi pour 41% des émissions du méthane (CH<sub>4</sub>) qui sont favorisés par des climats chauds (température > 15° C).

Les autres secteurs d'activité ont des faibles contributions dans le bilan des gaz à effet de serre.

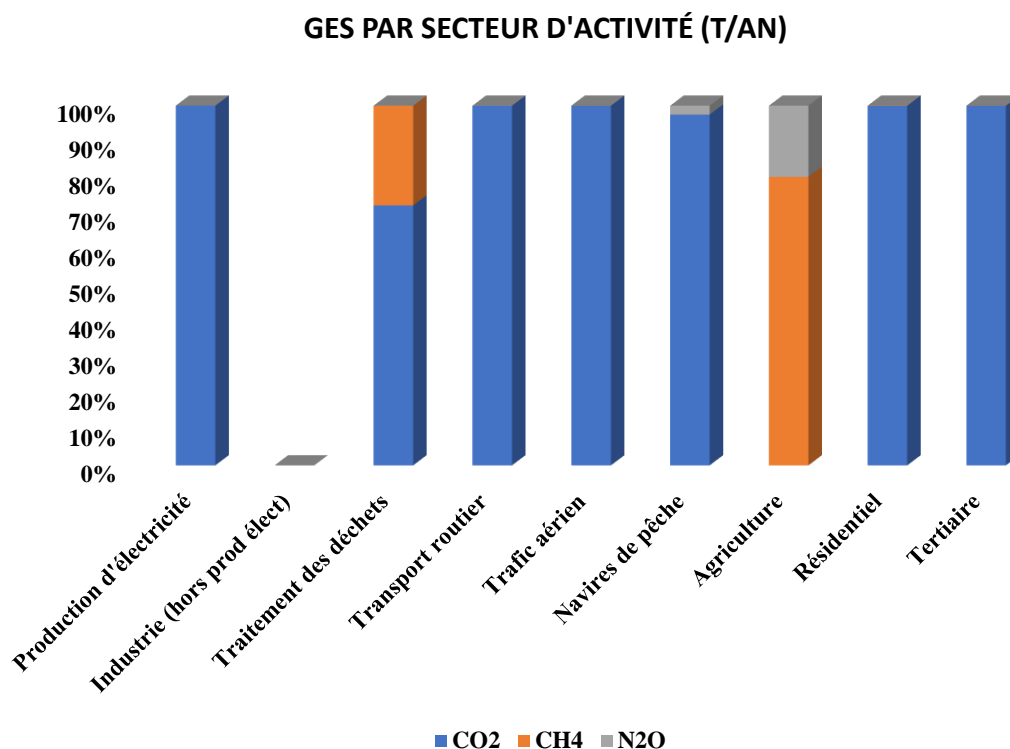


Figure 27 : Récapitulatif des gaz à effet de serre de tous les secteurs d'activités

## 6 Comparaison de l'inventaire de Hawa et celui du CITEPA

Polluants inventoriés par le CITEPA sur le territoire Mahorais

Le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique) est une association qui élabore pour le compte du Ministère de la Transition Ecologique (MTE) les inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre (GES).

L'inventaire de Hawa Mayotte est un inventaire territorial, selon ces objectifs (voir page objectifs), il réunit les conditions pour avoir des résultats à des échelles adaptées au territoire de Mayotte.

Malgré l'unicité du système d'inventaire, un écart au niveau des résultats peut être constaté comme dans notre cas et cela pourrait être expliqué par le fait que les données d'entrée sont différentes. Les données locales sont plus détaillées avec des résolutions plus fines que celles nationales. Les résultats nous donnent tout de même les mêmes ordres de grandeur excepté pour les NOx et le N<sub>2</sub>O comme le montre les **Figures 28** et **29**.



## POLLUANTS(T/AN)

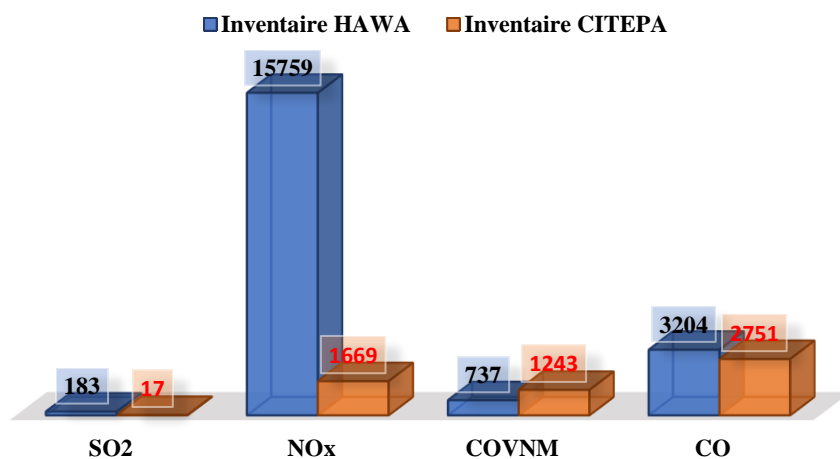


Figure 28 : Comparisons des émissions des polluants du CITEPA et celles de Hawa Mayotte pour l'année 2018

