

## EVALUATION INDICATIVE DES EMISSIONS DU CO<sub>2</sub> DES ACTIVITES DE L'AEROPORT DE KINSHASA/N'DJILI

Par

**John-Clay MUYA KISSE**

*Apprenant en Gestion de l'Environnement à la Faculté des Sciences, Université de Kinshasa  
Chef de Travaux à l'Institut Supérieur des Techniques Appliquées (ISTA/NDOLO)  
Cadre à la Régie des Voies Aériennes (RVA/SA)*

### Supervision et encadrement :

- Emmanuel BIEY MAKALY, Professeur Ordinaire
- René GIZANGA VALU, Professeur
- Camille NSIMANDA IPEY, Professeur Associé

### RESUME

*Depuis des décennies les impacts environnementaux des activités anthropiques tous azimuts, dont celles du transport, occasionnent un déséquilibre écosystémique sans appel. Par souci de retarder ou de ralentir le plus possible ces impacts, des efforts pour la pérennisation de l'équilibre environnemental sont menées et exigés de tous; les aéroports n'étant pas en reste. D'où l'évocation du développement durable.*

*Les sources de perturbation environnementales étant vastes, diverses et variées, la présente étude porte sur les émissions du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)<sup>1</sup> issues des activités aéroportuaires.*

*La présente étude porte sur l'aéroport de Kinshasa/N'djili durant la période précédant la pandémie de COVID 19.*

*L'approche privilégiée dans ce travail est la méthode analytique quantitative monocritère dont la principale force réside en ce qu'elle est la méthode utilisée pour les principales méthodes internationales de calcul des émissions de GES (ISO 14064-1, Bilan Carbone®, GHG Protocol). Le recours à l'analyse documentaire a servi également à la rédaction de ce travail.*

*L'évaluation du CO<sub>2</sub> menée dans cette étude, loin d'être par souci de comparaison avec d'autres aéroports grands aéroport du monde ou africains, se veut plus une interpellation à l'endroit de toutes les parties impliquées dans les activités aéroportuaires en RDC, principalement les gestionnaires d'aérodrome ; nous sommes aussi pollueurs de l'environnement<sup>2</sup>, par conséquent, nous sommes également appelés à agir, au-delà des engagements, pour un développement durable.*

**Mots-clés:** *Dioxyde de Carbone (CO<sub>2</sub>), Gaz à effet de serre (GES), aéroport, émissions, évaluation, développement durable*

---

<sup>1</sup> Le protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques du 11 décembre 1997.

<sup>2</sup> BINZANGI K., Séminaire d'introduction générale à l'étude de l'environnement, DESS, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, UNIKIN, 2017, inédit

## ABSTRACT

*For decades the environmental impacts of anthropogenic activities all-round, including transport, irrevocably cause ecosystem imbalance. For the sake of delaying or slowing down these impacts, efforts to sustain environmental balance are carried out and required from all; Airports are not left out. Hence the evocation of sustainable development.*

*The environmental disruption sources being large, various and varied, this study focuses on carbon dioxide emissions (CO<sub>2</sub>) from airport activities.*

*This study focuses on Kinshasa/N'djili airport during the period preceding the COVID 19 pandemic.*

*The preferred approach in this work is the single-criterion quantitative analytical method, the main strength of which lies in the fact that it is the method used for the main international methods for calculating GHG emissions (ISO 14064-1, Balance Carbon®, GHG Protocol). The use of documentary analysis was also used to draft this work.*

*The evaluation of the CO<sub>2</sub> through this study, far from being for the sake of comparison with other major airports in the world or in Africa, is intended more as an awareness raising or questioning to all parties involved in airport activities in the Democratic Republic of Congo, mainly aerodrome managers; We are also polluters of the environment, therefore, we are also called to act, beyond commitments, for sustainable development.*

**Keywords:** Carbon Dioxyde (CO<sub>2</sub>), Greenhouse Gaz (GHG), airport, emissions, evaluation, sustainable development

## INTRODUCTION

Les aéroports<sup>3 4</sup> sont conçus pour que des avions puissent atterrir et décoller, que le fret et les passagers puissent embarquer et débarquer. Par leur développement, les aéroports constituent à l'heure actuelle des âtres d'un réseau de transport mondial et le carrefour où s'opère le transfert (de millions) de passagers et de tonnes de marchandises entre les modes de voyage aérien et terrestre<sup>5</sup>.

Appelés à répondre aux exigences de la croissance de l'industrie de l'aviation civile dont le taux d'expansion annuelle est estimé à 3% (Mackinnon, 2004 dans Ouédraogo, 2012), les aéroports se développent suivant le trafic réel ou projeté. Cependant, en marge de l'aspect économique, des questions environnementales se posent et mettent un bémol à ce besoin pressant de

---

<sup>3</sup> COT P., *Les aéroports*, Paris, Presses Universitaires de France, 1963, 128p.

<sup>4</sup> Loi N°10/014 du 31 décembre 2010 relative à l'aviation civile.

<sup>5</sup> R. OUEDRAOGO, *Aéroports et développement durable : perceptions et pratiques*, université du Québec, Montréal, novembre 2013.

croissance. Entre autres questions, il y a celle des émissions<sup>6</sup> des gaz à effet de serre, notamment du CO<sub>2</sub><sup>7</sup>.

Selon les évaluations du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le changement climatique (GIEC) réalisées en 1992, à l'échelle planétaire, l'aviation contribue au réchauffement climatique par l'émission du CO<sub>2</sub> à hauteur de 2% des émissions mondiales, soit 13% de celles liées aux activités de transport dans le monde.

Ainsi, dans le cadre du développement durable<sup>8</sup>, des administrations aéroportuaires de par le monde mettent en œuvre des initiatives visant à réduire les impacts environnementaux de leurs activités<sup>9</sup>. Afin d'éveiller la conscience environnementale<sup>10</sup> des personnes impliquées dans les activités aéroportuaires, la présente étude se fixe le but de produire, à titre indicatif, une évaluation des émissions de CO<sub>2</sub> suivant une cartographie de ses sources à l'Aéroport international de Kinshasa/N'djili.

Cela dit, la question environnementale serait encore au stade embryonnaire dans le chef des exploitants dudit aéroport, alors que la République Démocratique du Congo s'est engagée sur la voie du développement durable<sup>11</sup> en insérant l'exigence environnementale dans sa Constitution du 18 février 2006, entre autres dans les articles 53, 123, etc.

Considérant l'aéroport de Kinshasa/N'djili, le plus prestigieux de la RD Congo, l'étude sur ses émissions de CO<sub>2</sub> permettront de corroborer ou d'infirmer notre hypothèse.

