



**AERO-CLUB DE BORDEAUX**

**AERODROME DE BORDEAUX-LEOGNAN-SAUCATS**

**ACTIVITE VOLTIGE**

**Evaluation des émissions de CO<sub>2</sub>**

## RESUME – CONCLUSIONS

Il a été émis le souhait de voir cesser l'activité Voltige sur l'Aérodrome de Bordeaux-Léognan-Saucats. Parmi les argumentations avancées, ressortent les points suivants :

- La pratique de la voltige ne concerne qu'un très petit nombre d'utilisateurs,
- Elle est fortement émettrice de gaz à effet de serre.

### **Concernant l'Aéro-Club de Bordeaux, utilisateur majoritaire du volume de voltige, la réalité est en fait résumée comme suit :**

1. De l'ordre de 60 pilotes pratiquent annuellement la voltige de façon occasionnelle ou régulière, ce qui correspond à 25 % des adhérents de l'association.
  - On est donc pas ici en présence d'un « très petit nombre d'utilisateurs ».
2. La consommation en carburant de l'avion CAP 10 en évolution voltige est environ de 31 l/h.
  - Ceci est de l'ordre de la **moyenne de celles des autres aéronefs**.
3. Les émissions de CO<sub>2</sub> du CAP 10 ont été en moyenne de 15 tonnes / an (soit 250 kg/pilote/an) sur 2021 et 2022, ce qui représente **3,4 % des émissions totales de l'aérodrome**.
  - La qualification de « fortement émettrice de gaz à effet de serre » est par conséquent infondée.
4. La cessation de l'activité voltige conduirait, en raison du report sur les autres avions de l'aéro-club, à une augmentation des quantités de CO<sub>2</sub> émises.
  - Suivant le type d'appareil sur lequel ce report s'effectuerait, cet accroissement serait de l'ordre de **7 à 37 % de la quantité émise actuellement par le CAP 10**.

Il faut par ailleurs noter que l'Aéro-Club de Bordeaux, conscient de l'enjeu climatique actuel, a mis en place un système de compensation des émissions carbone (plantation d'arbres) pour l'ensemble de sa flotte.

Il s'agit d'une contribution, basée sur le volontariat et payée par le pilote, à l'issue d'un vol, en fonction de la quantité d'essence consommée, ou par des versements effectués au coup par coup.

\*\*\*\*\*

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Origine : remise en cause de l'activité voltige

Ce rapport fait suite au mécontentement de quelques riverains, mettant en avant certaines nuisances que génèrerait la voltige, en particulier, le fait :

- qu'elle soit « *fortement émettrice de gaz à effet de serre* »,
- qu'elle ne concerne « *qu'un très petit nombre d'usagers* ».

Il a donc été décidé d'évaluer les émissions de CO<sub>2</sub> particulières à cette activité pour les mettre en regard de celles générées par les autres activités présentes sur l'aérodrome.

### 1.2 Répartition de l'activité Voltige

Deux entités utilisent actuellement le volume officiel de voltige, situé à la verticale de l'aérodrome :

- L'ACB, possesseur d'un appareil CAP 10 depuis 1986,
- Une association de pilotes privés opérant un CAP 21.

La majorité des heures de voltige étant effectuée par l'ACB, ce rapport ne traite que de l'activité de l'aéro-club.

## 2 PRATIQUANTS DE L'ACTIVITE

La voltige aérienne est une discipline qui intervient, dans la majorité des cas, à l'issue de la formation à la licence de pilote privé. Elle constitue une composante importante dans le perfectionnement au pilotage des pilotes licenciés et est un passage quasi obligé pour les pilotes envisageant une carrière comme pilote de ligne ou dans l'Armée de l'air.

L'ACB intègre également dans la formation initiale des pilotes la possibilité d'effectuer des séances de voltige, le but étant d'apporter à l'élève des compléments indispensables concernant la maîtrise d'un avion et ainsi renforcer la sécurité en vol.

Au sein de l'ACB, environ **60 pilotes** utilisent annuellement l'appareil de voltige, de façon occasionnelle ou régulière, soit **25 % des membres de l'association**. Il ne s'agit donc pas, ici, d'un « très petit nombre d'usagers », comme l'affirment les opposants.

### 3 CONSOMMATIONS DE CARBURANT

#### 3.1 Consommation individuelle des appareils évoluant sur l'aérodrome

Les aéronefs motorisés évoluant sur la plate-forme sont essentiellement des avions et des ULM. On trouve un éventail de puissances, les consommations individuelles en carburant des appareils basés s'étendant de 15 l/h à 70 l/h (voire parfois supérieures pour des avions de passage).