Gaz à effet de serre inventoriés par le CITEPA à Mayotte :

## GES (T/AN)

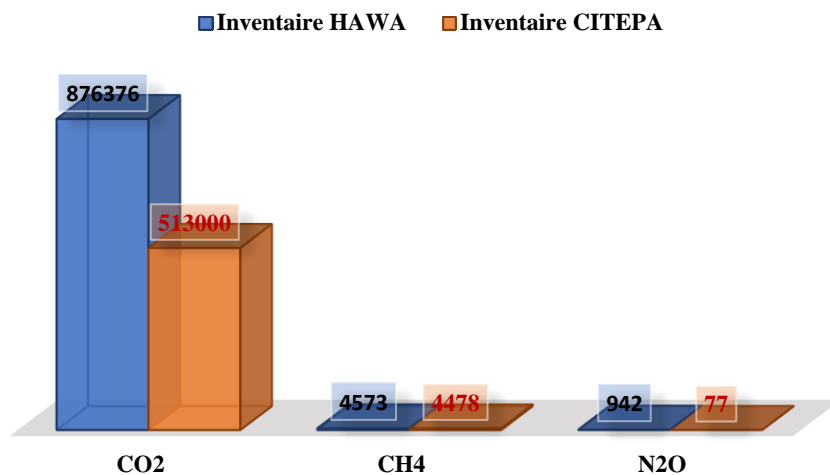


Figure 29 : Comparaison des émissions des gaz à effet de serre du CITEPA et celles de Hawa Mayotte pour l'année 2018



## Conclusion

Après le premier rapport d'inventaire élaboré en 2019 basé sur les données d'entrée de 2015, ce présent document est le deuxième rapport d'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre réalisé par Hawa Mayotte en se basant sur les données d'activités de 2018.

Comme dans le premier rapport, le transport routier demeure le principal émetteur de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre dans le 101ème département de France. Ensuite arrive le secteur de production et de distribution d'énergie qui contribue fortement dans l'émission du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et des oxydes d'azote (NOx) à travers son sous-secteur de production d'électricité par les centrales thermiques.

A ce niveau d'étude et en fonction des données disponibles, les principaux polluants émis (tonne/an) sur le territoire de Mayotte sont les oxydes d'azote (NOx).

De la même façon le principal GES émis à Mayotte est le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

Les particules fines (PM) présentent des concentrations (µg/m<sup>3</sup>) parfois supérieures aux seuils réglementaires à Mayotte selon les données de nos stations de mesures. Elles n'ont pas pu être estimées comme il le faut dans cet inventaire en raison du manque de données (résidus de combustion, poussières, etc.) dans plusieurs secteurs d'activités.

Quant à la comparaison de notre inventaire avec celui du CITEPA, qui est l'organe chargé de l'inventaire national des émissions de polluants et des gaz à effet de serre en France, on constate une adéquation correcte avec leurs résultats.

Les difficultés rencontrées lors de l'élaboration de ce document se situent principalement au niveau des données d'activités. Elles sont parfois inexistantes ou si elles existent, difficiles d'accès.

Pour finir, ce document est libre d'accès sur le site internet de Hawa Mayotte. Il servira aux particuliers et aux partenaires notamment les décideurs comme outil d'aide à la décision dans le cadre des stratégies d'atténuation de la pollution atmosphérique et des gaz à effet de serre.

La fréquence de mise à jour de ce document sera à minima biennale en fonction de l'évolution et de la disponibilité des données d'activités.

## Perspectives

Pour les prochains rapports, nous souhaiterions spatialiser l'inventaire. Pour cela, il nous faudrait des données d'activités par commune. Ce type d'inventaire nous permettrait de faire de la modélisation à l'échelle de la commune. Il permettrait également d'aider les collectivités dans la prise de décision concernant les stratégies d'atténuation de la pollution atmosphérique (PCAET, PPA etc.).

Nous demandons plus de collaboration des services de l'état, des communes et des entreprises pour faciliter la collecte des données. Sans les données d'activités, il est impossible de faire l'inventaire des émissions de polluants atmosphériques et des gaz à effet de serre.

L'intégration des émissions du transport maritime (secteur non négligeable dans les émissions) sera envisagée dans les prochains inventaires à condition d'avoir les données nécessaires pour les calculs. Très prochainement, Hawa Mayotte échangera avec Plan ECOPHYTO Mayotte pour mieux coordonner l'acquisition des données des pesticides et des engrais.

Synthèse des données que nous n'avons pas pu avoir pour ce rapport qui sont indispensables pour la spatialisation de l'inventaire des émissions se trouvent dans le **Tableau 30**.