De façon spécifique, l'objectif poursuivi est l'évaluation indicative des émissions de CO<sub>2</sub> par l'aéroport de Kinshasa/N'djili de 2018 à 2019, deux années précédant le marasme économique dû au COVID-19.

## 1. MILIEU D'ETUDE

L'aéroport de N'djili est l'un des 53 aéroports gérés par la Régie des Voies Aériennes (RVA SA). Il fonctionne 24h/24). Son point de référence a comme coordonnées géodésiques (04°23'13.79039''S ; 15°26'32.08531''E), selon le

---

<sup>6</sup> KALAMBAY, *Droit de l'environnement*, UNIKIN, Inédit, 2017

<sup>7</sup> TANGOU Tabou Thierry, *Chimie de l'environnement : Pollutions et nuisances*, Editions Presses Universitaires de Kinshasa, Kinshasa, 2016.

<sup>8</sup> BISAILLON V., *Commerce équitable et développement durable : le cas d'une organisation de producteurs de café au Mexique*, Montréal, Université du Québec, 2008.

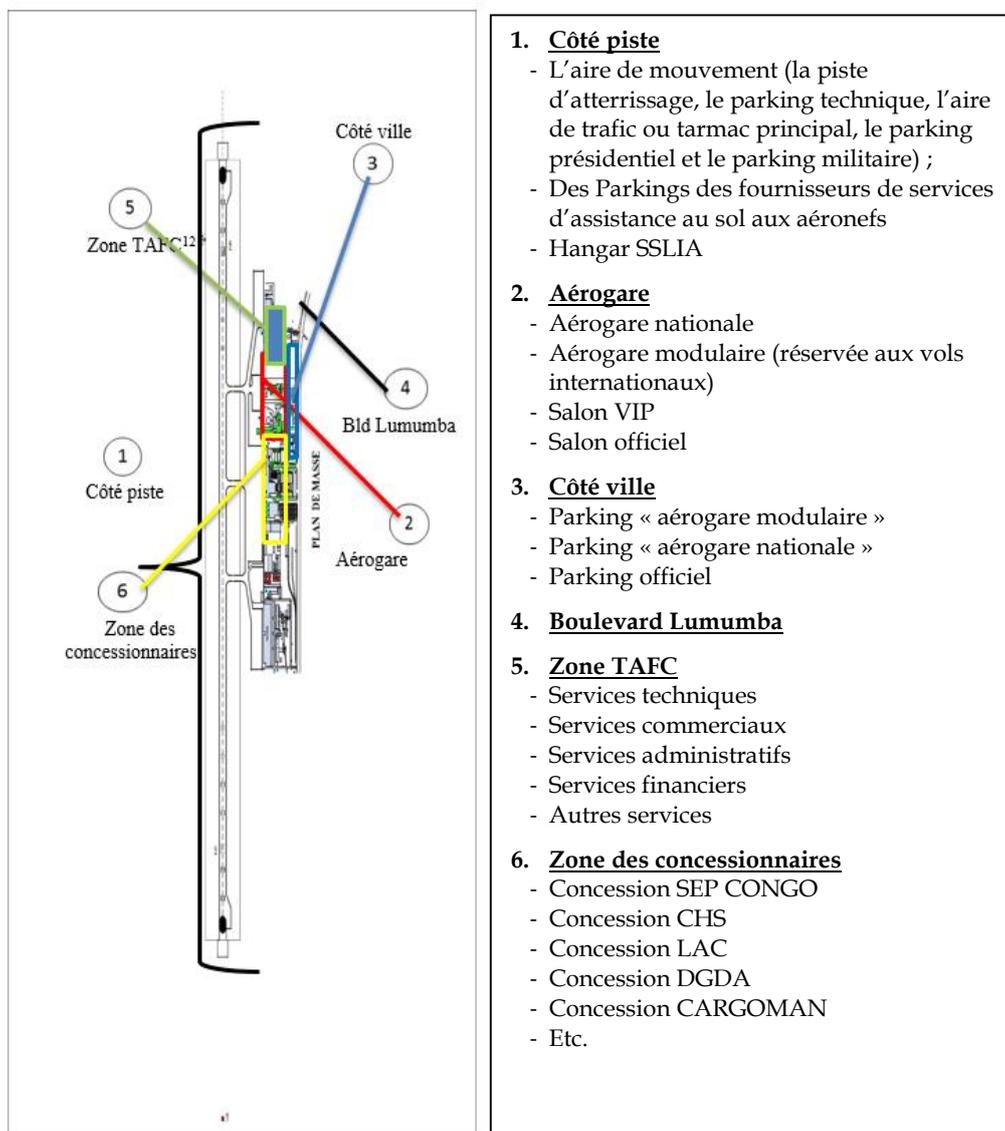
<sup>9</sup> ACI, *Manuel de politiques et des pratiques recommandées*, septième édition, Genève, novembre 2010, 156 p.

<sup>10</sup> Daly H., *Toward some operational principles of sustainable development*, New York, Columbia Press, 1990, 535p.

<sup>11</sup> GENDRON et REVERET, « Le développement durable », *Economies et Sociétés*, Série F, n° 37 : 111-124, 2000.

système géodésique mondial 1984 (WGS-84). Et sa température de référence d'aérodrome est de 27,5°C.

### 1.1 Description



Source : RVA (2019)

Figure 1 : Plan de masse de l'aéroport de N'djili.

<sup>12</sup> Zone TAFC abréviation créée intentionnellement pour l'économie d'espace pour indiquer la zone technique, administrative, financière et commerciale

## 1.2 Mouvement du trafic aérien de l'aéroport International de N'djili de 2018-2019

### 1.2.1 Trafic d'aéronefs

Tableau 1 : Mouvement d'aéronefs de 2018-2019

Mouvement d'aéronefs						
ANNEE 2018						
ARRIVEES			DEPARTS			Total général
Domestique	International	Total 1	Domestique	International	Total 2	
6 412	3 798	10 210	6 314	3 895	10 209	20 419
ANNEE 2019						
ARRIVEES			DEPARTS			Total général
Domest.	Intern.	Total 1	Domest.	Intern.	Total 2	
4 633	3 812	8 445	4 663	3 776	8 439	16 884

Source : RVA/Division Transport aérien (2022)

### 1.2.2 Trafic passagers

Tableau 2 : Mouvement des passagers de 2018-2019

Mouvement passagers						
ANNEE 2018						
Débarqués			Embarqués			Total général
Domest	Inter	Total 1	Domest	Intern.	Total 2	
199 775	250 867	450 642	206 912	268 340	475 252	925 894
ANNEE 2019						
Débarqués			Embarqués			Total général
Domest.	Intern.	Total 1	Domest.	Intern.	Total 2	
190 309	307 909	498 218	210 108	314 010	524 118	1 022 336

