

Bilan Carbone : Fonctionnement et enjeux

Culture Sciences
de l'Ingénieur

Thibaut de MONT-MARIN

Édité le
13/09/2022

école
normale
supérieure
paris-saclay

Thibaut de Mont-Marin est étudiant en quatrième année à l'ENS Paris-Saclay dans le Département d'Enseignement et de Recherche Nikola Tesla. Cette ressource est issue d'un travail réalisé lors d'un stage en tant que consultant en développement durable au sein du cabinet de conseil en innovation Aster Fab. Ce texte a été relu par Luc Bachelet, consultant expert en écologie et climat.

Les gaz à effet de serre sont des gaz présents dans l'atmosphère qui retiennent une partie de la chaleur reçue par le soleil. Ces gaz peuvent être d'origine naturelle comme la vapeur d'eau ou d'origine humaine comme le dioxyde de carbone, le méthane, les gaz fluorés qui sont très utilisés dans les systèmes de réfrigération, ou encore le protoxyde d'azote. L'activité humaine, en particulier la consommation d'énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) qui représentent encore 83% de la consommation d'énergie primaire mondiale aujourd'hui, cause l'émission et l'accumulation de ces gaz en grande quantité dans l'atmosphère et provoque le dérèglement climatique.

Cette ressource détaille le fonctionnement et les enjeux du bilan des émissions de gaz à effet de serre des entreprises ou des particuliers.

1 – Le bilan carbone : à quoi ça sert ?

Les accords de Paris de 2015 ont fixé des objectifs mondiaux de limite du réchauffement climatique à +1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle (l'année de référence étant 1750). L'un des principaux leviers pour y parvenir est de réduire les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) [1]. Le CO₂ est le plus connu des gaz de cette famille, c'est pourquoi le bilan GES des entreprises est calculé en quantité d'équivalent CO₂. C'est en quelque sorte l'étalon des gaz à effet de serre, le pouvoir réchauffant des autres gaz à effet de serre est exprimé en quantité de CO₂ nécessaire pour atteindre le même niveau de réchauffement sur plusieurs années (en général 100 ans). Cette valeur est appelée le Potentiel de Réchauffement Global (PRG) [1].

En France, la Stratégie Nationale Bas Carbone¹ fixe des objectifs précis pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Elle fixe les efforts de chaque industrie/secteur de l'économie afin d'atteindre ces objectifs. En effet, tous les secteurs d'activités ne polluent pas de la même manière et les objectifs prennent en compte d'un côté la part des émissions du pays due à chaque industrie/secteur, mais aussi leur capacité à réduire leur dépendance à la consommation d'énergie fossile dans leur chaîne de valeur. Cette stratégie peut paraître très ambitieuse mais elle traduit le chemin à prendre pour limiter le réchauffement à +1,5°C par rapport à l'ère préindustrielle, ainsi elle demande une baisse des émissions moyenne de 6% par an, pour comparaison la crise du COVID n'a causé une baisse temporaire que de 4% de ces émissions.

¹ Introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV), La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) est la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique, voir [site du Ministère de la Transition écologique](#)

Trajectoire des émissions et des puits de gaz à effet de serre sur le territoire national entre 2005 et 2050 dans le scénario AMS

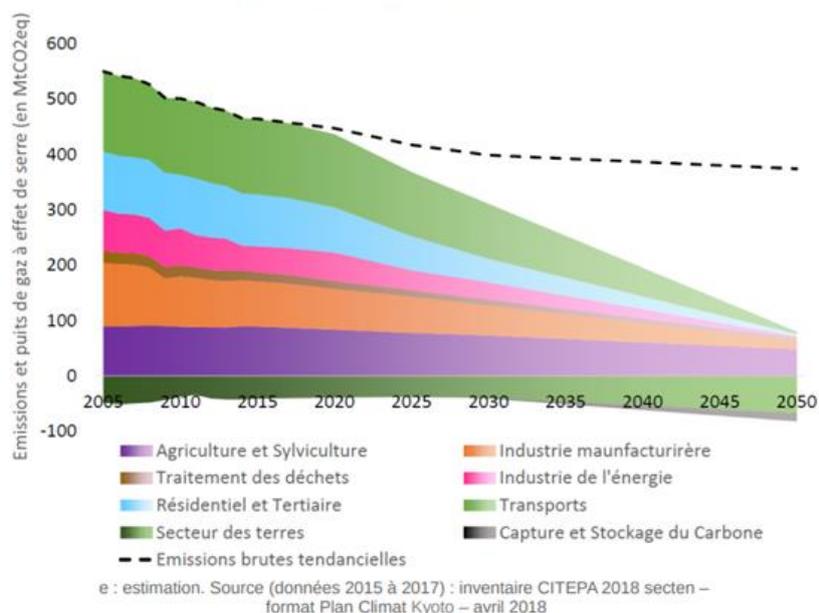


Figure 1 : Émissions Françaises réelles entre 2005 et 2017 et trajectoire jusqu'en 2050, source [2]

La comptabilité carbone regroupe l'ensemble des méthodes permettant de comptabiliser et classer les émissions de gaz à effet de serre dues à une ou plusieurs activités (à l'échelle d'un individu, d'une entreprise ou d'un pays par exemple). Elle permet de placer un diagnostic de la dépendance aux énergies fossiles de l'activité/ l'individu/ l'entreprise/ le pays et de déterminer si une entreprise émet des quantités de GES compatibles avec ces objectifs.