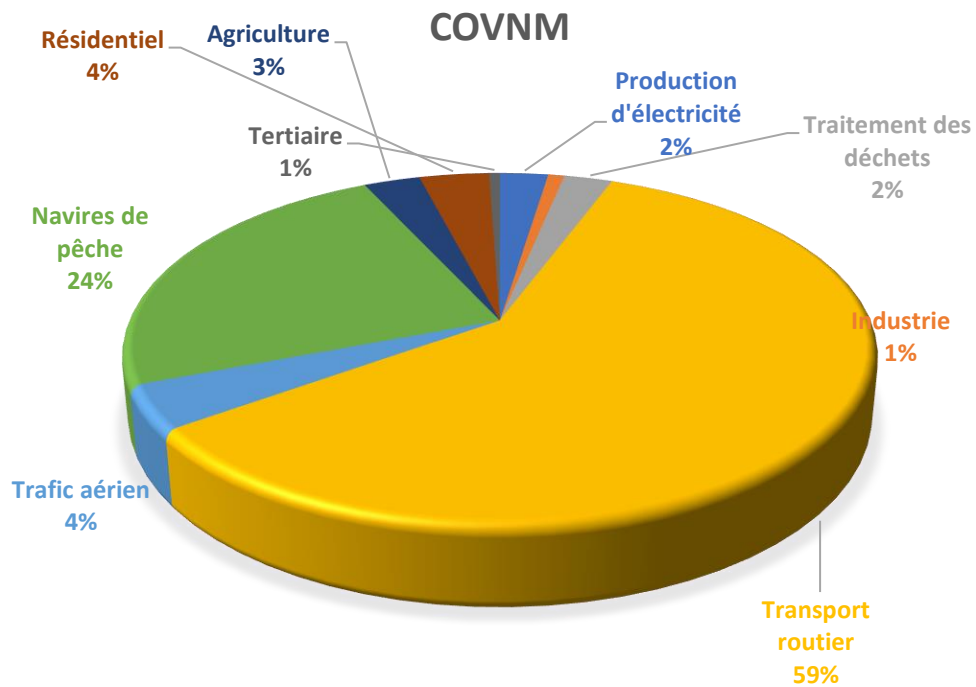
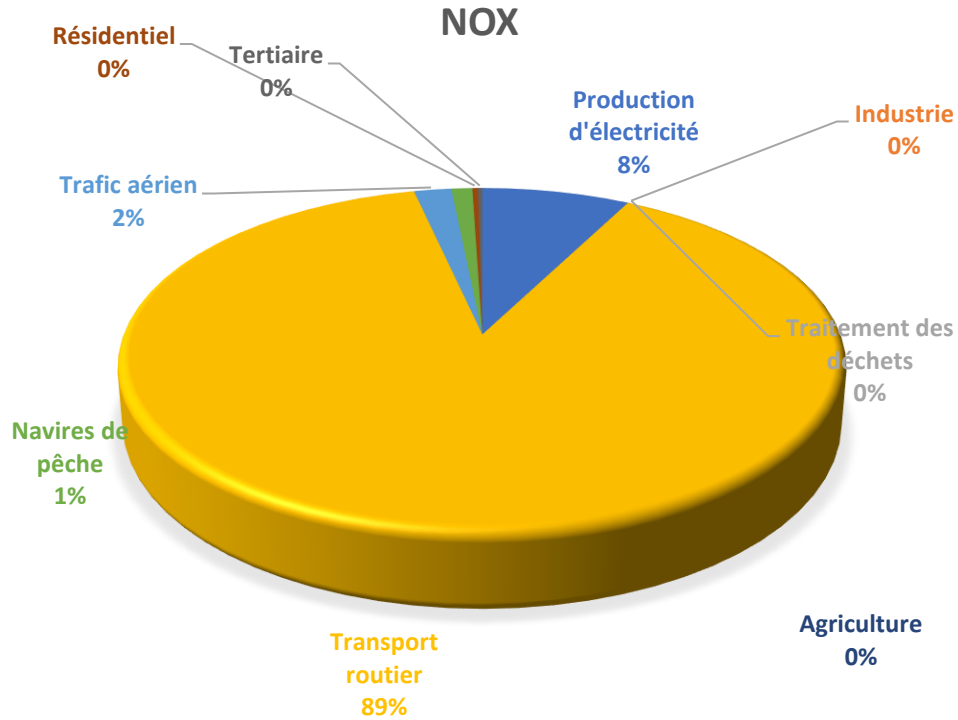
Secteurs d'activités	Données manquantes
<b>Transports maritimes</b>	Nombre de navires en escale dans le port
	Horaire de départ et d'arrivée
	Catégorie du navire
	Ports de provenance et de destination
	Lieu de stationnement dans l'enceinte du port (quai et/ou rade)
	Type de motorisation principale du navire ;
	Puissance de la motorisation principale
	Puissance de la motorisation auxiliaire
	Type et quantité de carburant utilisé
	Jauge brute du navire
	Durée de la phase de manœuvre
	Nombre de remorqueurs intervenants dans la manœuvre
	Vitesse en phase de croisière
	Localisation des quais d'escale
	Localisation des stationnements en rade
	Tracés des chenaux d'accès au port
Règlementation sur la vitesse dans l'enceinte du port et dans les chenaux d'accès	
Trajectoires d'approche des navires suivant leur provenance et destination	
<b>Carrière</b>	La consommation de carburant des engins mobiles non routiers et routiers
<b>Les chantiers et BTP</b>	La surface des chantiers (bâtiments et travaux publics) par commune et par an
	La consommation des engins utilisés
<b>Traitement des déchets</b>	Tonnage des déchets (solides et liquides) par commune
<b>Agriculture</b>	Quantité d'engrais minéraux et de pesticides utilisés par commune et par an
	La consommation des engins agricoles si cela existe
<b>Production d'électricité</b>	La consommation de carburant des centrales électriques
	La consommation d'électricité par résidence principale ou par commune,
	La consommation d'électricité du secteur tertiaire par commune et par an
<b>Biotique</b>	Densité foliaire de la biomasse (g/m <sup>2</sup> ) pour les émissions des COV biotiques-forêts et végétations
	Surface brûlées pour les émissions liées aux incendies de forêts
	Base de données Corine Land Cover
	Base de données Carto de l'IGN pour les émissions azotées liées aux prairies et forêts