Source : RVA/Division Transport aérien (2022)

### 1.2.3 Trafic fret

Tableau 3 : Mouvement du fret de 2018-2019

Mouvement fret						
ANNEE 2018						
Fret (kg)						Total
Débarqués			Embarqués			
Domest	Inter	Total 1	Domest	Inter	Total 2	
7 493 475	20 296 421	27 789 896	32 410 177	5 456 949	37 867 126	65 657 022
ANNEE 2019						
Fret (kg)						Total
Débarqués			Embarqués			
Domest.	Intern.	Total 1	Domest.	Intern.	Total 2	
5 949 157	19 341 929	25 291 086	29 693 534	6 004 813	35 698 347	60 989 433

Source : RVA/Division Transport aérien (2022)

## 2. MATERIELS ET METHODES

### 2.1 Matériels

- Les outils ci-après ont été utilisés pour la réalisation de cette étude :
- Document de gestion de carburant : Appelé, selon le service concerné, Fiche, cahier, livre ou carnet de gestion de carburant, ce document renseigne quotidiennement sur la gestion du stock de carburant (entrées et sortie). Cet outil a permis l'évaluation de la quantité de carburant consommée par source d'émission de CO<sub>2</sub> ;
  - Le tableau de classification des sources d'émissions des GES de l'ACI ;
  - La table des coefficients de conversion des volumes apparents en volumes à 15°C<sup>13</sup> ;
  - Un tableau indicatif de l'énergie contenue dans les combustibles<sup>14</sup> ;
  - Un tableau du contenu énergétique et point de congélation de quelques carburants d'aviation<sup>15</sup> ;
  - Un tableau indicatif de la quantité de CO<sub>2</sub> émis par les combustibles en brûlant ;
  - Un tableau représentant les phases du cycle LTO, durée et régime moteur associés ;
  - Des fiches de progressions de vol (strips) ;
  - Tableau de Facteurs d'émissions d'un LTO par aéronef ;
  - Moyenne journalière de mouvements d'aéronefs à l'aéroport de N'djili ;
  - Le répertoire des types d'aéronefs exploitant l'aéroport international de Kinshasa/N'djili de 2014 à 2019 ;
  - La liste des compagnies aériennes et leurs compagnies d'assistance au sol respectives.

### 2.2 Méthodologie du travail

#### 2.2.1 Méthodes<sup>16</sup> et techniques

Considérant que le CO<sub>2</sub> représente en général plus de 95% de GES émis par les aéroports<sup>17</sup>, le choix est porté sur l'inventaire de niveau 1, c'est-à-dire seul le CO<sub>2</sub> est le GES retenu.

Il importe de souligner que ne sont pas prises en compte les émissions de CO<sub>2</sub> par évaporation lors du stockage, transport, chargement et avitaillement). Il est à noter que le calcul des émissions des GES se fait par l'évaluation de la quantité de gaz rejetée dans l'atmosphère, et non leur concentration dans l'air<sup>18</sup>.

<sup>13</sup> [www.econologie.com/volume\\_masse\\_carburant.pdf](http://www.econologie.com/volume_masse_carburant.pdf), consultée le 07 juin 2019.

<sup>14</sup> [www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-lenergie](http://www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-lenergie), consultée le 19 mars 2019.

<sup>15</sup> [www.services.totalenergies.fr](http://www.services.totalenergies.fr), jet A-1, consulté le 30 juin 2022.

<sup>16</sup> Baumard et Ibert, [hal.archives-ouvertes.fr/hal-03218200](http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03218200)/Chapitre 4. Quelles approches avec quelles données ?, 1998, consulté le 22 juillet 2022.

<sup>17</sup> [www.aci.aero](http://www.aci.aero), Guide sur la gestion des émissions de gaz à effet de serre liées aux aéroports, Comité permanent Environnement de l'ACI, 1ère édition, novembre 2009, consulté le 20 juillet 2019.

<sup>18</sup> DÉCISION (UE) No 529/2013 du parlement européen et du conseil du 21 mai 2013 relative aux règles comptables concernant les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre

Eu égard à ce qui précède, l'approche adoptée dans ce travail est la méthode analytique quantitative monocritère. Sa principale force réside en ce qu'elle la méthode utilisée pour les principales méthodes internationales de calcul des émissions de GES (ISO 14064-1, Bilan Carbone®, GHG Protocol). Cependant, cette méthode ne permet pas d'évaluer d'autres impacts environnementaux tels que la pollution.

Dans l'approche, le processus ci-après a été utilisé :

- Identification des sources locales d'émission de GES (CO<sub>2</sub>) ;
- Classification de ces sources ;
- Evaluation de la quantité de CO<sub>2</sub> émise par chaque source ;
- Estimation de l'impact environnemental du CO<sub>2</sub> émis ;
- Proposition des actions correctrices de mitigation

#### **2.2.1.1 Collecte des données**

Parmi ces données figurent des données internes dont les rapports mensuels et annuels, les règles et procédures opérationnelles de l'aéroport, autres documents de la RVA (statuts, manuel d'aérodrome, ...), etc.

Quant aux informations externes, il y a des ouvrages, des thèses et mémoires, des notes de cours, bibliothèques, des revues de presse, des sites web d'organismes publics ou internationaux, d'organismes gouvernementaux, de certains aéroports, etc.

#### **2.2.1.2 Traitement des données**

Faisant suite à la collecte des données, ce traitement a consisté à catégoriser les données afin de répondre à l'objectif poursuivi, l'inventaire des émissions du CO<sub>2</sub><sup>19</sup> de l'aéroport de Kinshasa/N'djili.

#### **2.2.1.3 L'interprétation des données**

Le traitement des données disponibles a permis d'identifier les sources réelles et potentielles d'émission de CO<sub>2</sub> de l'aéroport de N'djili, d'évaluer la quantité annuelle émise de ce GES, et d'entrevoir les moyens de mitigation possibles<sup>20</sup>.

### **3. RESULTAT**

Le résultat de notre étude porte sur les sources d'émission identifiées à l'aéroport de N'djili, la quantité de GES (CO<sub>2</sub>) émis annuellement en se basant sur la méthode d'évaluation des émissions d'aéroport<sup>21</sup>.

---

résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie et aux informations concernant les actions liées à ces activités.

<sup>19</sup> Guide méthodologique de calcul de bilan des émissions de GES - FNAME - 2012

<sup>20</sup> Robert, A.D. et Bouillaguet A., *L'analyse de contenu*, Collection « Que sais-je ? », P.U.F, Paris, 1997.

