



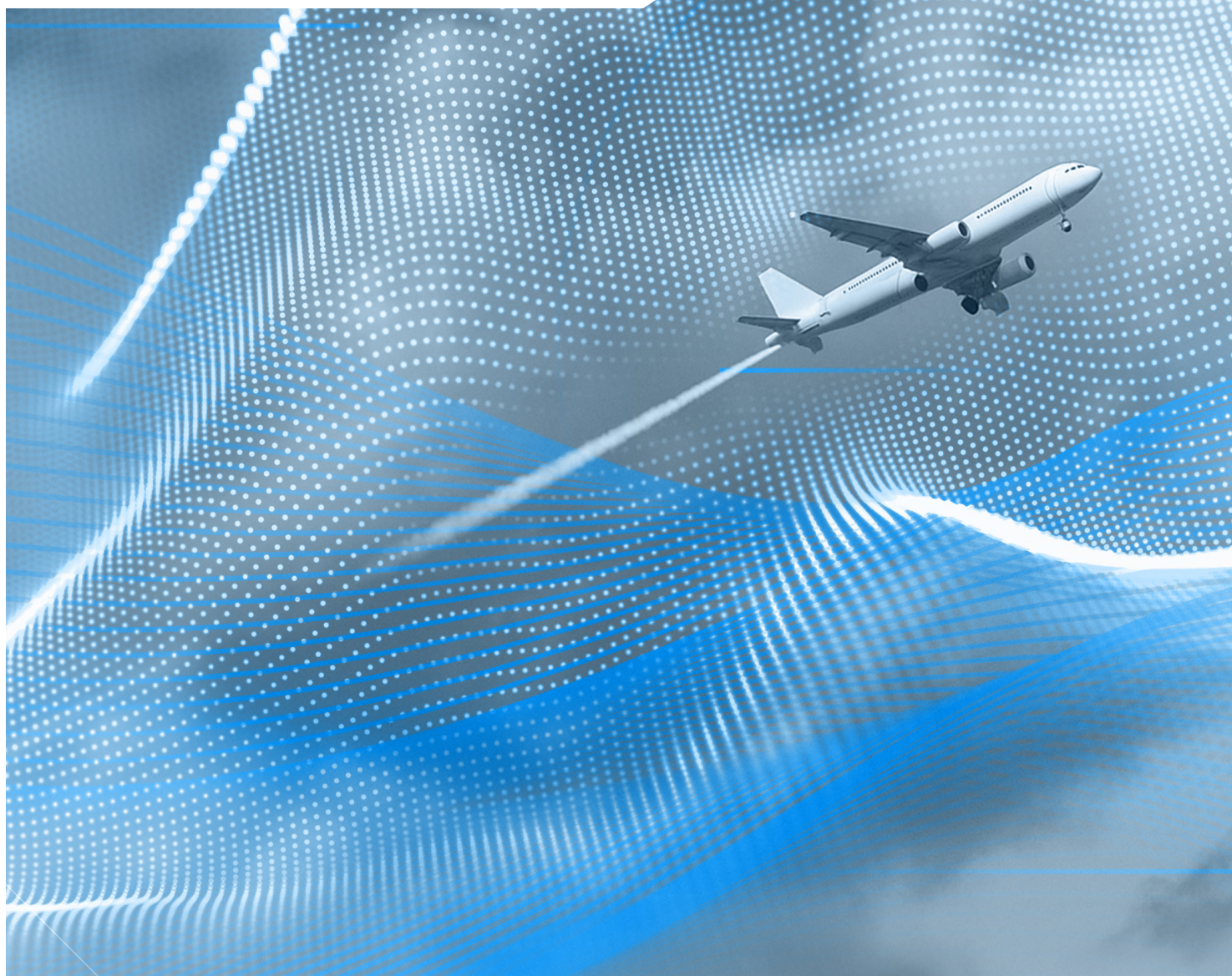
**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



direction
générale
de l'Aviation
civile

LES ÉMISSIONS GAZEUSES liées au trafic aérien en France en **2024**



Emissions de CO₂ liées au trafic aérien en France en 2024

Ce bilan présente les émissions de CO₂ pendant la phase combustion des vols touchant la France (métropole et Outre-mer) pour l'année 2024 et leur évolution depuis 2000, évaluées avec le calculateur TARMAAC. Il est conçu pour offrir une vision synthétique des tendances nationales. Ce bilan 2024 s'inscrit ainsi dans une démarche d'amélioration continue, intégrant notamment la problématique d'incorporation des carburants d'aviation durable (SAF en anglais) et la notion d'émission nette, tenant justement compte des SAF. Par le passé, des résultats détaillés par aéroport ont été diffusés à titre expérimental, dans un contexte marqué par la sortie de la crise sanitaire du COVID-19. En outre, ce qui a été gagné en qualité statistique au niveau national, notamment en intégrant les SAF, est difficilement généralisable au niveau de chaque aéroport. Aussi ces données par aéroport ne sont-elles plus disponibles.

