

Récapitulatif des choix effectués concernant les facteurs d'émission

Olivier Aumont, Odile Blanchard, Emmanuel Lellouch, Jérôme Mariette
juin 2021

Processus de mise à jour des facteurs d'émission et calculs en découlant:

Nous avons décidé de procéder une seule fois par an à la mise à jour des facteurs d'émission, même si l'Ademe effectue des modifications en cours d'année.

Ces mises à jour auront lieu idéalement en début d'année. Ainsi les FE répertoriés comme étant de « 2020 » sont ceux que nous avons obtenus de la Base Carbone de l'Ademe au début de l'année 2021 et qui ont changé par rapport aux FE que nous avons antérieurement dans notre base.

Le calcul des émissions de GES dans GES 1point5 s'opère en allant chercher les FE les plus proches de l'année du BGES dans la base des FE de GES 1point5

Pour les FE qui changent chaque année parce que le « fuel mix » change chaque année (électricité, chauffage urbain par ex), nous appliquons le FE de l'année considérée ou de l'année la plus proche dès lors que celui de l'année n'est pas encore disponible dans la Base Carbone de l'Ademe). Ex : les FE du chauffage urbain disponibles dans la Base Carbone de l'Ademe en juin 2021 sont ceux de 2018. Donc pour les BGES 2018, 2019 et 2020, pour l'heure, les calculs utilisent les FE de 2018.

Facteurs d'émission « Amont » vs « Fabrication » :

Dans le fichier des facteurs d'émissions (FE), un facteur d'émission « Amont » correspond aux émissions en amont de la combustion du combustible, c'est-à-dire celles liées à l'extraction, transport, raffinage, production, distribution du combustible. Dans le cas de l'électricité, les émissions liées au transport et à la distribution font partie de l'amont.

Un facteur d'émission « Fabrication » correspond aux émissions générées par la fabrication de l'équipement consommateur d'énergie (véhicule, ...).

Electricité

Choix effectués :

FE mix moyen, consommation, France continentale : valeur de la Base Carbone. Sa valeur change chaque année.

FE mix moyen, consommation dans les DOM-TOM : valeurs de la Base Carbone pour les données existantes.

Répartition entre le FE « combustion à la centrale » et le FE « amont + émissions fugitives » de Tahiti et de la Polynésie française hors Tahiti : la même que celle de la Martinique.

Pour la Nouvelle-Calédonie : FE de la Guadeloupe

Pour Wallis et Futuna et pour les Terres Australes et Antarctiques françaises : FE de Saint-Pierre et Miquelon

Justification du FE électricité pour la France continentale

Dans son découpage par usage, la Base Carbone fournit un FE « usage : autres (BTP, recherche, armée, etc...) consommation ».

Cependant, suite à un échange avec la responsable des FE de la Base Carbone à l'Ademe, sa réponse a été (5/03/2020) :

« Je vous confirme qu'il serait plus pertinent d'utiliser le facteur d'émission moyen pour vos labos et non le FE « autre ». Cette catégorie est très « fourre-tout » et les centres de recherche concernés sont les gros centres de recherche non couverts par les études nationales d'enquête du CEREN, du type du centre ITER. »

Justification des choix effectués pour les FE électricité manquant pour certains DOM-TOM

Mix de prod électrique des DOM-TOM						
	Réunion (2018)	Guadeloupe (2018)	Martinique (2015)	Polynésie française (2017)	Nouvelle Calédonie (2017)	
Fossiles	64%	79%	93%	71%	83%	
dont charbon	36%	26%			31%	
dont fioul		53%	93%		51%	
dont fioul + gazole	28%			71%		
dont kérosène					1%	
ENR	36%	21%	7%	29%	17%	
dont hydro	20%	2%		24%	14%	
dont PV		6%	5%	5%	1%	
dont éolien		3%			2%	
dont bagasse	7%	3%				
dnt géothermie		6%				
dont autres ENR	9%	1%	2%			
Total	100%	100%	100%	100%	100%	
Facteurs émission source Base C Ademe	Réunion	Guadeloupe	Martinique	Tahiti	Nouvelle Calédonie	Polynésie française hors Tahiti
FE total kgeCO2/kWh	0,7800	0,7021	0,8395	0,1390	nc	0,2560
FE combustible	0,7010	0,6120	0,7160	nc	nc	nc
FE amont + émissions fugit	0,0790	0,0901	0,1235	nc	nc	nc
Part (amont + em fug) / tot	10%	13%	15%			
nc = non connu						
Sources des mix électriques :						
http://regions-france.org/actualites/en-direct-des-regions/reunion-lhydraulique-star-mix-electrique/						
https://www.guadeloupe-energie.gp/chiffre-cles-de-lenergie/4375-2/						
https://www.service-public.pf/sde/wp-content/uploads/sites/15/2020/02/BEPEF_2017_website_online.pdf						
https://www.enecal.nc/sites/portail/files/le_systeme_electrique_caledonien_bilan_2017_1.pdf						
https://www.edf.mq/edf-en-martinique/les-engagements-edf-en-martinique/nos-energies						