<sup>21</sup> [www.aciaero](http://www.aciaero), op. cit.

### 3.1 Résultats par sources d'émissions

#### 3.1.1 Champs d'application 1 : source dont l'aéroport est propriétaire ou qu'il contrôle

##### 3.1.1.1 Parc de véhicules

Il s'agit des véhicules dont l'aéroport est propriétaire (ou qu'il loue) pour le transport du personnel, les véhicules de servitude et les machines utilisées côté piste et côté ville.

D'après les informations recueillies auprès du service charroi automobile de l'aéroport de N'djili, la consommation moyenne est de ± 22.000 litres de gazole par mois.

Considérant une température ambiante moyenne journalière de 27,5° à l'aéroport de Kinshasa<sup>22</sup>, l'équivalence  $V$  à 15°C =  $V.A \times k$  (avec :  $V$  à 15°C : volume du liquide à 15°C dans l'atmosphère standard<sup>23</sup>,  $V.A$  : volume apparent du liquide à la température réelle,  $k$  : coefficient de correction), qu'une tonne de gazole produit 11600 kWh<sup>24</sup>, le parc des véhicules appartenant à l'aéroport de N'djili produit mensuellement environ :

$$E_{\text{Parc de véhicules}} = 688,4484 \text{ t CO}_2/\text{an} \cong 689 \text{ t CO}_2/\text{an}$$

##### 3.1.1.2 Energie de secours

Comme source d'énergie électrique de redondance, l'aéroport de N'djili recourt exclusivement à l'énergie fossile, notamment au gazole<sup>25</sup>, pour le fonctionnement de ces groupes électrogènes. Les irrégularités et autres perturbations du réseau de la SNEL (instabilité de la tension, délestage, panne, etc) portent mensuellement la consommation du gazole à ± 11.000 litres.

Cette consommation mensuelle du gazole étant pratiquement la moitié de la consommation du parc des véhicules appartenant à l'aéroport<sup>26</sup>, nous pouvons déduire que les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux groupes électrogènes équivalent à :

$$E_{\text{Energie de secours}} = 344,2242 \text{ t CO}_2/\text{an} \cong 344 \text{ t CO}_2/\text{an}$$

De ce qui précède, la consommation moyenne en électricité de l'aéroport de N'djili étant d'environ 671.000 kWh<sup>27</sup>, nous pouvons retenir que la production de l'électricité par l'énergie fossile, le gazole, représente 15,8%.

<sup>22</sup> Manuel d'aérodrome de l'aéroport international de Kinshasa/N'djili, 2<sup>ème</sup> édition, 2018, p.36

<sup>23</sup> [www.cnes-edu.org](http://www.cnes-edu.org), caractéristiques de l'atmosphère moyenne et mécanique du vol, consulté le 18 avril 2020.

<sup>24</sup> [www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-l-energie](http://www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-l-energie), op.cit.

<sup>25</sup> Gazole=gasoil=diesel, carburant pour moteur Diesel. Le mot « gasoil » dont est dérivé gazole vient de l'anglais. Ne pas confondre avec « gazoline », qui est un mot anglais qui signifie « essence ».

<sup>26</sup> Voir le point 3.1.1.1.

<sup>27</sup> Source : Service Energie de l'Aéroport de Kinshasa/N'djili.

### 3.1.1.3 *Entraînement à la lutte contre l'incendie*

Les équipements et véhicules utilisant du carburant au cours de cet entraînement sont pris en compte dans la comptabilité du carburant du parc automobile de l'exploitant d'aéroport ; ne sont donc pris en compte que les matériaux pour la production du feu.

D'après les informations recueillies auprès du Service de Sauvetage et de Lutte contre l'Incendie d'Aviation (SSLIA) de l'Aéroport International de N'djili, l'entraînement de lutte contre un incendie d'avion se fait une fois tous les deux ans.

Pour produire un feu de grande ampleur, ces services utilisent comme combustibles 400 litres de gazole et 30 pneus usés de différentes dimensions, afin de garantir leur durabilité dans le temps avant extinction. On y ajoute aussi quelques tissus dont on ne tient pas compte de la qualité des matériaux constitutifs, seulement sa capacité à prendre feu. La structure à embraser peut être une épave d'aéronef ou autre structure aménagée à cette fin.

Considérant que les pneus retenus appartiennent à la catégorie des véhicules légers, d'après les études menées par « Aliapur »<sup>28</sup> :

110 kg de pneus VL<sup>29</sup> brûlés émettent 174 kg CO<sub>2</sub>

240 kg de ces pneus produiront donc :

$$E_p = \frac{174}{110} * 240 \text{ kgCO}_2 = 379,6 \text{ kgCO}_2 = 0,3796 \text{ tCO}_2$$

Concernant la quantité de combustibles utilisés ses émissions sont estimées à:  $E_{\text{gazole}} = 1042,9 \text{ kg CO}_2 = 1,0429 \text{ t CO}_2/2 \text{ ans}$

Donc,  $E_{\text{Entraînement à la lutte contre l'incendie}} = 0,71125 \text{ t CO}_2/\text{an} \approx 1 \text{ t CO}_2/\text{an}$

Remarque : ignorant la qualité et la quantité des tissus alimentant le feu, cette donnée est ignorée dans le calcul ; toutefois le résultat trouvé est de façon délibérée arrondi à l'unité.

### 3.1.2 *Champs d'application 3 : autres activités et sources liées à l'aéroport*

#### 3.1.2.1 *Sources contre lesquelles l'exploitant d'aéroport peut agir*

##### 3.1.2.1.1 *Moteurs principaux des aéronefs*

Il s'agit uniquement des émissions liées à la consommation lors cycle LTO (ou CAD). Le calcul d'émissions des GES est calculé sur base de la consommation de fuel sur chaque phase de vol en fonctions du temps dans la couche atmosphérique comprise entre 0 et 3 000 ft (915 m) : roulage, décollage, montée ou approche<sup>30</sup>.

<sup>28</sup> [www.aliapur.fr](http://www.aliapur.fr): pneus usagers comme combustible alternatif, consulté le 18 avril 2020.

<sup>29</sup> Pneus VL : pneus pour véhicules légers contrairement au Pneus PL destinés aux véhicules Poids Lourds.

<sup>30</sup> [www.anucsa.fr](http://www.anucsa.fr), Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer à leur impact sur la qualité de l'air locale, juillet 2016, consulté le 20 août 2021.