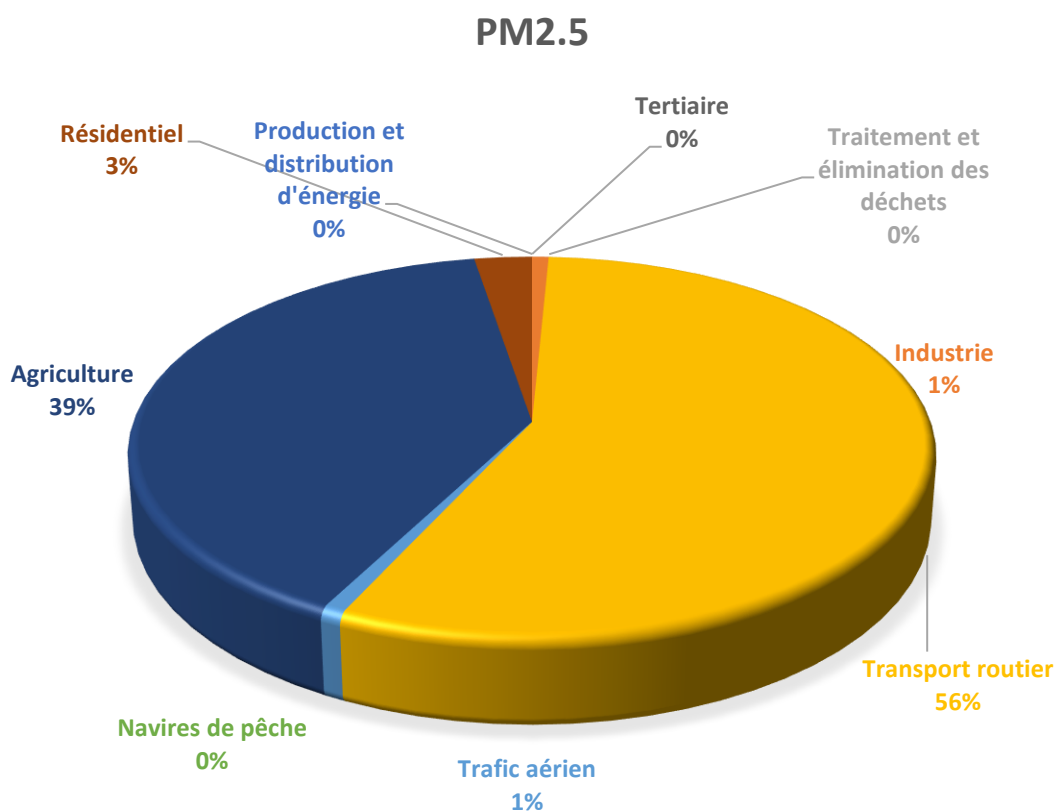
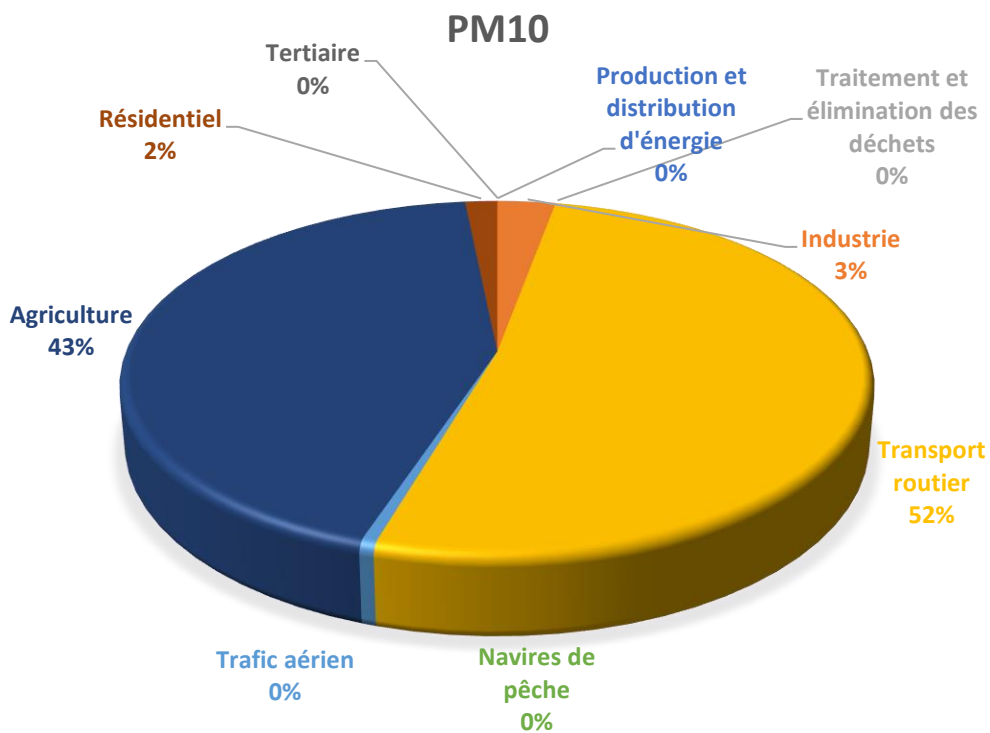
Tableau 30 : La liste des données manquantes et indispensables pour la spatialisation de l'inventaire