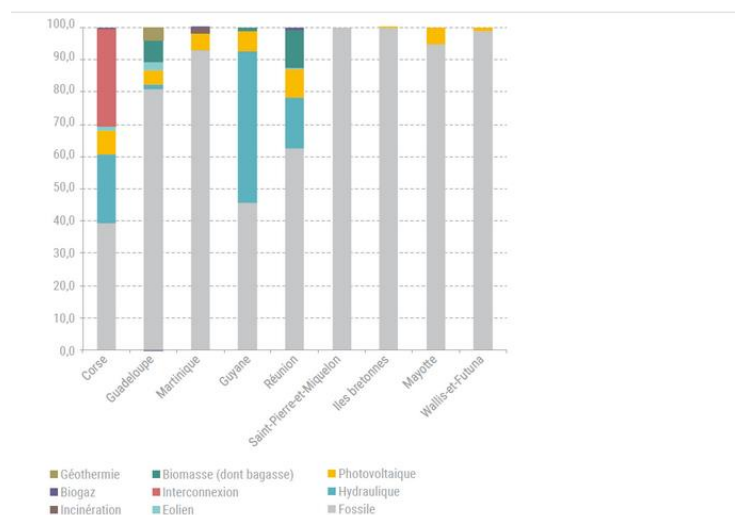
Pour Tahiti et la Polynésie française hors Tahiti, il manque la décomposition du FE total en 2 FE dans la Base Carbone : FE combustion à la centrale et FE amont + émissions fugitives. Comme les FE "amont (+ émissions fugitives)" sont essentiellement ceux de l'amont des combustibles, le DOM qui a un mix électrique fossile le plus proche de celui de la Polynésie

française est la Martinique, avec 100% de fioul dans ses fossiles, comme la Polynésie. Donc pour Tahiti et pour la Polynésie française hors Tahiti, nous prenons la répartition FE combustion à la centrale et FE amont + émissions fugitives de la Martinique, soit respectivement 85% et 15%.

Il manque les FE électricité pour la Nouvelle Calédonie dans la Base Carbone. Comme le mix de production électrique de la Nouvelle Calédonie est relativement proche de celui de la Guadeloupe, nous prenons les FE de la Guadeloupe pour ceux de la Nouvelle Calédonie.

Il manque les FE électricité pour Wallis et Futuna et pour les Terres Australes et Antarctiques françaises dans la Base Carbone. Le mix électrique de ces territoires étant proche de ou égal à 100% de fossiles diesel, nous prenons le FE de St-Pierre & Miquelon car le mix électrique de St-Pierre & Miquelon est de 100% fossiles diesel. Voir les sources ci-dessous

Mix électrique des DOM, 2016



Source : <https://www.cre.fr/Transition-energetique-et-innovation-technologique/soutien-a-la-production/transition-energetique-dans-les-zni>

Electricité fossile à Wallis & Futuna : 100 % gazole ; source : <http://www.wallis-et-futuna.gouv.fr/content/download/6141/41421/file/PPE%20pour%20les%20C3%AEles%20Wallis%20et%20Futuna.pdf>

Electricité fossile à Saint Pierre & Miquelon : 100 % gazole ; source https://www.edf.pm/sites/default/files/SEI/producteurs/st-pierre-et-miquelon/edf_sei_bp2017_saint-pierre-et-miquelon.pdf

Electricité fossile dans les TAAF : 100% gazole : <https://taaf.fr/collectivites/presentation-des-territoires/la-terre-adelie/>

Voiture

Choix effectué : prise en compte dans les FE des émissions amont des combustibles et des émissions de la fabrication des véhicules, car les émissions liées à la fabrication ne sont pas négligeables par km parcouru (contrairement à l'avion). Ces émissions liées à la fabrication sont mêmes prépondérantes (à 80%) dans le cas de véhicules électriques.