En 2015, la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) rend obligatoire le calcul et la communication annuelle de l'empreinte carbone des entreprises de plus de 500 employés. La comptabilité carbone est donc un moyen de quantifier la contribution au réchauffement climatique d'une entreprise, de comprendre la dépendance de son activité aux énergies fossiles et de suivre l'évolution de ses émissions dans le temps, mais elle permet également à l'entreprise de déterminer les parties les plus émettrices de leur activité afin de cibler leurs efforts de réduction.

2 – Cadre et classifications des émissions

2.1 - Les référentiels de comptabilité carbone

Afin de pouvoir comparer les émissions de différentes entreprises, des référentiels de calculs ont été mis en place. Tout comme les normes de comptabilité classique, ces référentiels permettent de catégoriser et regrouper les différentes sources d'émissions d'une entreprise, que l'on appelle postes d'émissions, et d'obtenir un bilan comparable entre entreprises.

Il existe deux référentiels majeurs pour comptabiliser les émissions de gaz à effet de serre :

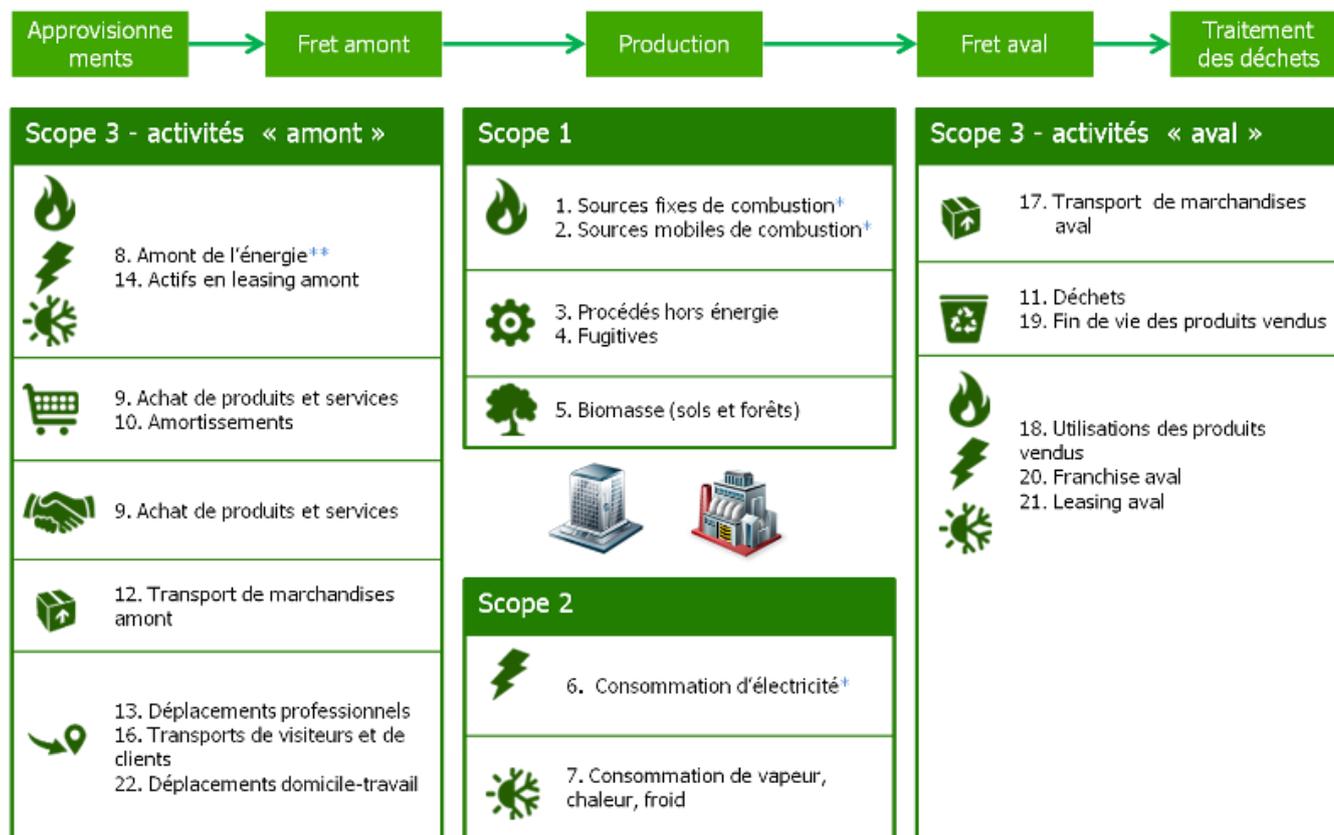
- Le GHG protocol (GreenHouse Gas protocol) créé en 1998 à la suite du protocole de Kyoto est le référentiel de calcul d'émissions le plus répandu à l'international ;
- Le Bilan Carbone® mis en place par l'ADEME (Agence De l'Environnement de la Maîtrise de l'Energie) en 2004, qui est le plus utilisé en France.