## Annexes

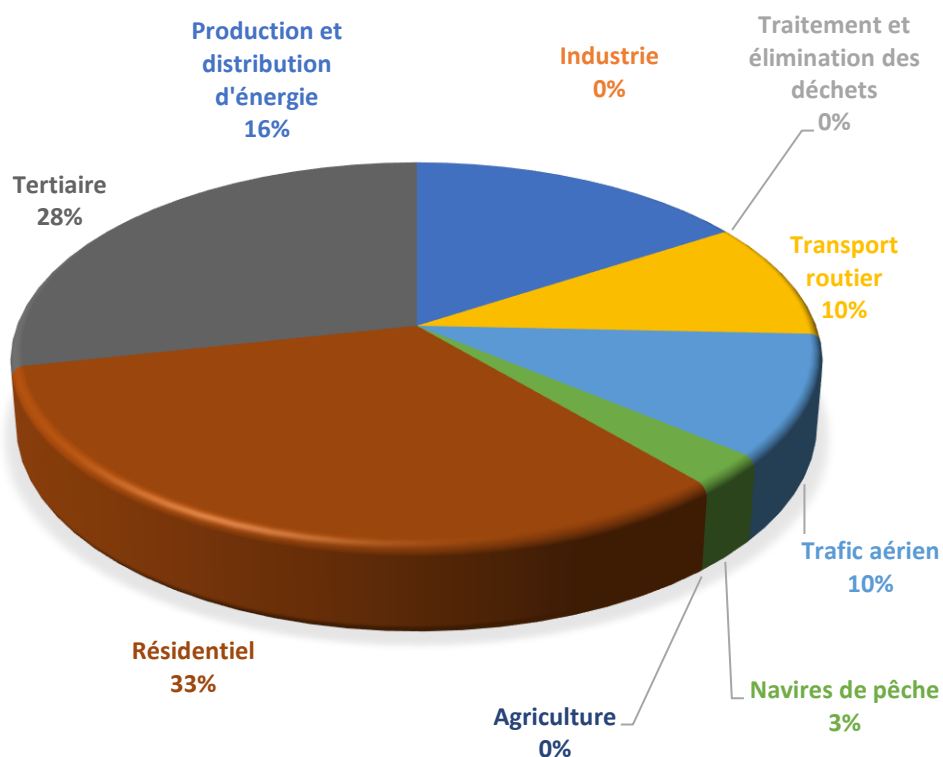
### Contribution des polluants et GES par secteur d'activité