Jusqu'à juin 2020, la Base Carbone donnait les FE liés à la fabrication des voitures. Ces FE ont été supprimés de la Base Carbone lors de la révision des FE transport par km parcouru (juillet 2020), sauf pour les véhicules électriques et les véhicules hybrides.

Nous avons décidé de les garder dans GES1point5 car il nous paraît important d'avoir une approche empreinte globale cohérente entre tous les véhicules.

Valeurs des FE combustion et amont: celles de la Base Carbone.

Empreinte fabrication des véhicules GPL et GNV : même empreinte que les véhicules essence et diesel : 0,04 kgeCO₂/ km (qui sont les FE archivés de la Base Carbone pour ces 2 types de véhicules)

Les émissions liées aux infrastructures routières ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Motos

Des facteurs d'émission sont fournis dans la Base Carbone pour 2 types de motos : < 250 cm³ et > 250 cm³.

Nous souhaitons retenir un seul facteur d'émission pour les motos, sinon la collecte des données en serait très compliquée.

A titre conservateur, nous retenons donc le FE le plus élevé, c'est-à-dire celui des motos de plus de 250 cm³.

Comme pour les voitures, jusqu'à juin 2020, la Base Carbone donnait le FE lié à la fabrication des motos. Ce FE a été supprimé de la Base Carbone lors de la révision des FE transport par km parcouru (juillet 2020). Nous avons décidé de le garder dans GES1point5 car il nous paraît important d'avoir une approche empreinte globale : nous retenons le FE fabrication archivé pour les motos de moins de 750 cm³ en zone urbaine

Vélo et VAE

Vélo musculaire : fabrication + maintenance : 5 g eCO₂/ km ; consommation d'énergie (humaine) non prise en compte.

En l'absence de FE dans la Base Carbone de l'Ademe, FE vélo à assistance électrique retenu jusqu'en décembre 2020 (et saisi au titre de l'année 2019 dans GES1point5) : 9 g eCO₂ liés à la consommation d'électricité (émissions « amont ») + 7 g eCO₂ pour la fabrication et maintenance.

Depuis janvier 2021 (et saisi au titre de l'année 2020 dans GES1point5) : FE publiés par l'Ademe (FE amont et FE fabrication)

Source des FE retenus jusqu'en décembre 2020 (et saisi au titre de l'année 2019 dans GES1point5):

<http://www.avem.fr/actualite-est-ce-que-le-vae-est-polluant-5861.html>

« Fabrication et maintenance » abrégées en « Fabrication » dans le tableau des FE dans un souci d'harmonisation du libellé des FE.

Incertitude sur ces FE : en l'absence d'informations propres au vélo, valeur de l'incertitude proposée à 70% (comparable à celle des véhicules hybrides)

Trottinette électrique

En l'absence de FE dans la Base Carbone de l'Ademe, FE retenu jusqu'en décembre 2020 (et saisi au titre de l'année 2019 dans GES1point5): 61 g eCO₂/ pass.km

Depuis janvier 2021 (et saisi au titre de l'année 2020 dans GES1point5) : FE publiés par l'Ademe (FE amont et FE fabrication)

Justification du FE de 61 g eCO₂/ pass.km

Une étude a publié l'estimation du FE d'une trottinette à Paris :

Arcadis, 2019. *Extrait de l'étude portant sur l'impact environnemental des trottinettes électriques*. Étude de cas dans le contexte parisien. Novembre.

0.65g/pass.km pour la consommation énergétique (émissions « amont »)
60.5g/pass./km pour la fabrication
2.5 geqCO₂/pass..km pour la fin de vie
Soit un total de 64gCO₂e/pass.km

Dans un service de location, il faut en plus ajouter le transport et la collecte pour recharge soit 42g/km/pass. On atteint donc 106gCO₂e/pass.km dans le cas d'une utilisation en libre service.