La consommation du CAP 10 opéré par l'ACB est de 29 à 32 l/h lors des séances de voltige. Elle se trouve donc dans la **moyenne des aéronefs présents sur l'aérodrome**.

#### 3.2 Consommation annuelle du CAP 10 de l'ACB

Le tableau ci-dessous présente le nombre d'heures de voltige effectuées en 2021 et 2022, ainsi que la quantité de carburant consommée (essence AVGAS 100 LL).

Le faible nombre d'heures en 2021 est la conséquence de l'immobilisation de l'avion pendant 6 mois. En 2022, celui-ci est plus élevé, beaucoup de pilotes ayant compensé cette année le déficit d'entraînement de 2021.

A signaler que la moyenne de ces 2 années est légèrement inférieure à la moyenne annuelle des heures de vol du CAP 10 depuis son arrivée à l'ACB en 1986.

Sur ces 37 années d'exploitation, cette moyenne est de 254 h/an.

Voir annexe 1.

	2021	2022	Moyenne
Nombre d'heures	147	312	230
Consommation d'essence (litres)	4270	9360	6815

#### 3.3 Consommation annuelle pour l'ensemble de l'aérodrome – 2021 et 2022

Le tableau ci-après présente la répartition entre les différentes entités de la plate-forme. Les 3 plus gros volumes sont attribués aux associations AAA, ACB, DACA. Le reste du volume est réparti entre des petites entreprises et les propriétaires d'avions privés (environ 60 utilisateurs).

*Remarque* : les valeurs de volume total ne concernent que les volumes d'essence 100 LL et UL 91 délivrés sur l'aérodrome par le CABLS. Certains pilotes d'ULM utilisent de l'essence MOGAS, type SP 98, approvisionnée en dehors de l'aérodrome. Ces volumes ne peuvent cependant pas être évalués précisément mais s'ajoutent donc aux chiffres ci-dessus.

Entité	Utilisation	Volumes annuels (litres) 100 LL et UL 91		
		2021	2022	Moyenne
Association Aéronautique Aquitaine (AAA)	Remorquage planeurs	8130	7349	7740
Aéro-Club de Bordeaux (ACB)	Voltige	4270	9360	6815
	Formation à la licence PPL Perfectionnement (hors voltige) Voyages	59200	58743	58971
Aéro-Club Dassault (DACA)	Formation à la licence PPL Perfectionnement / Voyages	53990	43903	48946
Autres utilisateurs (≈ 60) Entreprises Propriétaires d'avions privés	Travail aérien Formations Voyages	87595	65615	76605
<b>Total</b>		<b>213185</b>	<b>184970</b>	<b>199077</b>

Source : CABLS

#### 4 QUANTITES DE CO<sub>2</sub> EMISES – 2021 ET 2022

La moyenne annuelle des quantités de CO<sub>2</sub> émises en 2021 et 2022 par les différentes structures est indiquée dans le tableau ci-dessous.

La quantité de CO<sub>2</sub> dégagée lors de la combustion d'un litre d'essence AVGAS est évaluée à **2,2 kg**.

L'annexe 2 présente le principe du calcul.

Entité	Volume (litres) 100 LL et UL 91	CO <sub>2</sub> émis (tonnes)
Association Aéronautique Aquitaine (AAA)	7740	17
Aéro-Club de Bordeaux (ACB)	Voltige	6815
	Activités autres	58971
Aéro-Club Dassault (DACA)	48946	108
Autres utilisateurs (≈ 60) Entreprises Propriétaires d'avions privés	76605	169
<b>Total</b>		<b>439</b>

L'activité voltige de l'ACB représente donc **3,4 % des émissions totales de l'aérodrome**. Ceci est du même ordre que les émissions du remorquage de planeurs.

Au niveau individuel, cela correspond à une moyenne annuelle de **250 kg** de CO<sub>2</sub>/ pilote pratiquant la voltige.

Note 1 : les teneurs en CO<sub>2</sub> globales n'incluent pas celles émises par la combustion d'essence type SP 98, utilisée par certains ULM, comme précisé plus haut. Ceci contribue donc à diminuer la proportion de CO<sub>2</sub> attribuée à l'activité Voltige.

- On constate donc que l'utilisation du CAP 10 n'est pas « *fortement émettrice de gaz à effet de serre* » (ce qui sous-entend que la voltige émettrait plus que les autres activités), mais en réalité correspond à la moyenne de ce que l'aviation légère peut générer.