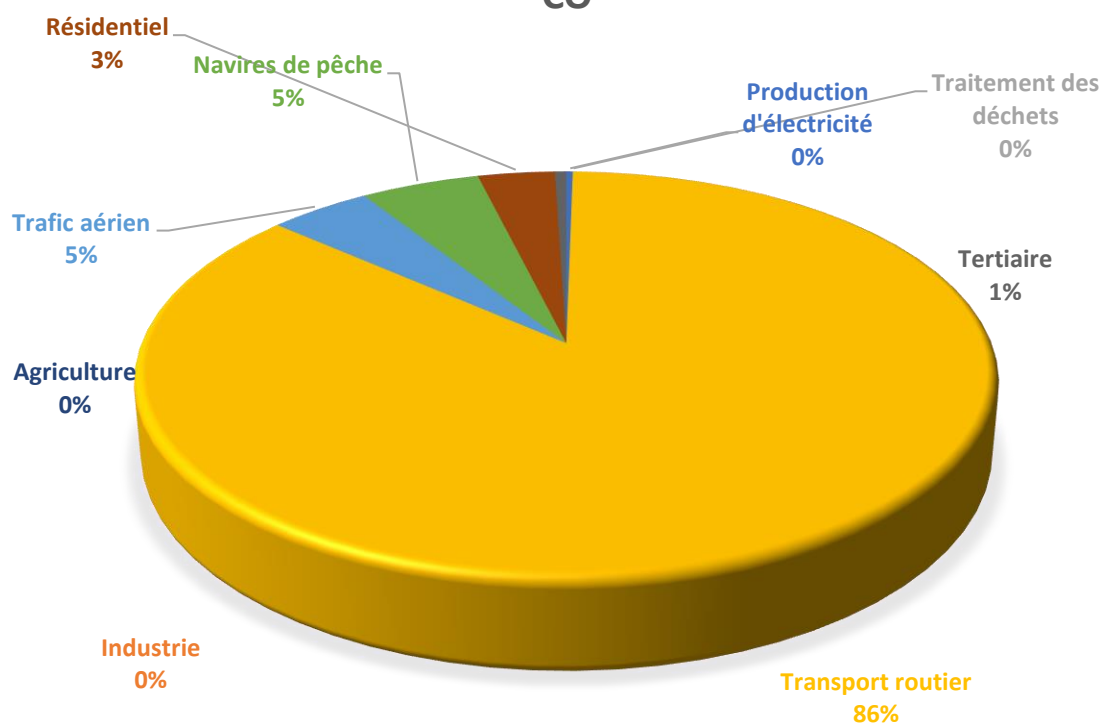




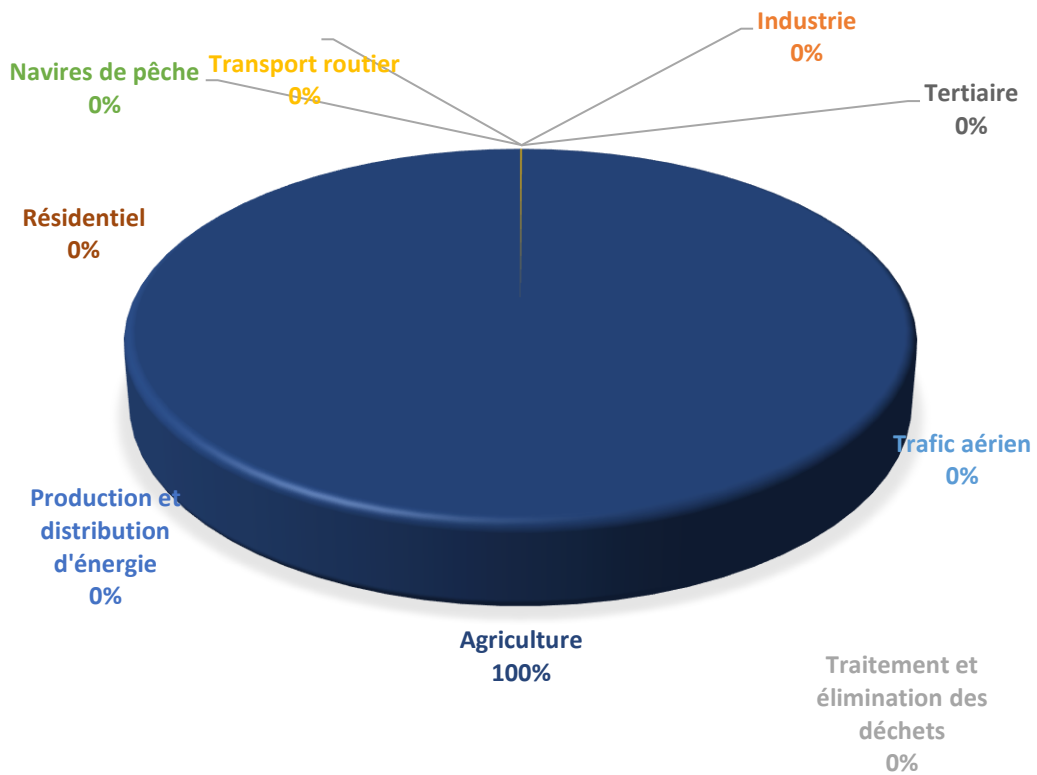
## SO2