L'hypothèse retenue dans GES 1point5 est que ceux qui vont régulièrement travailler en trottinette en ont une chez eux. Nous ne tiendrons donc pas compte des émissions liées à la collecte des trottinettes en libre service.

Par ailleurs, dans la Base Carbone, les FE liés à la fin de vie des véhicules ne sont pas pris en compte. Donc nous ne les prenons pas en compte non plus.

Une publication scientifique aboutit à des résultats très proches pour les FE :
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab2da8/pdf>

Incertitude sur ces FE : en l'absence d'informations propres à la trottinette, valeur de l'incertitude proposée à 70% (comparable à celle des véhicules hybrides)

Bus

Bus d'agglos de moins de 100 000 hab (assimilé à autobus urbain province du guide des facteurs d'émissions Ademe 2010¹) : 146 geCO2/pass.km pour la combustion et l'amont + 10 g eCO2 pour les émissions fabrication. Total : 156 geCO2/pass.km

Bus d'agglos de 100 à 250 000 hab (assimilé à autobus urbain province de Ademe 2010) : 137 g eCO2 pour la combustion et l'amont + 9 geCO2 pour les émissions fabrication. Total : 146 g eCO2 / pass.km

Bus d'agglos de + de 250 000 hab (assimilé à autobus Ile de France de Ademe 2010) : 129 g eCO2 pour la combustion et l'amont + 6 geCO2 pour les émissions fabrication. Total : 135 g eCO2 / pass.km

- Classe 1 : agglomérations de plus de 250 000 habitants
- Classe 2 : agglomérations de 100 000 à 250 000 habitants
- Classe 3 : agglomérations de moins de 100 000 habitants

Autobus - TAD - TPMP	Nombre de voyages	Émissions GES totales (FE 2017)	Distance moyenne par voyage (km)	Émissions GES (gCO2e / passager.km)
Classe 1	952 080	571 165 616	4,67	128,52
Classe 2	418 314	260 685 041	4,55	136,90
Classe 3	162 884	110 357 527	4,65	145,68

Juin 2021 : la Base Carbone ne fournit plus la décomposition entre les émissions Combustion et les émissions Amont des autobus par pass.km. Pour maintenir la cohérence avec les autres sources d'émission pour lesquelles nous avons cette décomposition, nous retenons la proportion de 80 % pour la combustion et de 20% pour l'amont : ceci correspond (à quelques décimales près) à la répartition que la Base Carbone avait établie jusqu'en juin 2020 pour les 3 catégories d'autobus.

La Base Carbone ne prend pas en compte les émissions de la fabrication des bus, alors que celles-ci ne sont pas négligeables : entre 3,8% (bus Ile de France) et 12,8% (minibus) des émissions dans la version 2010 des FE Ademe.

D'où ajout aux FE des bus de la Base Carbone actuelle la composante fabrication, en prenant les pourcentages des émissions dues à la fabrication donnés dans Ademe 2010 :

¹ Ademe, 2010. Bilan Carbone entreprises et collectivités, Guide des facteurs d'émission, version 6.1, p.25.

- bus d'agglos de moins de 100 000 hab et bus d'agglos de 100 à 250 000 hab (assimilés à autobus urbain province de Ademe 2010) : 93,8% des émissions totales pour la combustion et l'amont, 6,2 % des émissions totales pour la fabrication
- bus d'agglos de + de 250 000 hab (assimilé à autocar interurbain de Ademe 2010) : 95,4% des émissions totales pour la combustion et l'amont, 4,6 % des émissions totales pour la fabrication

Train

Considérer que les FE du train en France sont valables aussi pour les trains en Suisse.

FE en France des trajets en train < 200km : 10 g eCO₂ /pass.km de consommation d'énergie+ amont + 8 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication = 18 g eCO₂ / pass.km

FE en France des trajets en train >= 200 km (= trajets effectués en TGV) : 1,73 g eCO₂ /pass.km de consommation d'électricité, arrondi à 2g + 1 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication = 3 g eCO₂ / pass.km

Pour un trajet exclusivement international, FE retenu : 35g eCO₂/pass.km de consommation d'énergie + 2 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication = 37 g eCO₂/pass.km

Pour un trajet mixte en France et international, FE retenu : 15g eCO₂/pass.km de consommation d'énergie + 1 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication = 16 g eCO₂/pass.km

Justification de ces FE

FE des trains roulant exclusivement en France :

Pour les FE du train en France + Suisse, nous prenons 200 km comme limite inférieure pour les trajets en TGV : tous les déplacements inférieurs à 200 km sont effectués soit en TER, soit en train « Intercité » / grandes lignes. Tous ceux supérieurs ou égaux à 200 km le sont en TGV (ou trains équivalents, en Suisse).