L'évaluation de la consommation du carburant réalisée par catégorie d'aéronef en fonction du régime moteur<sup>31</sup> a produit le tableau 4 ci-après :

**Tableau 4 : Evaluation de la consommation du carburant réalisée par catégorie d'aéronef en fonction du régime moteur**

Type	Consommation de carburant (kg/LTO/aéronef)	Nombre de cycles LTO quotidien	Consommation quotidienne en kg	Consommation annuelle (360j) en kg
	$C_{si}$	$N_i$	$C_{qi} = C_{si} * n_i$	$C_{ai} = C_{qi} * 360$
A319	730	1	365	131400
A320	770	9	3465	1247400
A321	960	4	1920	691200
A332	2230	2	2230	802800
A333	2230	1	1115	401400
A359	2560**	1	1280	460800
AN26	200**	3	300	108000
AN72	760**	2	760	273600
B727	1460	6	4380	1576800
B733	780	5	1950	702000
B737	780	4	1560	561600
B738	880	7	3080	1108800
B739	880	1	440	158400
B744	3240	1	1620	583200
B772	2560	1	1280	460800
B788	2560**	1	1280	460800
CL60	330**	1	165	59400
CRJ2	330**	1	165	59400
D228	70**	1	35	12600
DC8	1700	1	850	306000
DHC8	200	2	200	72000
E135	310**	2	310	111600
E145	310	1	155	55800
E190	330**	2	330	118800
HS125	340**	1	170	61200
<b>Consommation annuelle totale</b>			<b><math>C_a = \sum_i^n C_{ai}</math></b>	10585800

\* : source : OACI, doc.9889

\*\* : la valeur considérée est celle d'un aéronef type comparable

$C_{si}$  : Consommation de carburant en kg/LTO/aéronef

$n_i$  : Nombre de cycles LTO quotidien

$C_{qi}$  : Consommation quotidienne en kg

$C_{ai}$  : Consommation annuelle par type d'avion en kg

$C_a$  : Consommation annuelle totale

Il découle du tableau ci-dessus que la quantité de CO<sub>2</sub> émise de :

$$E_{\text{cycle LTO}} = 33916,9032 \cong 33917 \text{ t CO}_2$$

<sup>31</sup> STAC, Guide de calcul des émissions dues aux aéronefs, Mai 2015, 28 p.

### 3.1.2.1.2 Groupe auxiliaire de puissance (GAP)<sup>32</sup>

Les émissions annuelles des CO<sub>2</sub> indicatives des GAP à l'aéroport de Kinshasa/N'djili sont évaluées et présentées sur le tableau suivant :

**Tableau 5 : Emissions indicatives annuelles des GAP à FZAA**

	Emissions de CO <sub>2</sub> de /GAP par cycle LTO/ catégorie d'avion en kg*	Nombre d'avions par catégorie	Emission annuelle moyenne de CO <sub>2</sub> par catégorie d'avion en kg
	E <sub>ico2</sub>	N <sub>i</sub>	$E_{ico2}/an=(E_{ico2}) * N_i * 360$
Court/moyen-courriers	252	19	1.723.680
Long-courriers	945	6	2.041.200
<b>EGAP</b>			<b>3.764.880</b>

\*source : [www.acnusa.fr](http://www.acnusa.fr)

Donc, les émissions annuelles de CO<sub>2</sub> des GAP sont de :

$$E_{GAP} = 3.764,88 \text{ t CO}_2 \cong 3.765 \text{ t CO}_2$$

### 3.1.2.1.3 Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire

Il s'agit des véhicules circulant côté ville dont l'exploitant d'aéroport n'est pas propriétaire, et qui circulent sur les terrains de l'aéroport (véhicules sur le parking extérieur à l'aéroport).

Les données recueillies auprès du « service parking de l'aéroport de N'djili » révèlent une moyenne mensuelle de 10269; soit une moyenne de 342 véhicules par jour.

En vue d'évaluer, à titre indicatif, les émissions des GES, faute de données disponibles, il est considéré que :

- 100% de véhicules sont des SUV diesel ±neufs ; en effet, la majorité de voyageurs sont ou appartiennent à des familles d'une certaine classe qui utilisent ce type de véhicules, quoiqu'une autre catégorie de voyageurs non négligeable opte pour des voitures à essence personnelles ou en location.
- La distance moyenne entre le lieu de provenance des voyageurs et l'aéroport est de 25 km<sup>33</sup> ;
- La consommation moyenne d'un SUV est de 10 litres/100 km<sup>34</sup> ;
- Tous ces véhicules utilisent la climatisation majorant ainsi la consommation de 20% en moyenne ;
- Tous ses véhicules seront confrontés à l'embouteillage, majorant de 50% la consommation du carburant<sup>35</sup>.

<sup>32</sup> Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère des APU, CITEPA, 2007.

<sup>33</sup> Distance arbitraire correspondant à la distance entre l'aéroport de N'djili et le centre-ville (grand-poste).

<sup>34</sup> [www.ademe.fr/consommations-carburant-emissions-co2-vehicules-particuliers-neufs-vendus-france](http://www.ademe.fr/consommations-carburant-emissions-co2-vehicules-particuliers-neufs-vendus-france), édition 2009, consulté le 07 aout 2019.

<sup>35</sup> Idem.

L'activité de l'aéroport (voyage par avion) ayant suscité le déplacement du véhicule transportant le voyageur vers l'aéroport, ses émissions de GES aller-retour sont inhérentes aux activités aéroportuaires.

De ce qui précède, sur 50 km :

- un SUV consomme en moyenne 8,5 litres de gazole ;
- et la consommation moyenne des véhicules côté-ville sera de 10269 véhicules x 8,5 l/véhicule = 87286,5 l de gazole/mois = 1047438 l/an

Par similitude au point 3.1.1.1, la quantité de CO<sub>2</sub> émise sera :

$$\begin{aligned} \text{i) Poids}_{\text{gazole}} &= (\text{Volume}_{\text{gazole}} * k) * D_{15^{\circ}\text{C}} \\ &= (1047438 * 0,98972) * 0,838 \\ &= 868,737 \text{ t} \end{aligned}$$

ii) Quantité de GES émise ; nous savons que :

- 1 t<sub>gazole</sub> produit 11600 kWh (1)
- 1 kWh produit par gazole émet 0,271 kg CO<sub>2</sub> (2)

De (1) et (2), 1t<sub>gazole</sub> émet 3,1436 t CO<sub>2</sub>

D'où 868,737 t<sub>gazole</sub> auront émis sur une période d'une année :

$$E_{\text{gazole}} = 868,737 \text{ t CO}_2 = 868,737 * 11600 * 0,000271 = \pm 2731 \text{ t CO}_2$$

$$E_{\text{Trafic routier côté ville}} = 2731 \text{ t CO}_2$$

#### 3.1.2.1.4 Matériel de service au sol (GSE)

Il s'agit du GSE appartenant à des locataires ou des entrepreneurs et servant à la manutention et à l'entretien des aéronefs au sol, si l'aéroport est en mesure de leur fournir des carburants de remplacement ou d'agir d'une quelconque autre manière sur leur fonctionnement.