1. Emissions du trafic aérien

Selon les évaluations TARMAAC, les émissions de CO₂ fossile du transport aérien commercial (vols passagers et cargo) en France ont été de 22,1 millions de tonnes (Mt) en 2024, en hausse de 4% par rapport à 2023.

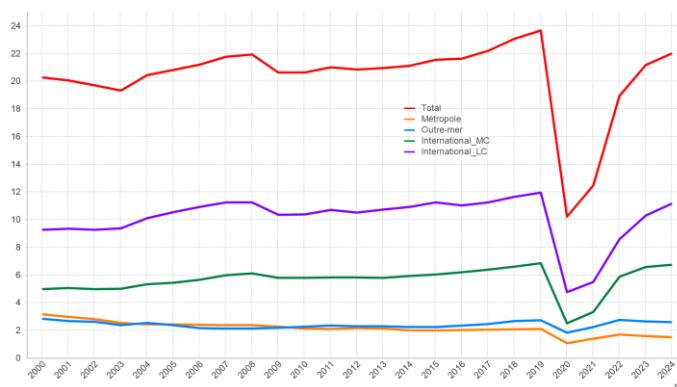
Avec 4,1 Mt en 2024, La part du transport intérieur dans les émissions de CO₂ (19%) inclut une composante importante liée à la desserte de l'Outre-mer (2,6 Mt). Les émissions de CO₂ en 2024 du trafic intérieur métropole (1,5 Mt) sont en décroissance par rapport à 2023 (-4%).

Les émissions du transport aérien international (17,9 Mt de CO₂), qui en 2024 ont représenté 81% du total France, sont en augmentation par rapport à 2023 (+6%) mais restent inférieures à celles de 2019 (-5%).

Notes :

- la biomasse utilisée pour produire les Carburant d'aviation durable (SAF) correspond à un cycle court du carbone. Aussi, les émissions de CO₂ associées aux SAF (1,1 % en masse des ventes en métropole en 2024) sont rapportées hors bilan.
- les émissions du trafic non commercial, estimées par TARMAAC de 2 à 5% du total selon les années, sont rapportées séparément.

Figures 1 et 2 : Emissions nettes de CO₂ du transport commercial en France, en millions de tonnes



Emission CO ₂ France (Mt)	2000	2010	2019	2020	2022	2023	2024
Emission CO ₂ SAF (hors bilan)	0	0	0	0	0,10	0,16	0,22
Emission CO ₂ non commercial	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5
Emission CO₂ fossile commercial	20,3	20,7	23,7	10,2	19,0	21,2	22,1
Dont Intérieur métropole	3,2	2,2	2,1	1,1	1,7	1,6	1,5
Dont Métropole/OM et OM/OM	2,9	2,3	2,7	1,8	2,8	2,7	2,6
Dont International Moyen courrier	5,0	5,8	6,9	2,5	5,9	6,6	6,7
Dont International Long courrier	9,3	10,4	12,0	4,8	8,6	10,3	11,2

Source DGAC/DTA/SDE, calcul TARMAAC

2. Emissions unitaires du trafic commercial

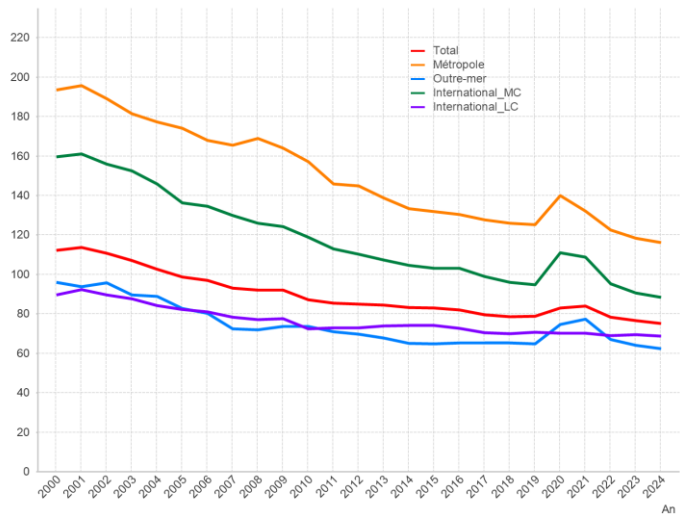
Les valeurs des émissions par unité de trafic PeqKT (passager-équivalent-kilomètre-transporté), sont obtenues en divisant les émissions des vols commerciaux par le chargement (passagers+fret+poste avec l'équivalence 100 kg de fret ou de poste = 1 passager) pondéré par la distance parcourue.