- ***FE liés à la fabrication des trains***

Dans la Base Carbone, les FE des trains en France n'incluent pas les émissions liées à la fabrication des trains ni celles des infrastructures non encore amorties ou à entretenir.

Cela dit, les émissions liées à la fabrication des trains ne sont pas négligeables si on se réfère à l'étude ci-dessous :

	Consommation énergétique [g.eqCO ₂ /voy.km]	Amortissement construction [g.eqCO ₂ /voy.km]	Usure de l'infrastructure [g.eqCO ₂ /voy.km]	Total [g.eqCO ₂ /voy.km]
Autorail X 73 500	172,3	12,9	7,2	192,4
Autorail XGC tri caisse	102,1	8,7	4,8	115,6
Automotrice tri caisse	11,4	8,1	4,5	23,9
TGV Réseau	5,6	1,7	2,6	9,9
TGV Duplex	3,7	1,1	1,8	6,6

Source du tableau ci-dessus :

https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89missions_de_CO2_des_transports_ferroviaires_en_France

Les émissions de fabrication des trains contribuent dans une proportion de 7% à 17% dans le total des émissions par pass-km . C'est pourquoi, nous proposons de tenir compte des émissions liées à la fabrication des trains, comme nous l'avons fait pour les bus. Compte tenu du tableau ci-dessus, nous retenons les FE suivants pour la fabrication des trains français :

- 8 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication des TER, des trains inter-cités et grandes lignes
- 1 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication des TGV
 - *FE liés aux consommations d'énergie des trains (électricité ou diesel)*

Pour les trajets inférieurs à 200 km, nous retenons un FE des consommations d'énergie des trains de 10 g eCO₂ / pass-km, basé sur les éléments partiels trouvés :

- nous n'avons pas trouvé de données de trafic TER & trains hors TGV réparti en passagers-kms trains électrifiés versus trains diesel
- le FE des trains Intercités est de 5,29 g eCO₂ /pass.km, celui des TER 24,8g eCO₂ /pass.km, celui des Transiliens 4,1g eCO₂ /pass.km (valeurs 2019 de la Base Carbone mises à jour en juillet 2020)
- les proportions de kms de voies électrifiées pour les trains Corail, Corail Intercités, TER et Transiliens sont les suivantes :

Répartition de l'électrification par modes
de transport ferroviaire (grande vitesse, Corail, TER, urbain, fret)

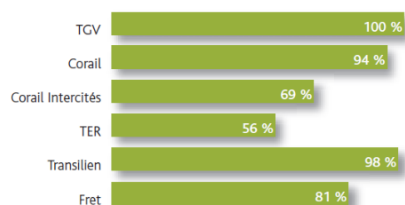


Illustration : électrification par type d'activité ferroviaire (source : SNCF)

Source : Simian B., 2018. Rapport final sur le verdissement des matériels roulants du transport ferroviaire en France, p.39

https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/cge/verdissement_flotte_ferroviaire.pdf

- Nous faisons l'hypothèse que les trajets effectués par les membres des labos sont majoritairement sur les lignes électrifiées (qui sont les lignes les plus fréquentées), par rapport aux lignes non électrifiées (en zones peu densément peuplées).

Pour les FE des consommations d'électricité des TGV (tous trajets ≥ 200 km) : la Base Carbone (mise à jour juillet 2020) indique 1,73 g eCO₂/pass-km. Nous l'arrondissons à 2g eCO₂/pass-km

FE des consommations d'énergie des trains effectuant partiellement ou totalement leur trajet à l'étranger

Source des estimations ci-dessous : note interne d'Emmanuel Lellouch (2019)

La Base Carbone affiche les valeurs suivantes dans sa mise à jour de juillet 2020. Ces valeurs sont inchangées dans la mise à jour de décembre 2020.