Note 2 : pour mémoire, en 2021, les émissions « nationales » (ou « domestiques ») de gaz à effet de serre ont été, pour la France, de **418 Mt CO<sub>2</sub>eq**. Elles sont très inférieures aux émissions dites « totales », prenant en compte les émissions « importées », représentant, elles, l'activité réelle du pays et estimée pour cette même année à **604 Mt CO<sub>2</sub>eq**.

L'empreinte carbone annuelle par habitant est en moyenne de l'ordre de **9 tCO<sub>2</sub>eq**.  
Voir annexe 3.

- L'empreinte carbone d'un pilote pour son activité « Voltige » annuelle de 250 kg/CO<sub>2</sub> correspond donc à **2,8 % de son empreinte totale**.

Note 3 : *émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'aviation sportive et de loisir – France*

L'annexe 4 présente le volume des émissions de CO<sub>2</sub>eq liées au transport aérien national et la part de celles correspondant à l'aviation sportive et de loisir pour l'année 2021.

Celles -ci représentent :

- 1 % des émissions du transport aérien national
- 1 / 10000<sup>ème</sup> de l'empreinte carbone de la France

## 5 CESSATION DE L'ACTIVITE : IMPACT SUR LES EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Les pratiquants de la voltige ne se limitent pas à cette activité ; ils volent également sur d'autres appareils, et dans la majorité des cas, la pratique de la voltige reste minoritaire dans le total des heures de vol qu'ils effectuent chaque année.

Chaque adhérent de l'association affecte un budget annuel quel que soit l'avion utilisé. En cas d'arrêt de l'exploitation du CAP 10, il y aurait un transfert des vols sur les autres aéronefs de l'ACB, le budget annuel consacré par chacun restant constant.

Le CAP 10 est l'appareil dont le coût de vol est le plus élevé, à savoir 203 €/h. Le tableau ci-après présente l'impact du report, à montant constant, d'une heure de CAP 10 sur 2 avions couramment utilisés à l'ACB, à savoir le DR 400 2+2 et le DR 400 Régent, appareils de consommations horaires très différentes.

Il est considéré une moyenne de 31 l/h pour le CAP 10.

Appareil	Coût horaire * (€/h)	Nombre d'heures pour 203 €	Consommation (l/h)	Consommation totale (l)	CO <sub>2</sub> émis (kg)
Base : CAP 10	203	1	31	31	68
DR 400 2+2	152	1,33	25	33	73
DR 400 Régent	181	1,12	38	42,5	93

(\*) Coûts à décembre 2022

➔ Par rapport à celles correspondant au CAP 10, **l'arrêt de l'activité voltige conduirait à une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> de :**

- 7 % si le report des vols se fait uniquement sur un DR 400 2+2,
- 37 % si le report se fait uniquement sur un DR 400 Régent

## 6 COMPENSATION CARBONE

Une des causes non négligeable de l'accroissement des teneurs en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère est la diminution, au niveau mondial, de la surface boisée. Celle-ci constitue effectivement le 2<sup>ème</sup> puits de carbone terrestre après les océans. Cette diminution, de l'ordre de 5 millions d'hectares par an ces dernières années, montre plusieurs origines : déforestation pour remplacement par cultures diverses, expansion des infrastructures, incendies, exploitations minières, abattage du bois à des fins de construction et de chauffage, ...

Voir annexe 5.