En convention ½ croisière, le trafic (292,8 milliards de PeqKT en 2024 [1]) a augmenté de 6% par rapport à 2023, et a enregistré une baisse des émissions unitaires (75,2 grammes de CO₂ fossile par PeqKT en 2024 au lieu de 76,8 en 2023, soit une baisse -2,1 %).

Entre 2000 et 2024, période qui permet d'apprécier la tendance de long terme, les émissions unitaires de CO₂ fossile ont baissé de -36 %, soit une décroissance moyenne de -1,7% par an.

Cette tendance intègre plusieurs facteurs contributifs, comme les évolutions de flotte, la hausse de l'emport moyen, la modification des réseaux d'exploitation ou l'utilisation de carburant aéronautique durable (SAF) issu de la biomasse (0,22 Mt de CO₂ évité en 2024).

Figures 3 et 4 : émissions unitaires de CO₂ du transport aérien commercial en France, en g de CO₂/passager/km



Emission unitaire nette CO ₂ (g/PeqKT)	2000	2010	2019	2020	2022	2023	2024
Intérieur métropole	194,4	157,9	126,0	140,9	123,2	119,1	116,2
Métropole/OM et OM/OM	96,0	73,6	64,9	74,6	67,1	64,2	62,4
International MC	160,5	119,3	95,1	111,1	95,6	91,0	88,5
International LC	89,6	72,6	70,8	70,4	69,1	69,5	68,9
Total France CO₂ fossile (hors SAF)	112,3	87,3	78,9	83,1	78,5	76,8	75,2
Total France CO₂ SAF inclus	112,3	87,3	78,9	83,1	78,9	77,3	75,9

Source : DGAC/DTA/SDE, calcul TARMAAC

3. Tableaux Niveau 1 pour le trafic commercial

Les tableaux ci-dessous présentent les émissions unitaires de CO₂ en 2024 sur le périmètre France estimées avec TARMAAC pendant la phase combustion (sans l'amont), selon les catégories de distances et de tailles avions.

Figure 5 : Emission CO₂ fossile avions mixtes phase combustion en g de CO₂/passager équivalent/km

g CO ₂ /peq/km phase vol	20 à 50 sièges	51 à 100 sièges	101 à 220 sièges	> 220 sièges	Total	PeqKT
< 500 km (turboprop)	205	114	*	*	120	0,2%
< 500 km (jet)	325	192	127	*	137	1,2%
500 à 1000 km	209	136	99	*	102	9,4%
1000 à 2000 km	302	117	81	105	83	14,5%
2000 à 5000 km	*	*	74	73	73	11,7%
> 5000 km	*	*	76	67	67	63,0%
Total	252	134	87	68	75	100,0%
PeqKT	0,1%	1,6%	29,7%	68,6%	100,0%	100,0%

Source : DGAC/DTA/SDE, calcul TARMAAC

Figure 6 : Emission CO₂ fossile avions cargo phase combustion en g de CO₂/tonne/km

g CO ₂ /tonne/km phase vol	MMD 10 à 25 tonnes	MMD 26 à 100 tonnes	MMD > 100 tonnes	Total	TKT
< 500 km	1 207	2 409	1 556	1 718	2,8%
500 à 1000 km	1 838	1 433	1 250	1 342	5,3%
1000 à 2000 km	*	1 175	1 117	1 156	5,3%
2000 à 5000 km	*	*	476	508	11,9%
> 5000 km	*	*	524	524	74,7%
Total	1 334	1 408	578	632	100,0%
TKT	0,2%	6,8%	93,0%	100,0%	100,0%

Source : DGAC/DTA/SDE, calcul TARMAAC

4. Méthodologie

Le calcul des émissions de CO₂ est réalisé à l'aide du calculateur TARMAAC (Traitements et Analyses des Rejets éMis dans l'Atmosphère par l'Aviation Civile), outil développé par la DGAC Direction générale de l'aviation civile) en coopération avec l'organisme Citepa (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique). Il est notamment utilisé pour établir l'inventaire des émissions du trafic aérien de la France dans le cadre des engagements pris dans le protocole de Kyoto (niveau national).

TARMAAC évalue la consommation pendant la phase croisière à partir de la distance orthodromique entre aéroports et de modèles de consommation par type d'avion. Les coefficients du modèle sont issus de consommations réelles fournies par un échantillon de compagnies et de données disponibles [5].