Du fait de la particularité de chaque compagnie d'assistance, nous avons récolté des données de manière spécifique auprès des compagnies disponibles à nous en fournir. Ainsi, le tableau 6 ci-dessous présente la consommation mensuelle par compagnie d'assistance « côté piste » sur le GSE :

**Tableau 6 : Consommation mensuelle par compagnie d'assistance « côté piste »**

	Compagnies	Consommation mensuelle du gazole
1	AIR KASAI	450 l
2	ATS	8500 l
3	CARGOMAN	2200 l
4	CHS (NAS)	5200 l
5	CONGO AIRWAYS	4000 l
6	GAS	2800 l
7	GOMAIR	700 l
8	SERVE AIR	2400 l
9	TRANS AIR CARGO	850 l
	<b>TOTAL</b>	<b>26250 l</b>

Sources : Différents services d'escapes ci-dessus consultés à l'aéroport de N'djili (septembre 2019)

$$\begin{aligned} \text{Poids du gazole} &= V \text{ à } 15^\circ \text{ C} \times \text{densité à } 15^\circ \text{ C} \\ &= 26.250 \text{ l} \times 0,838 \\ &= 21.997,5 \text{ kg} \\ &= 21,9975 \text{ t} \\ &= 22 \text{ t} \end{aligned}$$

Considérant qu'une tonne de gazole produit 11600 kWh<sup>36</sup>, les GSE à l'aéroport de N'djili produisent mensuellement environ :

$$\begin{aligned} \text{Production parc de véhicules} &= 22 \text{ t} \times 11600 \text{ kWh/t} \\ &= 255.200 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Considérant qu'1 kWh produit par la combustion de gazole émet 0,271 kg de CO<sub>2</sub> (source ADEME)

$$\begin{aligned} \text{Emission de CO}_2 \text{ due aux GSE} &: 255200 \text{ kWh} \times 0,271 \text{ kg de CO}_2/\text{kWh} \\ &= 69159,2 \text{ kg CO}_2 \text{ par mois} \\ &= 69,1592 \text{ t CO}_2 \text{ par mois} \\ &= (69,1592 \times 12) \text{ t CO}_2 \text{ par an} \\ &= 829,9104 \text{ t CO}_2 \text{ par an} \end{aligned}$$

$$\text{Ainsi, } E_{\text{GSE}} = 829,9104 \text{ t CO}_2/\text{an} \cong 830 \text{ t CO}_2/\text{an}$$

### 3.1.2.2 Sources contre lesquelles un exploitant d'aéroport ne peut agir

L'exploitant d'aéroport ne pouvant agir sur ces sources d'émissions de GES, quoique concernant des moteurs principaux des aéronefs, GSE, le trafic routier, etc., et en l'absence des données primaires et secondaires, ce point n'est pas traité dans ce travail.

## 3.2 Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> à l'aéroport de N'djili

### 3.2.1 Synthèse de l'inventaire des émissions

**Tableau 7 : Synthèse de l'inventaire des émissions de CO<sub>2</sub> de l'aéroport de N'djili**

Champ d'application 1 : Source dont l'aéroport est propriétaire ou qu'il contrôle	
Source	Emissions de CO <sub>2</sub> (en tCO <sub>2</sub> par an)
1. Parc de véhicules	689
2. Energie de secours	344
3. Entraînement à la lutte contre l'incendie	1
Champ d'applications 2 et 3 : Production d'électricité hors aéroport	
Source	Emissions de CO <sub>2</sub> (en tCO <sub>2</sub> par an)
Champ d'application 3 : autres activités et sources liées à l'aéroport	
Champ d'application 3A: Sources du champ d'application 3 contre lesquelles un exploitant d'aéroport peut agir.	
Source	Description
4. Moteurs principaux des aéronefs	33.917
5. Groupe auxiliaire de puissance (GAP)	3.765
6. Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire	2731
7. Matériel de service au sol (GSE)	830

<sup>36</sup> [www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-lenergie\\_op.cit](http://www.cea.fr/memento-du-CEA-sur-lenergie_op.cit)

**Tableau 8 : Pourcentage de la répartition des émissions de CO<sub>2</sub>**

Source	Emissions totales évaluées (en tCO <sub>2</sub> par an)	Emissions de CO <sub>2</sub> par source (en tCO <sub>2</sub> par an)	Emissions de CO <sub>2</sub> par source (en %)
	$E_t$	$E_i$	$E_{i\%} = 100 * E_i / E_t$
1. Parc de véhicules	42.277	689	1,630
2. Energie de secours	"	344	0,814
3. Entraînement à la lutte contre l'incendie	"	1	0,002
4. Moteurs principaux des aéronefs	"	33.917	80,226
5. Groupe auxiliaire de puissance (GAP)	"	3.765	8,906
6. Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire	"	2731	6,460
7. Matériel de service au sol (GSE)	"	830	1,963

#### 4. DISCUSSION

Le principal impact environnemental des émissions de CO<sub>2</sub> à l'aéroport de N'djili, comme partout ailleurs dans le monde, est le réchauffement climatique; quoique faible ou insignifiant, comparativement aux émissions mondiales, l'aéroport de N'djili n'apporte pas moins sa contribution dans le réchauffement climatique mondial.

Toutefois, il convient de rappeler que ce réchauffement n'est pas local, mais global malgré que les effets ressentis et perçus sont inégalement répartis sur la surface terrestre : élévation du niveau des océans par la fonte des glaciers, sécheresse, inondations, perturbations de l'amplitude et fréquence des intempéries, migrations climatiques, perturbations saisonnières<sup>37</sup>...

Ces effets ont également des conséquences économiques et sociales : aggravation de la pauvreté, chocs économiques, conflits et insécurité, etc.

##### 4.1 Les actions de mitigations des émissions du CO<sub>2</sub>

Des résultats obtenus, il se dégage que l'aéroport de Kinshasa/N'djili émet plus de 40.000 tonnes de CO<sub>2</sub> annuellement dont 80% émanent des moteurs d'aéronefs, 9% des GAP, 6% au trafic routier/côté ville, 2% du matériel de service au sol et 2 % également au parc de véhicules du gestionnaire d'aéroport

Les mesures d'atténuation consistent à :

- Mener des actions de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> ;
- S'adapter au changement climatique par de nouvelles technologies
- Mener des actions de compensation.