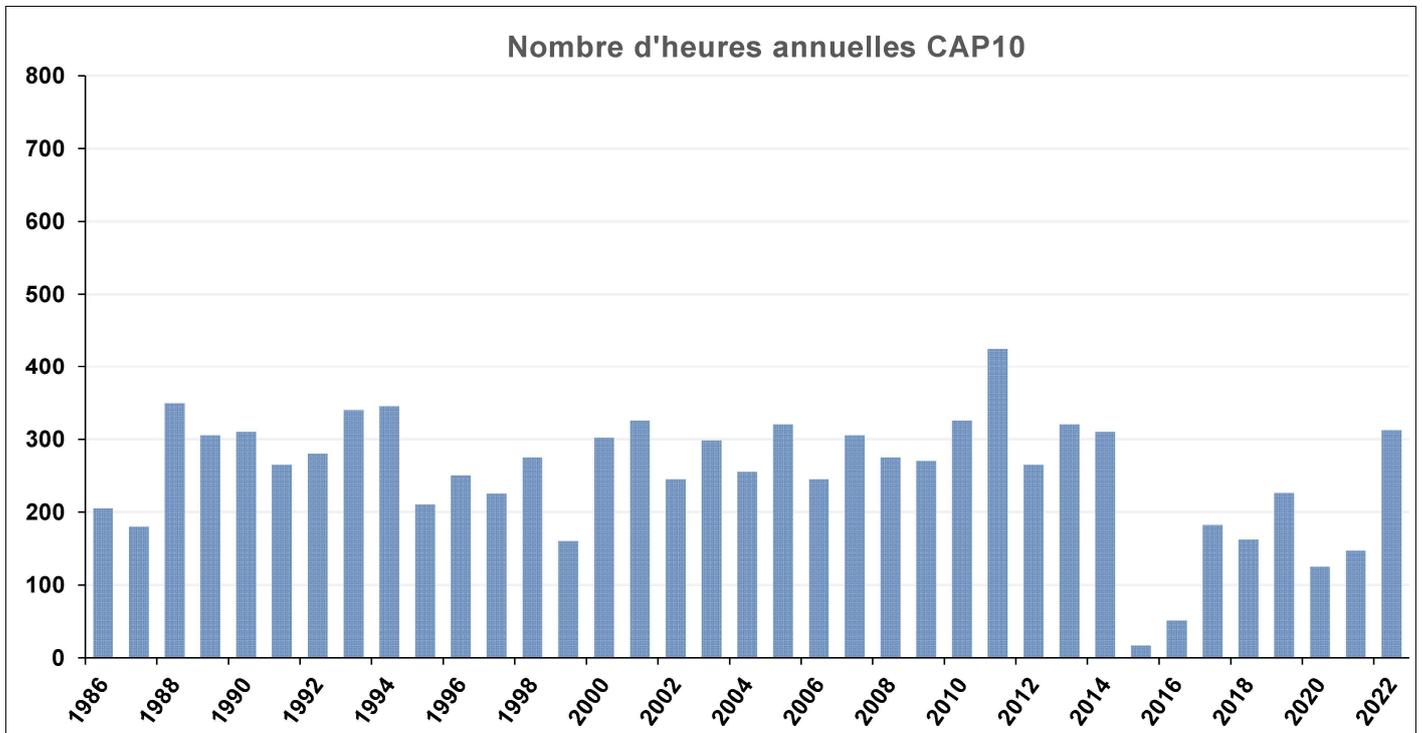
Conscient des enjeux climatiques, l'ACB a mis en place en 2022 un système de compensation des émissions de CO<sub>2</sub> de l'ensemble de sa flotte (8 avions). Le projet, présenté lors de l'assemblée générale d'avril, avait reçu l'approbation des membres.

Il s'agit de prélever, à l'issue d'un vol, sur le compte du pilote concerné, un montant proportionnel à la consommation de l'avion utilisé. Cette action est basée sur le volontariat, chaque pilote choisissant un prélèvement systématique à l'issue de son vol ou une cotisation « au coup par coup ».

La somme récupérée est reversée à la société *reforestACTION* prenant en charge la plantation d'arbres.

L'activité annuelle de l'ACB correspond à un potentiel de plantation d'environ 1000 arbres.

## Historique des heures de vol du CAP 10



La moyenne des heures de vol de voltige effectuées à l'ACB depuis l'acquisition du premier CAP 10 en 1986 est de **254 h / an**.

## Combustion d'une essence Calcul du CO<sub>2</sub> émis

### 1. Composition des essences

Les essences utilisées en aviation légère (appellation « AVGAS ») sont la 100 LL et l'UL 91 (le nombre représente la valeur de l'indice d'octane déterminé suivant la méthode « MON »). La composition de ces essences est comparable à celle des essences automobile (appellation « MOGAS ») type SP 95 et SP 98 (le nombre représente l'indice d'octane déterminé suivant la méthode « RON »).

Une essence est un mélange de plus d'une centaine de molécules d'hydrocarbures dont le nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène varie d'un type de molécules à un autre.

Les tableaux ci-dessous présentent les différentes familles d'hydrocarbures présentes dans une essence commerciale automobile (analyse par chromatographie en phase gazeuse).

Celles-ci sont principalement :

- Des paraffines (ou alcanes) : molécules de type  $C_nH_{2n+2}$                       Ex. : l'octane  $C_8H_{18}$
- Des oléfines (ou alcènes) : molécules de type  $C_nH_{2n}$                               Ex. : l'hexène  $C_6H_{12}$
- Des aromatiques : molécules de type  $C_nH_{2n-6}$                                       Ex. : le benzène  $C_6H_6$