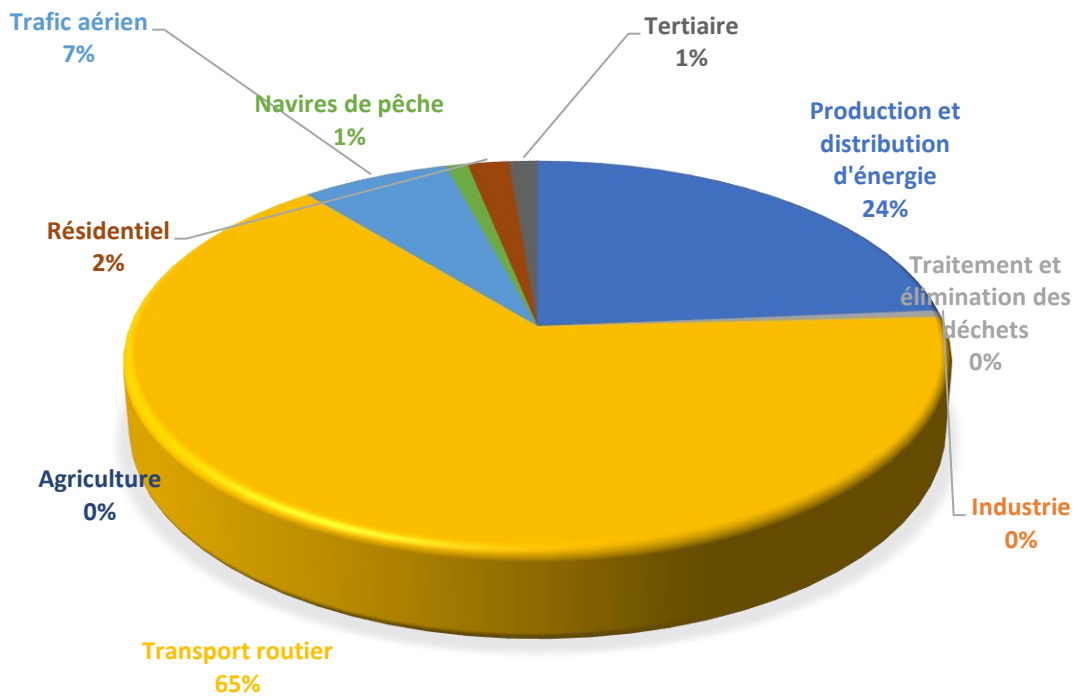
## CO

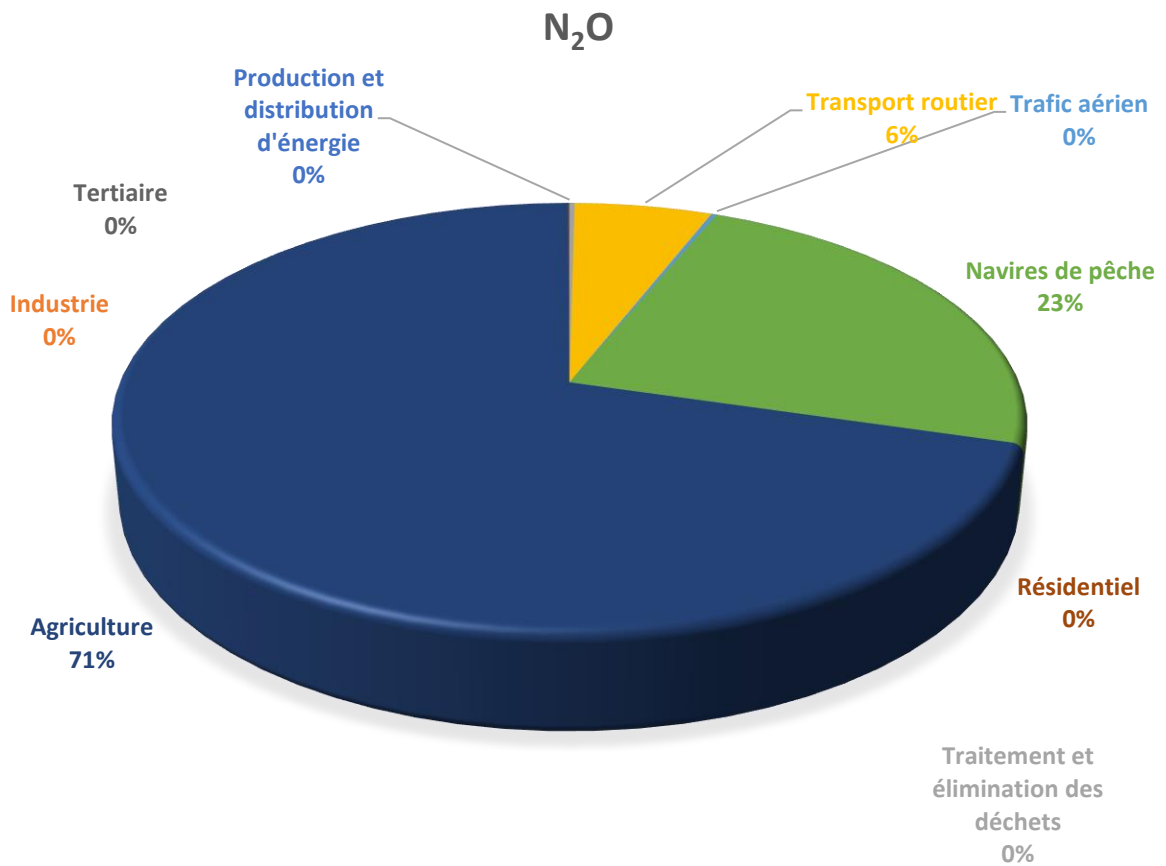
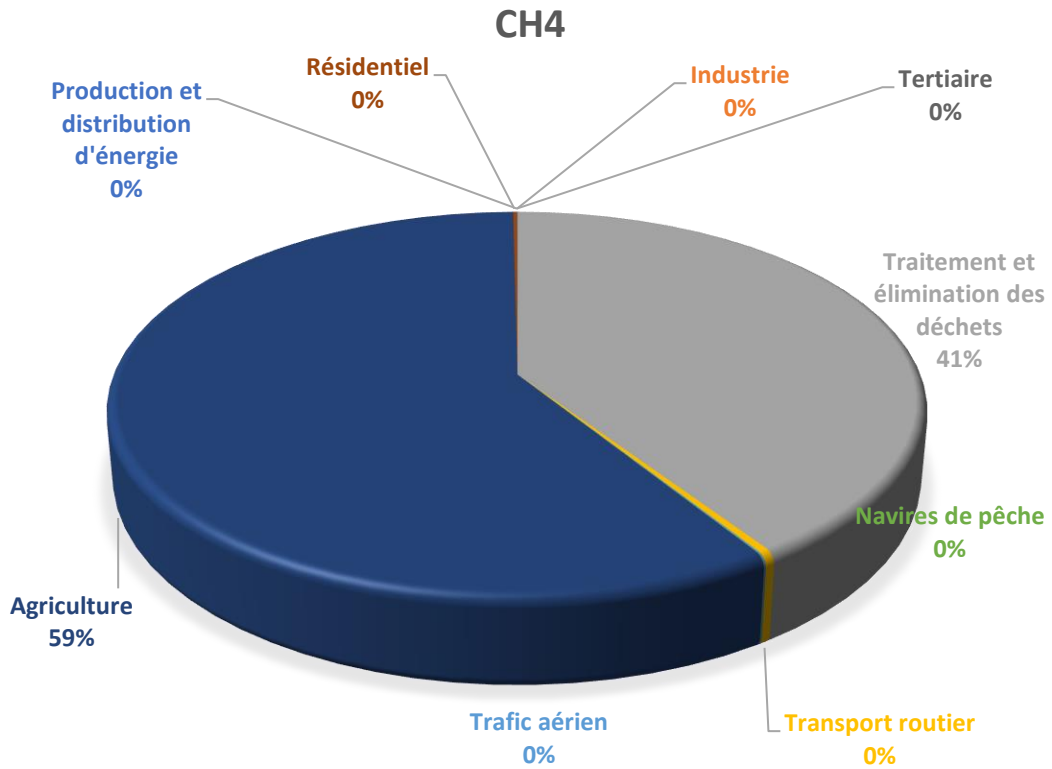