Pays	gCO ₂ e/ voyageur.km
Allemagne	66,8
Autriche	23,5
Belgique	48,4
Danemark	114
Espagne	51,4
Finlande	45,2
Grèce	66,2
Irlande	38,8
Italie	31,7
Luxembourg	39,7
Norvège	40
Pays bas	76,3
Portugal	61,5
Royaume Uni	75
Suède	12,9
Suisse	3,74

Facteurs d'émission par voyageur.km pour les déplacements en train à l'étranger (UIC – INFRAS - IWW, 2004)

La moyenne des pays limitrophes (Allemagne, Belgique, Pays-Bas, Royaume-Uni ; exception la Suisse) est de 67 g eCO₂/pass.km c'est-à-dire au moins 30 fois plus que le TGV.

Néanmoins, cette table représente une moyenne sur tous les types de trains. Si on se limite à un « TGV étranger », i.e. l'ICE allemand, on peut estimer sa consommation à 34 g eCO₂ / pass.km, i.e. plus de 15 fois plus que le TGV français. Si on admet qu'un Thalys, Eurostar ou Aléo fait typiquement 3/5 de son trajet en France, et 2/5 à l'étranger, et qu'on adopte 2 g eCO₂ / km pour la France, le FE pour l'un de ces trains est de $\frac{3}{5} * 2 + \frac{2}{5} * 34$, soit de 14,8 g eCO₂ / pass.km arrondi à 15 g eCO₂ / pass.km.

La moyenne sur tous les pays des valeurs dans le tableau ci-dessus est de 50 g eCO₂/pass.km.

- nous adoptons un chiffre de 15 g eCO₂ / pass.km pour les liaisons à grande vitesse mixtes vers les pays voisins.

- pour les trajets en train en Europe entièrement hors de France/Suisse, nous prenons 35 g eCO₂/pass.km. Cette valeur est sans-doute sous-estimée pour les trains locaux, mais suppose pour simplifier que les distances en train sont grandes et qu'on utilise donc des TGV étrangers type ICE.

A ces FE liés aux consommations d'énergie des trains à l'étranger, nous ajoutons les FE liés à la fabrication des trains, en prenant l'hypothèse de 2 g eCO₂/ pass.km pour les trajets uniquement à l'étranger et 1g eCO₂/ pass.km pour les trajets mixtes France-international. En effet, les trains empruntés par les membres des labos quand ils se déplacent à l'étranger sont a priori le plus souvent les trains à grande vitesse équivalents aux TGV français. Pour les trajets exclusivement à l'étranger, nous faisons l'hypothèse que les taux de remplissage sont un peu moins importants que les TGV français et qu'ils ne sont pas duplex (FE fabrication de 1,7 g pour les TGV non duplex, contre 1,1 g eCO₂/ pass.km pour les duplex). Pour les trajets mixtes, nous faisons l'hypothèse que ces trains ont le même taux de remplissage que les TGV en France et sont majoritairement des duplex.

Les émissions liées aux infrastructures ferroviaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

RER, tramway, métro

Nous faisons l'hypothèse que le nombre de passagers-kms en RER et métro est avant tout réalisé en Ile de France et que celui en tramway est avant tout effectué en province. De ce fait, dans la Base Carbone nous prenons les FE du RER transilien et du Metro Ile de France pour tout ce qui concerne les déplacements en RER et en métro, quelle que soit la ville ; pour le tramway, quelle que soit la ville, nous prenons les FE moyens du tramway des autres villes que Paris.

Nous retenons par ailleurs 1 g eCO₂ /pass.km pour la fabrication des RER, metros et tramways, en faisant l'hypothèse d'un taux de remplissage similaire à celui des TGV et d'émissions de GES similaires pour la fabrication de tous ces types de trains (cf partie ci-dessus sur les FE liés à la fabrication des trains).

Les émissions liées aux infrastructures ferroviaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Avion

Prise en compte des FE de la Base Carbone (version juillet 2020) sans les traînées, pour les 3 types de trajets : court, moyen et long courrier

Fabrication des avions non prise en compte dans les FE des trajets avion car considérée comme marginale, cf p.47-48 du guide Ademe 2010.

Estimation des distances : distances orthodromiques entre 2 villes + 95 km (conformément à la réglementation : « la distance entre deux aéroports doit être calculée en ajoutant 95 kilomètres à la distance orthodromique"). (Distance non calculée par rapport aux aéroports car nous n'avons pas toujours l'info sur l'aéroport qui a été emprunté.)