PARAFFINES (+ NAPHTENES)			
Constituant	% masse	Constituant	% masse
Isobutane	0,26	Diméthyl-2,2 hexane	0,10
n-butane	1,20	Triméthyl-1,1,3 cyclopentane	0,05
Isopentane	7,87	Méthylcyclohexane	0,32
n-pentane	3,77	Diméthyl-2,5 hexane	0,24
Diméthyl-2,2 butane	0,42	Ethylcyclopentane	0,16
Cyclopentane	0,18	Diméthyl-2,4 hexane	0,38
Diméthyl-2,3 butane	0,95	Triméthyl-2,3,4 pentane	0,01
Méthyl-2 pentane	4,52	Triméthyl-2,3,3 pentane	0,01
Méthyl-3 pentane	3,29	Diméthyl-2,3 hexane	0,29
n-hexane	3,09	Méthyl-2 heptane	0,83
Méthylcyclopentane + diméthyl-2,2 pentane	1,64	Méthyl-4 heptane	0,40
Diméthyl-2,4 pentane	0,52	Diméthyl-3,4 hexane	0,13
Diméthyl-3,3 pentane	0,32	Méthyl-3 heptane + éthyl-3 hexane heptane + éthyl-hexane	1,20
Cyclohexane	0,21	Triméthyl-2,2,5 hexane	0,05
Méthyl-2 hexane	3,00	Triméthyl-2,2,4 hexane	0,06
Diméthyl-1,1 cyclopentane	0,03	n-octane	0,67
Diméthyl-2,3 pentane	1,06	Méthyl-4 octane	0,12
Méthyl-3 hexane	3,40	Méthyl-2 octane	0,12
Diméthyl-1,3 cyclopentane cis	0,32	Méthyl-3 octane	0,14
Diméthyl-1,3 cyclopentane trans	0,34	n-nonane	0,16
Ethyl-3 pentane	0,25		
n-heptane	2,15		
Diméthyl-1,2 cyclopentane trans	0,09		
Diméthyl-1,2 cyclopentane cis	0,15		
		<b>TOTAL PARAFFINES</b>	<b>44,47</b>

## ANNEXE 2 (suite)

OLEFINES		DIOLEFINES	
Constituant	% masse	Constituant	% masse
Butène-1 + isobutène + butadiène	0,11	Isoprène	0,02
Butène-2 trans	0,24	Cyclopentadiène-1,3	0,01
Butène-2 cis	0,24	Pentadiène-1,3 trans	0,02
Méthyl-3 butène-1	0,08	Pentadiène-1,3 cis	0,01
Pentène-1	0,29	Méthyl-2 cyclopentadiène-1,3	0,02
Méthyl-2 butène-1	0,50	Méthyl-1 cyclopentadiène-1,3	0,01
Pentène-2 trans	0,80	Méthyl-3 pentadiène-1,3 cis	0,01
Pentène-2 cis	0,92	Méthyl-3 pentadiène-1,3 trans	0,01
Méthyl-2 butène-2	0,96	Cyclohexadiène-1,3	0,01
Cyclopentène	0,11	<b>TOTAL DIOLEFINES</b>	<b>0,12</b>
Méthyl-4 pentène-1	0,04		
Méthyl-3 pentène-1	0,06		
Méthyl-4 pentène-2 cis	0,04		
Méthyl-4 pentène-2 trans	0,16		
Diméthyl-2,3 butène-1	0,06		
Méthyl-2 pentène-1	0,18		
Hexène-1	0,09		
Hexène-3 cis + trans	0,25		
Hexène-2 cis	0,25		
Hexène-2 trans	0,19		
Méthyl-2 pentène-2	0,30		
Méthyl-3 pentène-2 cis	0,18		
Méthyl-3 pentène-2 trans	0,29		
Diméthyl-2,4 pentène-1	0,05		
Méthylcyclopentène	0,21		
Méthyl-3 hexène-1	0,02		
Ethyl-3 pentène-1	0,04		
Diméthyl-2,3 pentène-1	0,03		
Méthyl-2 hexène-1	0,08		
Heptène-1	0,08		
Heptène-3 trans	0,06		
Heptène-3 cis	0,04		
Méthyl-3 hexène-3 cis	0,31		
Méthyl-3 hexène trans	0,22		
Méthyl-2 hexène-2	0,06		
Ethyl-3 pentène-2	0,04		
Heptène-2 cis	0,08		
Heptène-2 trans	0,08		
Triméthyl-2,4,4 pentène-1	0,05		
Octène-1	0,07		
<b>TOTAL OLEFINES</b>	<b>7,36</b>		

