



Référence du dossier : 072.21-00007/00001

---

# Les émissions de CO<sub>2</sub> du transport aérien

## Notions de base et chiffres

---

### 1. Formation et caractéristiques du CO<sub>2</sub>

#### a) Consommation de carburant et CO<sub>2</sub>

Toutes les substances contenant du carbone qui sont brûlées à l'aide de l'oxygène produisent des émissions de CO<sub>2</sub>. La quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> est liée uniquement à la quantité de substance brûlée et à sa teneur en carbone.

Toutes les substances qui interagissent lors de la combustion conservent leur masse :

Pour brûler 1 kg de carburant ordinaire (kérosène, essence, diesel, mazout), il faut un peu plus de 3 kg d'oxygène. Durant la combustion, rien ne se perd. Le produit de la combustion donne 4 kg de matière qui se compose de 3 kg de CO<sub>2</sub> et de 1 kg d'eau<sup>1</sup>.

Pour le kérosène, la valeur standard est la suivante : 1 kg de kérosène (1,25 litre) donne 3,15 kg de CO<sub>2</sub>

En multipliant la quantité de kérosène brûlée par un facteur de 3,15 on obtient la quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> exprimée en kilos.

#### b) Le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère

Le CO<sub>2</sub> est un gaz non toxique et n'entre pas, dès lors, dans la catégorie des polluants. Il est toutefois le principal agent responsable de l'effet de serre et joue un rôle très important dans le cycle global du carbone qui se joue entre l'atmosphère, les océans et la terre.

Le CO<sub>2</sub> rejeté dans l'atmosphère a une très longue durée de vie jusqu'à ce qu'il soit absorbé (p. ex. dans une plante). On estime à un siècle la durée de vie moyenne du CO<sub>2</sub><sup>2</sup>. Chaque quantité supplémentaire de CO<sub>2</sub> rejetée dans l'atmosphère a ainsi un impact à très long terme. À très haute altitude

---

<sup>1</sup> L'eau dérive des atomes d'hydrogène contenus dans le carburant qui se lie à l'oxygène. Les fumées blanches crachées par les cheminées ou les tuyaux d'échappement par temps froid sont constituées d'eau qui se forme durant la combustion.

<sup>2</sup> Entre 20 % et 40 % du CO<sub>2</sub> d'origine fossile peut stagner plusieurs milliers d'années dans l'atmosphère (Dr. David W. Fahey, NOAA Earth System Research Laboratory, CO<sub>2</sub> – the forever gas), [https://www.esrl.noaa.gov/csd/staff/david.w.fahey/avid.w.fahey\\_presentations/FaheyNISTClimateTalk\\_11Jun2014.pdf](https://www.esrl.noaa.gov/csd/staff/david.w.fahey/avid.w.fahey_presentations/FaheyNISTClimateTalk_11Jun2014.pdf)

(là où même les avions ne volent pas), l'atmosphère est bien mélangée avec le CO<sub>2</sub>, ce qui veut dire qu'en termes d'effet sur le climat, cela importe peu que le CO<sub>2</sub> provienne d'activités terrestres ou d'un avion volant à haute altitude.

### c) Neutralité carbone

Même les sources énergétiques non fossiles, comme le bois ou les aliments humains, basées également sur le carbone, dégagent du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Un être humain expire quotidiennement environ 1 kg de CO<sub>2</sub> résultant de la combustion des aliments dans l'organisme. La grande différence avec les sources énergétiques fossiles réside dans le fait que le carbone contenu dans le bois ou dans les aliments ont été soustraits auparavant à l'atmosphère lors de la croissance des végétaux. On dit alors que la combustion de ces substances est neutre en carbone, bien que du CO<sub>2</sub> soit dégagé lors de la combustion. Aussi entend-on en général par réduction du CO<sub>2</sub> la diminution du CO<sub>2</sub> résultant de la combustion de sources fossiles.