Pour être efficaces et effectives, ces mitigations sont à prendre de manière intégrée :

<sup>37</sup> GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques

#### *4.1.1 Sur le plan réglementaire*

La loi N°11/009 du 09 Juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement, qui tire sa source de l'article 123, point 15 de la Constitution de la RDC, stipule en son article 3 : « *L'environnement congolais fait partie du patrimoine commun de la nation sur lequel l'Etat exerce sa souveraineté permanente. Sa gestion et sa protection sont d'intérêt général. Elles sont soumises au respect du principe de développement durable.*

*L'Etat, la province et l'entité territoriale décentralisée ainsi que toute personne physique ou morale publique ou privée ont le devoir de le protéger et de participer à l'amélioration de sa qualité. »*

Par cette disposition légale, l'Aéroport de N'djili, ou mieux la RVA SA, a le devoir de lutter contre l'augmentation des émissions de GES en général, de CO<sub>2</sub> en particulier.

En outre, cette disposition légale généralise le principe de développement durable sur toute activité exercée sur le territoire national. Ainsi, considérant ledit article, la mission de développement des aéroports évoquée à l'article 2 des statuts de la RVA, est appelé à revêtir un caractère tridimensionnel : économique-environnemental-social<sup>38</sup>.

Toutefois, s'il existe des règlements aéronautiques nationaux (RACD) relatifs aux émissions de CO<sub>2</sub> pour les aéronefs, il est souhaitable que ceux relatifs aux émissions des aéroports soient élaborés et publiés pour mieux orienter les gestionnaires des aéroports et aérodromes ; mais cela ne dédouane pas les gestionnaires des aéroports et aérodromes de leur responsabilité en matière environnementale.

#### *4.1.2 Sur le plan opérationnel et technique*

En s'inspirant du « Guide sur la Gestion des Émissions de Gaz à Effet de Serre Liées aux Aéroports »<sup>39</sup>, l'atténuation à mener à l'Aéroport international de Kinshasa/N'djili est spécifique à chaque source d'émission de CO<sub>2</sub> identifiée suivant le tableau 9 ci-après :

---

<sup>38</sup> GIDDINGS et al., « Environnement, économie et société : les intégrer dans le développement durable », 10, 2002, 187-196

<sup>39</sup> [www.aci.aero](http://www.aci.aero), *op.cit*

Tableau 9 : Actions de mitigations des impacts environnementaux

Source	Mitigation
1. Parc de véhicules	Former des conducteurs à l'« écoconduite » (techniques de conduite permettant d'économiser du carburant) ; et mettre en œuvre d'une politique interdisant la marche au ralenti en veillant à la faire respecter
2. Energie de secours	Recourir à l'énergie renouvelable, comme l'énergie éolienne, l'énergie solaire et la biomasse. Financer le reboisement des espaces comme activité compensatrice
	Concevoir, construire ou réaménager de bâtiments pour en faire des bâtiments écoénergétiques « intelligents », en utilisant les technologies modernes dont l'éclairage à diodes Electroluminescentes (LED), la production d'énergie électrique par la récupération de chaleur, etc.
3. Moteurs principaux des aéronefs	Améliorer la configuration des voies de circulation au sol vers les aéronefs, des aérogares et des pistes pour réduire les distances et l'encombrement au sol et dans les aérogares
4. Groupe auxiliaire de puissance (GAP)	
	Gérer les départs en faisant attendre notamment les aéronefs aux postes d'embarquement
	Gérer les arrivées en attribuant aux aéronefs, dans la mesure du possible, immédiatement, après l'atterrissage, leur poste de débarquement.
	Équiper les entrées des aérogares (et veiller à l'utilisation) de groupes fixes d'alimentation en courant électrique, avec systèmes d'air préconditionné (PCA), pour ravitailler les aéronefs, sans qu'ils aient besoin de maintenir allumés leurs GAP
	Travailler de concert avec les services de gestion du trafic aérien (ATM) afin d'améliorer les procédures de départ et d'arrivée, et en particulier avec les intervenants pour examiner l'intérêt de tels changements et les compromis nécessaires connexes.
5. Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire	Constituer des groupes de travail avec les partenaires commerciaux pour échanger les meilleures pratiques et partager les responsabilités à assumer pour réduire les émissions de carbone.
6. Matériel de service au sol (GSE)	
<b>Champ d'application 1 : Source dont l'aéroport est propriétaire ou qu'il contrôle</b>	
7. Parc de véhicules	Former des conducteurs à l'« écoconduite » (techniques de conduite permettant d'économiser du carburant) ; et mettre en œuvre d'une politique interdisant la marche au ralenti en veillant à la faire respecter
8. Energie de secours	Recourir à l'énergie renouvelable, comme l'énergie éolienne, l'énergie solaire et la biomasse. Financer le reboisement des espaces comme activité compensatrice
	Concevoir, construire ou réaménager de bâtiments pour en faire des bâtiments écoénergétiques « intelligents », en utilisant les technologies modernes dont l'éclairage à diodes Electroluminescentes (LED), la production d'énergie électrique par la récupération de chaleur, etc.

Source	Mitigation
<b>Champ d'applications 2 et 3 : Production d'électricité hors aéroport</b>	
<b>Champ d'application 3 : autres activités et sources liées à l'aéroport</b>	
<b>Champ d'application 3A: Sources du champ d'application 3 contre lesquelles un exploitant d'aéroport peut agir.</b>	
<b>9 et 10. Moteurs principaux des aéronefs et Groupe auxiliaire de puissance (GAP)</b>	Améliorer la configuration des voies de circulation au sol vers les aéronefs, des aérogares et des pistes pour réduire les distances et l'encombrement au sol et dans les aérogares.
	Gérer les départs en faisant attendre notamment les aéronefs aux postes d'embarquement
	Gérer les arrivées en attribuant aux aéronefs, dans la mesure du possible, immédiatement, après l'atterrissage, leur poste de débarquement.
	Équiper les entrées des aérogares (et veiller à l'utilisation) de groupes fixes d'alimentation en courant électrique, avec systèmes d'air préconditionné (PCA), pour ravitailler les aéronefs, sans qu'ils aient besoin de maintenir allumés leurs GAP
	Travailler de concert avec les services de gestion du trafic aérien (ATM) afin d'améliorer les procédures de départ et d'arrivée, et en particulier avec les intervenants pour examiner l'intérêt de tels changements et les compromis nécessaires connexes.
<b>11. Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire</b>	Constituer des groupes de travail avec les partenaires commerciaux pour échanger les meilleures pratiques et partager les responsabilités à assumer pour réduire les émissions de carbone.
<b>12. Trafic de véhicules côté piste</b>	Idem
<b>13. Matériel de service au sol (GSE)</b>	Constituer des groupes de travail avec les partenaires commerciaux pour échanger les meilleures pratiques et partager les responsabilités à assumer pour réduire les émissions de carbone.
<b>Champ d'application 3B : Sources du champ d'application 3 contre lesquelles un exploitant d'aéroport ne peut pas agir</b>	
<b>14. Moteurs principaux des aéronefs</b>	Constituer des groupes de travail avec les partenaires commerciaux pour échanger les meilleures pratiques et partager les responsabilités à assumer pour réduire les émissions de carbone.
<b>15. Matériel de servitude au sol (GSE)</b>	Idem
<b>16. Trafic routier côté ville/véhicules d'accès à la zone aéroportuaire</b>	Idem
<b>17. Electricité et autres sources d'énergie externes</b>	Idem
<b>18. Entretien des aéronefs et des moteurs</b>	Idem