AROMATIQUES	
Constituant	% masse
Benzène	2,22
Toluène	12,84
Ethylbenzène	3,00
p-xylène	3,08
m-xylène	6,92
o-xylène	3,70
Isopropylbenzène	0,13
n-propylbenzène	0,69
Méthyl-1 éthyl-3 benzène	2,60
Méthyl-1 éthyl-4 benzène	1,18
Méthyl-1 éthyl-2 benzène	0,87
Triméthyl-1,3,5 benzène	1,18
Triméthyl-1,2,2 benzène	3,46
Triméthyl-1,2,3 benzène	0,65
Indane	0,18
Diéthyl-1,3 benzène	0,20
Méthyl-1 n-propyl-3 benzène	0,41
Méthyl-1 n-propyl-4 benzène	0,28
Méthyl-1 n-propyl-2 benzène	0,13
Diméthyl-1,3 éthyl-5 benzène	0,43
Diméthyl-1,4 éthyl-2 benzène	0,25
Diméthyl-1,3 éthyl-4 benzène	0,23
Diméthyl-1,2 éthyl-4 benzène	0,43
Tétraméthyl-1,2,4,5 benzène	0,22
Tétraméthyl-1,2,3,5 benzène	0,32
Méthyl-5 indane	0,08
Méthyl-4 indane	0,11
<b>TOTAL AROMATIQUES</b>	<b>45,70</b>

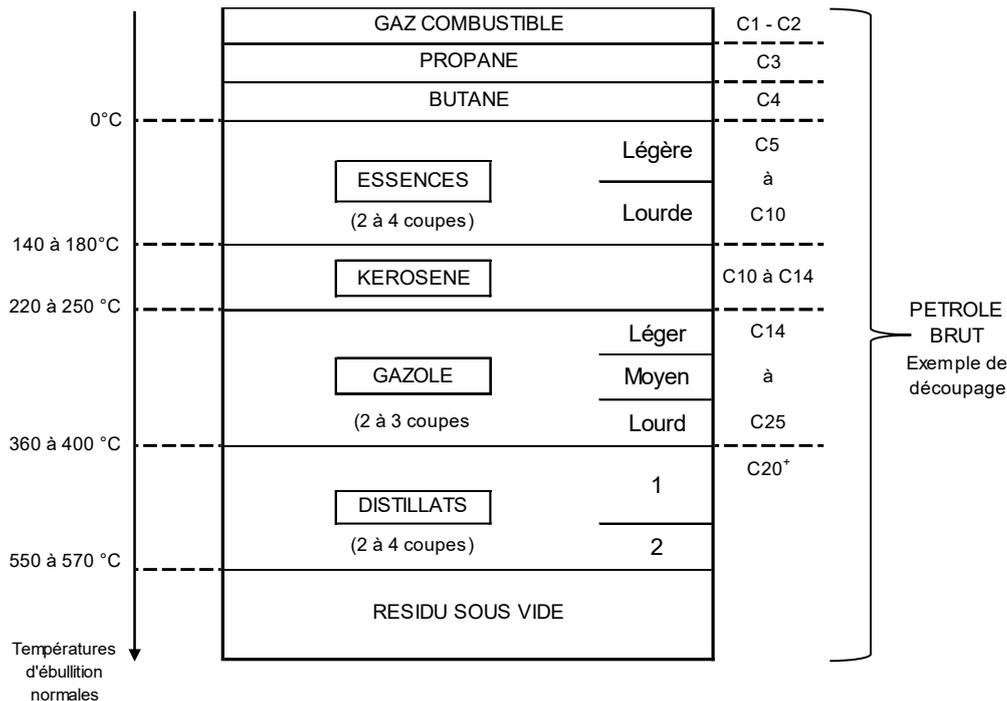
  

Produits non identifiés (> C8)	2,26
--------------------------------	------

(Source : « Carburants et Moteurs- Editions Technip », publication de l'Institut Français du Pétrole)

D'une manière générale, les essences sont principalement constituées de molécules comportant au moins 5 atomes de carbone (appellation C<sub>5</sub>) jusqu'à 10 atomes de carbone (appellation C<sub>10</sub>). Le schéma ci-après présente la position des essences (légères et lourdes) parmi les autres coupes obtenues lors de la distillation fractionnée du pétrole brut.

## ANNEXE 2 (suite)



(Source : « Carburants et Moteurs- Editions Technip », publication de l'Institut Français du Pétrole)

## 2. Emission de CO<sub>2</sub> due à la combustion

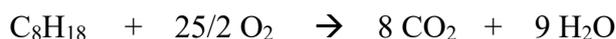
L'équation de combustion d'un hydrocarbure peut s'exprimer de façon simplifiée :



Une évaluation rigoureuse de la quantité de CO<sub>2</sub> émis nécessite d'appliquer cette équation de combustion pour chacun des hydrocarbures élémentaires constituant l'essence (environ 120 dans l'analyse ci-dessus) et d'additionner les quantités de CO<sub>2</sub> obtenues pour chaque réaction. Le calcul (long et fastidieux...) effectué ici conduit à **3148 g de CO<sub>2</sub> par kg d'essence brûlée**.