Les sources d'énergie fossiles recèlent de gigantesques stocks de carbone qui ont été absorbés de l'atmosphère sur plusieurs millions d'années. Ces stocks de carbone sont aujourd'hui libérés à un rythme accéléré dans le cadre de l'activité humaine, ce qui conduit à une augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : en moyenne, on mesure 400 particules de CO<sub>2</sub> par million de particules d'air (400 ppm) dans l'air ambiant et jusqu'à haute altitude. Cette concentration, en soi plutôt faible, suffit à modifier de manière décisive le bilan thermique de l'atmosphère. La moindre variation de cette concentration a un effet. Avant l'industrialisation, elle s'établissait à environ 280 ppm<sup>3</sup>.

Actuellement, le kérosène est presque entièrement d'origine fossile. Il est donc possible de déterminer la part des émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation par rapport aux autres activités utilisant également des sources fossiles. Vu les garanties offertes par le kérosène en termes de sécurité et sa très haute valeur énergétique par kilo, il restera encore longtemps utilisé dans l'aviation. Les efforts se concentrent dès lors sur la capture, directe ou indirecte, du carbone présent dans l'atmosphère et sur le recours à des sources d'énergie renouvelables lors de la production du kérosène<sup>4</sup> (neutralité carbone) ou sur les moyens de réduire en contrepartie d'autres sources d'émissions de CO<sub>2</sub> d'origine fossile (compensation carbone).

## 2. Impact du trafic aérien mondial

Le transport aérien mondial<sup>5</sup> est responsable de 2 % à 2,5 % des émissions anthropogènes de CO<sub>2</sub> d'origine fossile<sup>6</sup>.

## 3. Impact du trafic aérien suisse

Les émissions de CO<sub>2</sub> du trafic aérien en Suisse et international au départ de la Suisse atteignent 5,4 millions de tonnes<sup>7</sup>. Les émissions du trafic domestique se montent à près de 0,1 million de tonnes de CO<sub>2</sub> (compte non tenu de l'aviation militaire). Les comparaisons ci-dessous prennent pour référence le chiffre de 5,4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> émises par le trafic aérien suisse.

### a) Comparaison basée sur les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> d'origine fossile (= 100 %)

---

<sup>3</sup> Jochem Marotzke, Martin Stratmann (éd.): « Die Zukunft des Klimas. Neue Erkenntnisse, neue Herausforderungen. Ein Report der Max-Planck-Gesellschaft ». Beck, Munich 2015, [ISBN 978-3-406-66968-2](https://doi.org/10.1007/978-3-406-66968-2)

<sup>4</sup> Exemple : <https://nordicbluecrude.no/>

<sup>5</sup> Cette statistique englobe aussi bien les vols domestiques que les vols transfrontaliers. Sources : organisation de l'aviation civile internationale (OACI), Agence internationale de l'énergie (AIE 2018), total 2015 environ 800 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

<sup>6</sup> Agence internationale de l'énergie (AIE, 2018), env. 33 000 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>

<sup>7</sup> Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse (OFEV), Statistique globale suisse de l'énergie (OFEN), Inventaire des émissions de l'aviation civile suisse (quantité vendue) (OFAC)

L'ensemble des vols internationaux au départ de la Suisse représente un dix-millième (0,1 pour-mille) des émissions anthropogènes de CO<sub>2</sub> d'origine fossile<sup>8</sup>.

b) Comparaison basée sur l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse (territoire suisse) (= 100 %)

Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des vols internationaux au départ de la Suisse correspondent à environ 10 % des émissions de CO<sub>2</sub> relevées dans le cadre de l'inventaire des émissions de gaz à effet de serre pour le territoire suisse<sup>7</sup>.

c) Comparaison basée sur la quantité de carburants et de combustibles fossiles vendue en Suisse (= 100%)