Dans le cycle LTO, les consommations sont calculées en fonction du type de moteur (coefficients issus de la base OACI [4]) et du temps standard des phases LTO (sauf le taxi time, issu des données réelles). Pour les APU (unité auxiliaire de puissance), ce sont les valeurs OACI [3] d'émission par cycle qui sont utilisées.

Ordres de grandeur : selon les estimations TARMAAC sur l'ensemble France, les consommations se répartissent en 90% pour la ½ croisière, 9% pour la phase LTO et 1% pour les APU.

Afin d'établir les totaux sans doubles comptes, on retient dans ce bilan la convention dite de « demi-croisière » (prise en compte les arrivées et les départs pour la moitié du vol), La convention alternative consistant à retenir les émissions complètes des seuls vols au départ, ce qui donne une interprétation naturelle en cas de recalage avec les ventes de carburant, donne des résultats quasi identiques. Le trafic aérien est en effet étant par nature symétrique arrivée/départ sur des périodes longues, et les écarts émissions de la phase « arrivée » du cycle LTO ont un poids très limité dans les émissions totales.

Les taux de SAF retenus pour le calcul TARMAAC sont ceux résultant, à l'échelle nationale, du bilan des ventes accessibles sur le site Carbure [2] (1,1 % en 2024, exprimés en % massique des ventes de kérosène en métropole).

La contribution des autres gaz à effet de serre (CH₄ N₂O) n'est pas intégrée, mais peut être estimée à posteriori et exprimée en termes de CO₂e (1% de la quantité brute de CO₂).

Le facteur de production (de l'ordre de 1,2 pour tenir compte de l'énergie dépensée pour produire et acheminer le carburant jusqu'au pied de l'avion) n'est pas intégré.

Les trainées de condensation, dont les effets réels sont mal connus et font encore l'objet de travaux de recherche, ne sont pas intégrées dans les résultats présentés dans ce bilan.

Les ventes de carburant aéronautiques en France sont utilisées pour tester la cohérence du modèle global, les différences pouvant avoir plusieurs origines : estimation de la consommation des vols non commerciaux, périmètres, limites du modèle TARMAAC, effets de stockage et/ou de transport de carburant, etc.

5. Définitions et notations

- LTO (Landing Take-Off) : phases approche, roulage, décollage et montée $\leq 3\,000$ ft (915 m)
- APU : moteur auxiliaire de puissance (utilisé pendant que l'avion est au sol)
- Croisière (CR) : phase du vol au-dessus de 3000 pieds
- Emissions $\frac{1}{2}$ croisière ($\frac{1}{2}$ CR) : la moitié des émissions du vol calculées entre aéroports de départ et de destination pour éviter les doubles comptes
- Vol Long-Courrier (LC) : vol d'une durée $> 4h30$; en pratique, à partir de la Métropole, il s'agit des vols vers l'Outre-mer ou internationaux hors Europe et hors bassin méditerranéen
- Vol intérieur : vol dont l'origine et la destination sont en France (y compris Outre-mer)
- Vol non commercial : vol hors transport public (privés, formation, vols techniques)
- Passagers équivalents : $Peq = Pax \text{ (passager)} + Fret \ \& \ Poste \text{ (en kg)} / 100$
NB : avec cette convention, 100kg de fret ou poste sont équivalents à un passager
- Passagers équivalents-kilomètres-transportés : $PeqKT = Peq * distance$
- SAF : Sustainable Aviation Fuel ou Carburants d'Aviation Durables ou biokérosène : carburant aéronautique synthétisé à partir de carbone non fossile (biomasse dans la situation actuelle) ; il est incorporé dans le carburant traditionnel (fossile) selon des proportions fixées par mandat ou de façon volontaire en quantité supérieure. La part de SAF au départ d'un aéroport est supposée égale à la part moyenne de SAF dans les consommations de kérosène au départ de France métropolitaine.

Dans ce bilan (sauf mention contraire), les émissions CO₂ sont les émissions nettes associées à la composante fossile du carburant (hors composante SAF donc).

6. Références

- [1] DGAC/DTA Bulletin statistique du trafic aérien commercial, Direction Générale de l'Aviation Civile (2024)
- [2] Site carbure et flux de biocarburants : <https://carbure.beta.gouv.fr/>
- [3] OACI Airport Air Quality Manual – Doc 9889
- [4] OACI Aircraft Engine Emissions Databank de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile
- [5] ICAO CORSIA CERT version 2019 - Design, Development and Validation



direction du transport aérien
50, rue Henry Farman
75720 Paris cedex 15
Téléphone : 01 58 09 43 21
www.ecologie.gouv.fr