Une bonne approximation, utilisée parfois, consiste à considérer que l'essence se comporte, quelle que soit sa composition exacte, en ce qui concerne la production de CO<sub>2</sub>, comme si elle était constituée uniquement de molécules de type heptane (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>) ou octane (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>).

En prenant par exemple l'octane, la réaction de combustion avec l'oxygène est alors la suivante :



En supposant la combustion complète, 1 mole de C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> (114 g) entraîne la formation de 8 moles de CO<sub>2</sub> (352 g).

1 kg de C<sub>8</sub>H<sub>18</sub> génère donc  $(1000 / 114) \times 352 = 3088$  g de CO<sub>2</sub>.

➔ La densité de l'essence 100 LL et UL 91 étant de l'ordre de 0,72, la combustion d'un litre conduit à l'émission de **2,2 kg de CO<sub>2</sub>**.

## France - Emissions de gaz à effet de serre

### 1. Emissions nationales (en MtCO<sub>2</sub>e)

Secteur d'activité	2016	2017	2018	2019	2020	2021 (e)
Industrie de l'énergie	53,4	57,2	47,9	46,0	40,8	43,8
Industrie manufacturière et construction	83,7	83,4	83,1	80,1	72,5	77,8
Traitement centralisé des déchets	14,9	15,0	14,7	15,2	14,7	14,5
Usage des bâtiments et activités résidentiels/tertiaires	84,0	83,4	78,3	75,4	71,0	74,9
Agriculture/sylviculture	84,9	84,9	83,7	82,5	80,9	81,2
Transport routier	130,7	130,7	127,6	127,2	106,9	119,6
Autres transports	7,6	8,0	8,1	8,2	6,2	6,4
<b>Ensemble</b>	<b>459,3</b>	<b>462,6</b>	<b>443,3</b>	<b>434,5</b>	<b>393,0</b>	<b>418,2</b>

(Source : Citepa, rapport Secten 2022)

### 2. Empreinte carbone totale

Les émissions nationales incluent les émissions dues à la fabrication de produits vendues à l'étranger. Ces émissions sont dites « *exportées* ».

Les émissions correspondant à la fabrication de produits industriels, de biens de consommation, aux cultures pour l'alimentation, réalisées hors de France mais pour le compte de celle-ci et de ses habitants, ne sont pas incluses dans les chiffres ci-dessus.

Ces émissions sont dites « *importées* ».

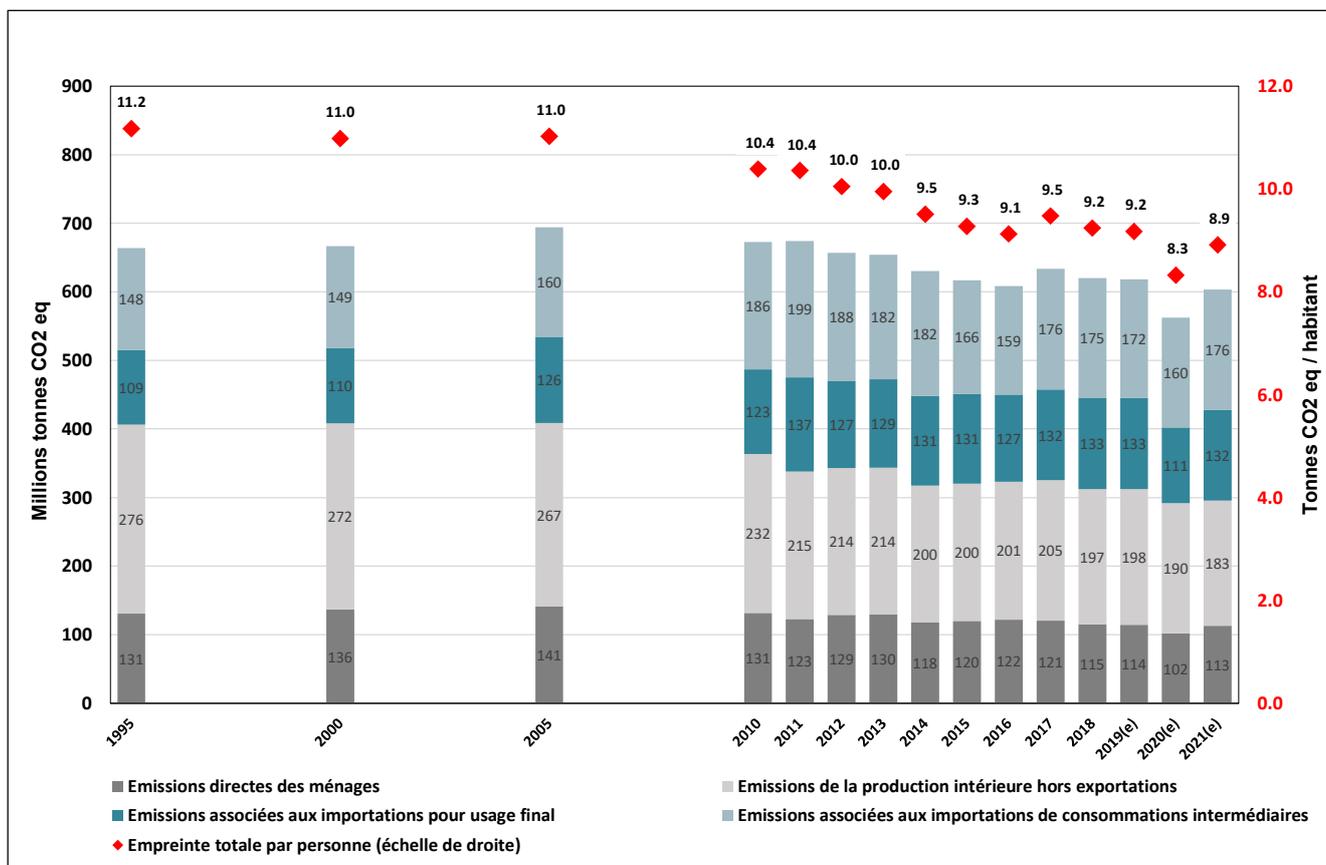
Pour les émissions dues aux transports :