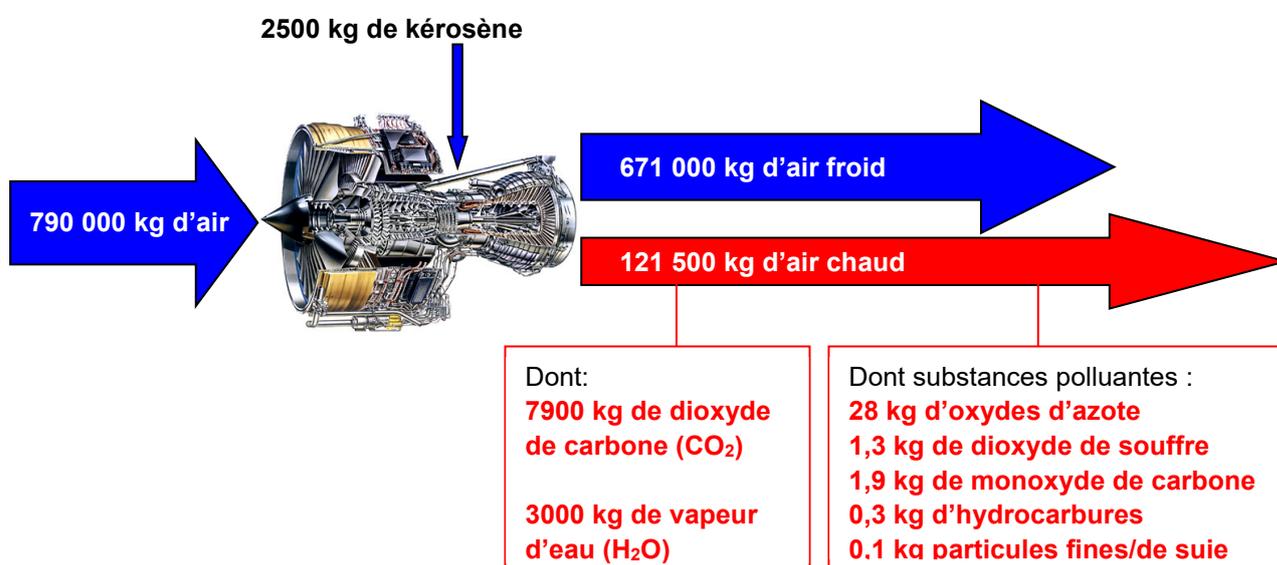
Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des vols internationaux au départ de la Suisse correspondent à environ 18 % des émissions de CO<sub>2</sub> résultant de la consommation de carburants et de combustibles embarqués en Suisse<sup>7</sup> (état 2017)

d) Comparaison basée sur la quantité de carburants vendue en Suisse (= 100 %)

Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble des vols internationaux au départ de la Suisse correspondent à environ 26 % des émissions de CO<sub>2</sub> résultant de la consommation de carburants embarqués en Suisse<sup>7</sup> (état 2017)

#### 4. Que rejette un avion durant une heure de vol ?

Le schéma suivant illustre les quantités de gaz et de particules (exprimées en kilos) rejetées en une heure de vol par un avion civil biréacteur de 150 places plus fret. Les chiffres portent sur l'avion et donc sur les deux réacteurs.