## NH3



## CO2





## Glossaire

AASQA : Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

ASPA :

BDREP : Base de Données du Registre des Emissions Polluantes

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

DAAF : La Direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt

DEAL : La Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

EDM : L'Electricité De Mayotte

EEA : Agence européenne pour l'environnement

EMEP : European Monitoring and Evaluation Programme

EMNR : Engins mobiles non routiers

ETPC : Entreprise de Travaux Publics et de Concassage

FE : Facteur d'Emission

GES : Gaz à Effet de Serre

GEREP : Gestion Électronique du Registre des Émissions Polluantes

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

IBS : Ingénierie Béton Système

ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement

IEDOM : Institut d'Emission des Départements d'Outre-Mer

IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques


INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

IPCC: Intergovernmental Panel On Climate Change

IREP : Registre français des Emissions Polluantes

ISDND : Installation de stockage des déchets non dangereux

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



LTO : Landing and Take Off

MRE : Mayotte Route Environnement

OMINEA : Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en

France – CITEPA

PCEAT : Plan Climat-Air Energie Territorial

PCIT : Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux

PDU : Plan de Déplacement Urbain

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

SIGMA : Société industrielle et gazière de Mayotte

SIH : Système d'Informations Halieutiques

SMAE : La Société Mahoraise des Eaux

SMAEAM : Syndicat Mixte d'Eau et d'Assainissement

SNAP : Selected Nomenclature for Air Pollution

SOMAGAZ : Société Mahoraise de Gaz

SRCAE : Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie

STEP : Boues de stations d'épuration urbaines

UAF&FA : Union des Aéroports Français & Francophones associés

UIOM : Unité d'incinération des ordures ménagères

TGAP : Taxes Générale sur les Activités Polluantes

## Bibliographie

Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques (polluants de l'air et gaz à effet de serre) version n°2 juin 2018,

Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France (OMINEA 18 ème édition, mars 2021),

Rapport annuel économique de l'Institut d'Emissions des Départements d'Outre-Mer (IEDOM) pour l'année 2020,

AGRESTE Mayotte, Memento Agricole 2018 (Statistique agricole : DAAF),

Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, volume 4 et 5,

EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated June 2010,

Bilan prévisionnel horizon 2040 (Mayotte, EDM),

Programme pluriannuelle de l'énergie de Mayotte (PPE) 2016-2018/2019-2023,

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

Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et du Protocole de Kyoto (CCNUCC, Avril 2021)

Etude de caractérisation des ordures ménagères résiduelles à Mayotte (ADEME 2018),

Calcul des émissions régionales spatialisées du secteur des traitements des déchets (Stéphane FRANCOIS (ATMO Franche-Comté) et Sabine MAZURAI (ASPA)),

Inventaire et analyse des carrières de Mayotte (BRGM 2014),

Organisation de la CRE sur la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) de Mayotte (Février 2020),

EMEP/EEA air pollutant emissions inventory guidebook 2019,

Les émissions gazeuses liées au trafic aérien en France en 2018 et 2019,

Rapport d'activité de l'Union des Aéroports Français & Francophones associés (2020),

Le secteur Français des pêches maritimes face à l'augmentation du prix du gasoil (juillet 2008),

Rapport d'activité du Parc National Marin de Mayotte 2018,

Situation de pêche à Mayotte en 2018,

Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR6 WGI 2021)

RETROUVER TOUTES  
NOS **PUBLICATIONS** SUR :  
[www.hawa-mayotte.fr](http://www.hawa-mayotte.fr)

Siège social :  
53 Résidence Espace Canopia, Les  
Hauts Vallons  
BP 61 Kawéni  
97600 MAMOUDZOU  
Tél. : 02 69 60 06 77  
[contact@hawa-mayotte.org](mailto:contact@hawa-mayotte.org)

**Hawa  
Mayotte** 

Observatoire de la Qualité  
de l'Air de Mayotte