- Les émissions dues aux transports aériens et maritimes internationaux ne sont pas incluses
- Pour les transports routiers, seules sont comptabilisées les émissions correspondant aux prises de carburant en France

Le solde « émissions importées – émissions exportées », appelé *émissions nettes importées* ainsi que celles des transports aériens et maritimes internationaux s'ajoute donc aux émissions nationales présentées ci-dessus.

➔ *Les chiffres officiels d'émissions dites « nationales » de CO<sub>2</sub>e pour la France sont donc très sous-estimés par rapport à ce que le mode de vie des habitants peut générer en réalité (=empreinte carbone).*

Le graphique ci-dessous présente l'évolution de l'empreinte carbone totale ainsi que celle par habitant.



(Sources : Citepa ; Eurostat ; Insee ; Douanes ; AIE ; FAO. Traitement : SDES, 2022).

Ces dernières années, à l'exception de 2020, l'empreinte carbone annuelle oscille autour de 9 tonnes CO<sub>2</sub>e / habitant.

## EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

### Part de l'aviation sportive et de loisir en France (2021)

Source : CITEPA

<b>Empreinte carbone totale annuelle de la France :</b> (=émissions de CO <sub>2</sub> eq nationales et « importées »)	604 Mt de CO <sub>2</sub> eq
<b>Emissions du transport aérien national <sup>(1)</sup> :</b>	3,8 Mt de CO <sub>2</sub> eq
<b>Emissions de l'aviation sportive et de loisir <sup>(2)</sup> :</b>	50 kt de CO <sub>2</sub> eq

→ Les émissions de l'aviation sportive et de loisir représentent donc de l'ordre de :

- 1 % des émissions du transport aérien national
- 1 / 10000<sup>ème</sup> de l'empreinte carbone de la France

(1) Les transports internationaux font l'objet d'une comptabilisation autre

(2) Calculées d'après les volumes annuels d'essence aviation consommés  
Y compris la formation à but professionnel (organismes privés) effectuée sur appareils légers

## ANNEXE 5

## EVOLUTION DE LA SURFACE BOISEE – MONDE

(Source : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)

Le changement net de la superficie forestière représente la somme de toutes les pertes forestières (déforestation) et de tous les gains forestiers (expansion de la forêt), pour une période référence. Le changement net peut donc être positif ou négatif, selon que les gains dépassent les pertes et vice versa.

On estime que 420 millions d'hectares de forêt ont été perdus dans le monde à cause de la déforestation depuis 1990, mais le taux de perte de la forêt a diminué considérablement. Au cours de la dernière période de cinq ans (2015–2020), le taux annuel de déforestation a été estimé à 10 millions d'hectares, en baisse par rapport aux 12 millions d'hectares de la période 2010–2015.