## CONCLUSION

Grâce à la méthode analytique quantitative monocritère, appuyée par une technique d'inventaire élaborée par l'ACI, une évaluation des émissions de CO<sub>2</sub> des activités aéroportuaires de Kinshasa/N'djili est réalisée. Toutefois, cette méthode présente quelques limites dont l'impossibilité d'évaluer la pollution causée par les gaz émis.

L'analyse des entretiens menés avec différents intervenants dans le site aéroportuaire (compagnies aériennes, handlers, cadres et agents de la RVA, etc.) a conclu à l'ignorance, ou la connaissance superficielle, sur les impacts environnementaux des activités aéroportuaires. Cela est d'autant plus illustré par l'absence dans la structure organisationnelle de l'aéroport de N'djili de la fonction « environnement ».

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ACI, *Manuel de politiques et des pratiques recommandées*, septième édition, Genève, novembre 2010, 156 p.
2. BAUMARD et IBERT, [hal.archives-ouvertes.fr/hal-03218200/Chapitre 4](http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03218200/Chapitre_4). Quelles approches avec quelles données ?, 1998, consulté le 22 juillet 2022.
3. BINZANGI K., *Séminaire d'introduction générale à l'étude de l'environnement*, DESS, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, UNIKIN, 2017, inédit.
4. BISAILLON V., *Commerce équitable et développement durable : le cas d'une organisation de producteurs de café au Mexique*, Montréal, Université du Québec, 2008.
5. Constitution de la République Démocratique du Congo telle que modifiée par la loi n°11/002 du 20 janvier 2011 portant révision de certains articles de la Constitution de la RDC du 18 février 2006, in *JORDC*, 52<sup>ème</sup> année, numéro spécial, Kinshasa, 5 février 2011.
6. COT P., *Les aéroports*, Paris, Presses Universitaires de France, 1963, 128p.
7. DALY H, *Toward some operational principles of sustainable development*, New York, Columbia Press, 1990, 535p.
8. DÉCISION (UE) No 529/2013 du parlement européen et du conseil du 21 mai 2013 relative aux règles comptables concernant les émissions et les absorptions de gaz à effet de serre résultant des activités liées à l'utilisation des terres, au changement d'affectation des terres et à la foresterie et aux informations concernant les actions liées à ces activités
9. GENDRON et REVERET, « Le développement durable », *Economies et Sociétés*, Série F, n° 37 : 111-124, 2000.
10. GIDDINGS et al., « Environnement, économie et société : les intégrer dans le développement durable », 10, 2002.
11. GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques.
12. Guide méthodologique de calcul de bilan des émissions de GES - FNAM - 2012
13. Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère des APU, CITEPA, 2007.
14. KALAMBAY, *Droit de l'environnement*, UNIKIN, Inédit, 2017.
15. LAPIKA D., *Cours d'Ecologie humaine*, Université de Kinshasa, Novembre, 2015.
16. Le protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques du 11 décembre 1997.
17. Le Rapport Brundtland, *Notre avenir à tous*, 1987.
18. Loi N°10/014 du 31 décembre 2010 relative à l'aviation civile.
19. Loi N°11/009 du 09 Juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement.

20. Manuel d'aérodrome de l'aéroport international de Kinshasa/N'djili, 2<sup>ème</sup> édition, 2018.
21. OUEDRAOGO R., *Aéroports et développement durable : perceptions et pratiques*, université du Québec, Montréal, novembre 2013.
22. ROBERT, A.D. et BOUILLAGUET A., *L'analyse de contenu*, Collection « Que sais-je ? », P.U.F, Paris, 1997.
23. STAC, *Guide de calcul des émissions dues aux aéronefs*, Mai 2015, 28 p.
24. Stern Review Report on the Economics of Climate Change de 2006.
25. Tangou Tabou Thierry, *Chimie de l'environnement : Pollutions et nuisances*, Editions Presses Universitaires de Kinshasa, Kinshasa 2016.
26. [www.aci.aero](http://www.aci.aero) : Guide sur la Gestion des Émissions de Gaz à Effet de Serre Liées aux Aéroports, Comité permanent Environnement de l'ACI, 1<sup>ère</sup> édition, novembre 2009, consulté le 28 avril 2020.
27. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)/consommations-carburant-emissions-co2-vehicules-particuliers-neufs-vendus-france, édition 2009, consulté le 07 aout 2019
28. [www.aeroportsdeparis.fr](http://www.aeroportsdeparis.fr)/gestion\_des\_gaz\_a\_effets\_de\_serre\_au\_sein\_d\_aeroport\_de\_paris consulté le 12 décembre 2018.
29. [www.aliapur.fr](http://www.aliapur.fr): pneus usagers comme combustible alternatif, consulté le 18 avril 2020.
30. [www.anucsa.fr](http://www.anucsa.fr), Guide méthodologique à destination des aéroports pour évaluer à leur impact sur la qualité de l'air locale, juillet 2016.
31. [www.bilans-ges.ademe.fr](http://www.bilans-ges.ademe.fr) consulté le 11 juillet 2019.
32. [www.cea.fr](http://www.cea.fr)/mémento du CEA sur l'énergie, consultée le 19 mars 2019
33. [www.cnes-edu.org](http://www.cnes-edu.org), caractéristiques de l'atmosphère moyenne et mécanique du vol, consulté le 18 avril 2020.
34. [www.econologie.com](http://www.econologie.com) /volume\_masse\_carburant.pdf consultée le 07 juin 2019.
35. [www.services.totalenergies.fr](http://www.services.totalenergies.fr), jet A-1, consulté le 30 juin 2022.