Justification du choix effectué pour les FE : exclusion des émissions des traînées de condensation, car la réglementation BGES invite à se référer au document Ministère de la transition écologique et solidaire, 2018. *Informations GES de prestations de transports, guide méthodologique*. Septembre. Dans ce document, p. 119, les facteurs d'émission pris en compte n'incluent pas les traînées : ce sont les valeurs des FE de la Base Carbone avant mise à jour juillet 2020, correspondant aux FE « combustion et amont » et excluant les émissions fugitives (traînées de condensation).

Pour la référence des distances orthodromiques, www.geonames.org/ et www.world-airport-codes.com donnent des résultats identiques.

Les émissions liées aux infrastructures aéroportuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Ferry passagers :

FE des ferrys pour des trajets de jour : 979 g eCO₂ / pass-km , dont 839 g eCO₂ / pass-km combustion HFO / MDO et 140 g eCO₂ / pass-km amont combustibles HFO/MDO

Hypothèse : les trajets effectués dans le cadre des missions des agents sont des trajets courts, qui sont effectués de jour.

Dans la mise à jour de juillet 2020 des FE transport dans la Base Carbone, les FE ci-dessus sont archivés comme obsolètes mais il n'y a pas d'autres valeurs. Nous retenons ces facteurs en attendant une nouvelle mise à jour de la Base Carbone.

Fabrication des navires non prise en compte dans le FE car « les émissions de fabrication sont "dans l'épaisseur du trait" comparées aux émissions d'utilisation, et sont en tout état de cause inférieures à la marge d'erreur liée au taux de remplissage et surtout à la vitesse du bateau, qui est prépondérante dans la consommation globale sur le trajet. » (p. 64 guide Ademe 2010)

Les émissions liées aux infrastructures portuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Bateaux :

FE utilisés : ceux de la Base Carbone, en fonction du carburant

FE fabrication des navires, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : prise en compte des émissions de fabrication négligeable, à l'image de celle des ferrys.

Les émissions liées aux infrastructures portuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.

Navires pour les campagnes de recherche en mer (campagnes océanographiques)

FE des navires utilisés pour les campagnes en mer : FE de combustion de 984 kgeCO₂/jour-mer, FE amont de 177 kgeCO₂/jour-mer, FE fabrication des navires négligeable

Le FE pertinent pour les campagnes océanographiques n'est pas le nombre de km effectués mais le temps passé à bord. Le FE est exprimé en gCO₂/jour-en mer. Donc, 3 personnes passant 10 jours en mer représentent 30 jours.mer. Le FE moyen de la flotte océanographique (obtenu par des discussions avec GENAVIR, l'opérateur de la flotte océanographique française) est estimé à 984 kgCO₂/jour-mer.

Il se base sur la consommation journalière (environ 10m³ de fioul par jour en moyenne) divisée par le nombre maximum de scientifiques embarqués (30 pour les navires hauturiers en moyenne), soit 0.3m³/scientifique/jour, ou encore 300 litres / scientifique par jour.

Conversion en gCO₂/scientifique par jour ou gCO₂/jour-mer : le facteur d'émission du HFO est de 3.64 kg CO₂e/kg. La densité moyenne du HFO est de 900 g/l (entre 800 et 1010). C'est plus élevé que ce que préconise l'ADEME qui utilise la valeur minimale de la densité du HFO (800 g/l). Donc, on a un facteur de conversion de 3.28 kgCO₂e/litre (amont et

consommation). Donc 300 l/personne par jour donne un FE de 984 kgCO_{2e}/personne par jour en mer.

C'est une sous-estimation car on ne tient pas compte des transits (les trajets des navires pour se rendre d'un point à un autre hors campagne océanographique) par manque d'info. De même, on suppose que les navires sont pleins en scientifiques. C'est la plupart du temps le cas mais pas toujours.

FE amont, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : 18% du FE combustion, ce ratio de 18% de FE amont / FE combustion étant celui du fioul lourd HFO

FE fabrication des navires, hypothèse retenue en l'absence d'autres informations : prise en compte des émissions de fabrication négligeable, à l'image de celle des ferrys.

Les émissions liées aux infrastructures portuaires ne sont pas prises en compte dans la Base Carbone et dans GES 1point5.