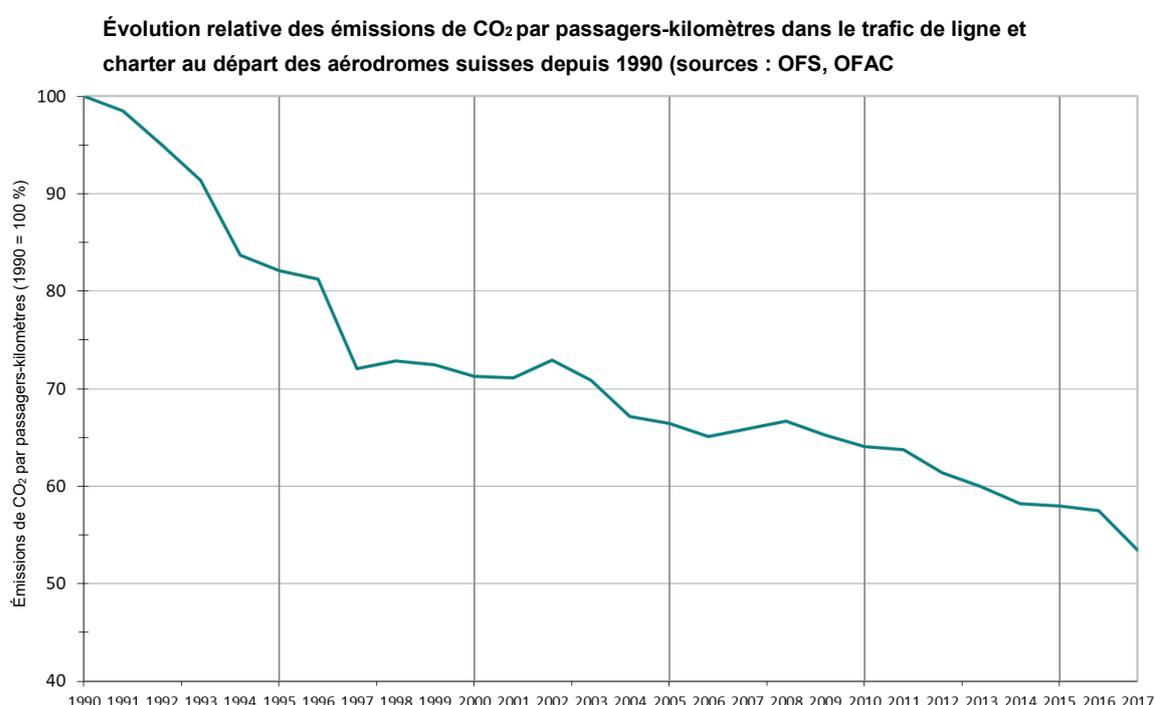
<sup>8</sup> Agence internationale de l'énergie (total), Inventaire des émissions de gaz à effet de serre de la Suisse (OFEV), Statistique globale suisse de l'énergie (OFEN), Inventaire des émissions de l'aviation civile suisse (quantité vendue) (OFAC)

## 5. Émissions de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètres

Les émissions moyennes de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètres pour des flottes entières et les liaisons court- à long-courriers sont inférieures à 100 g<sup>9</sup>. Ce chiffre prend en compte le taux d'occupation des avions. Il englobe, outre les bagages, le fret qui est également imputé aux passagers.

Dans l'exemple du point 4, les émissions de CO<sub>2</sub> par passager (fret compris) pendant une heure de vol correspondent à 7900 kg de CO<sub>2</sub> / 150 passagers, soit 52,7 kg de CO<sub>2</sub> par passager. Normalement, un avion couvre près de 800 km en une heure. Autrement dit, les émissions de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètres s'élèvent dans ce cas à 52,7 kg de CO<sub>2</sub> / 800 km = 0,066 kg, soit 66 g de CO<sub>2</sub> / Pkm.

Les renouvellements successifs des flottes ont entraîné une forte réduction des émissions de CO<sub>2</sub> par passagers-kilomètres comme l'illustre le graphique ci-dessous :



## 6. Évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport aérien au départ de la Suisse

La pression exercée sur le système aéronautique suisse en raison de l'augmentation de la mobilité s'est accrue ces dernières années. Le niveau de vie élevé, une économie tournée vers les exportations, une démographie croissante font partie des facteurs qui peuvent expliquer l'accroissement continu de la demande de mobilité internationale en Suisse. Les efforts consentis jusqu'à présent dans les domaines techniques et opérationnels, lesquels ont permis, année après année, d'améliorer le rendement du carburant, ont été réduits à néant par la progression de la demande si bien que les émissions de CO<sub>2</sub> du transport aérien au départ de la Suisse sont globalement en augmentation.

<sup>9</sup> Le groupe Lufthansa avance le chiffre de 93 g CO<sub>2</sub> / pkm pour sa flotte. Un calcul réalisé par l'OFAC (données statistiques de l'ensemble des vols pendant une année, données des passagers et consommations de carburants tirés des enregistreurs de vol) indique un chiffre inférieur à 90 g CO<sub>2</sub> / pkm (état 2017) pour la compagnie Swiss.

**Evolution relative des performances de trafic aérien et des ventes de carburant dans l'aviation civile Suisse, à partir de 2004**