Le Bilan Carbone et le GHG protocol sont de loin les référentiels les plus utilisés et sont très proches l'un de l'autre : le Bilan Carbone® étant une version élargie du GHG protocol, le calcul des

émissions reste très proche pour ces deux méthodes. La suite de l'article traite de la méthodologie Bilan Carbone® mais est donc largement valable pour le GHG protocol.

2.2 - La classification des sources d'émissions

Les émissions d'une entreprise sont catégorisées en 3 « scopes » et 22 « postes » d'émissions.



* Utiliser uniquement la part combustion des facteurs d'émissions

** Utiliser uniquement la part amont des facteurs d'émissions

Figure 2 : Les postes d'émissions, source [4]

- **Le scope 1** correspond aux « Émissions directes de gaz à effet de serre », ce sont les émissions liées directement à l'activité de l'entreprise comme la consommation de gaz, de carburant ou l'utilisation de fluides frigorigènes.
- **Le scope 2** correspond aux « Émissions indirectes liées à l'énergie », il est principalement lié à la consommation d'électricité. En effet, la consommation d'électricité ne produit pas en elle-même d'émissions sur le lieu de sa consommation, mais au niveau de la centrale de production. Ces émissions sont liées à la production d'électricité qui consomme différents carburants selon les pays [4] (centrales à charbon, à gaz, nucléaire, éolienne, géothermique ou solaire entre autres) et à la construction de l'infrastructure (construction de centrales, de lignes de distribution, etc.) et peut drastiquement modifier l'intensité en gaz à effet de serre de la production électrique.
- Enfin **le scope 3** correspond aux « Autres émissions indirectes », il comprend entre autres les émissions des produits achetés et vendus, du transport de marchandises et des salariés et regroupe pour un grand nombre d'entreprises (en dehors des industries lourdes qui consomment beaucoup d'énergie) la grande majorité des émissions. Il est divisé en deux sous parties :

- Le scope 3 **amont** regroupe toutes les émissions ayant lieu en amont de la production des biens ou services par l'entreprise. Ainsi une entreprise achetant des biens comptabilisera dans son bilan les émissions liées à leur fabrication (production et transport des matières premières, transformation et transport des produits transformés).
- Le scope 3 **aval** quant à lui regroupe les émissions en aval de l'activité tels que l'utilisation des produits vendus, la fin de vie des produits ou les achats de services. Par exemple, pour une entreprise vendant de la viande, les émissions liées à l'utilisation des produits vendus correspondra au stockage de cette viande dans le réfrigérateur du consommateur ainsi que l'énergie utilisée pour la cuire (basées sur des ratios moyens). La fin de vie des produits vendus correspondra aux émissions liées au traitement des packaging jetables dans lesquels cette viande était emballée.

La structure de ces calculs implique que les émissions à l'échelle d'un territoire, d'un pays ou même du monde ne sont pas la somme des émissions des entreprises implantées dans ces zones. Ainsi le scope 3 aval d'une entreprise sera également le scope 3 amont d'autres entreprises clientes. En effet l'objectif du bilan carbone est de déterminer la dépendance aux énergies fossile d'une entreprise ainsi que de sa chaîne de valeur afin d'obtenir une responsabilisation plus grande de chaque partie prenante et une réduction des émissions de toute la chaîne de valeur en question. Un autre mode de calcul permet de déterminer les émissions à l'échelle d'un pays : l'inventaire national, qui contient les émissions des ménages, les émissions liées à la production intérieure (hors exportation) et les émissions associées aux exportations.

3 – Le calcul des émissions

Pour calculer les émissions liées à l'achat d'un bien ou d'un service, on utilise des facteurs d'émissions. Ces facteurs représentent la quantité de GES émise en moyenne pour la confection d'un produit. Ils sont généralement exprimés en kg de CO2 équivalent par kilo ou unité de produit. Plusieurs bases de données produisant des facteurs d'émissions sont disponibles. La base carbone de l'ADEME est la plus grande base de données publique française et gratuite de facteurs d'émissions mais il en existe d'autres comme la base IMPACT, également gérée par l'ADEME qui propose des émissions de GES pour différentes transformations de produits, la base Ecoinvent se focalise davantage sur les produits chimiques plus complexes, en revanche elle est payante. Étant donné que les modes de consommation et de production diffèrent d'un pays à l'autre, il existe également d'autres bases de données nationales dans d'autres pays comme l'Emission Factor DataBase (EFDB) pour les états unis par exemple.

3.1 - Les facteurs d'émission d'achats de biens

Voici quelques exemples de facteurs d'émissions :

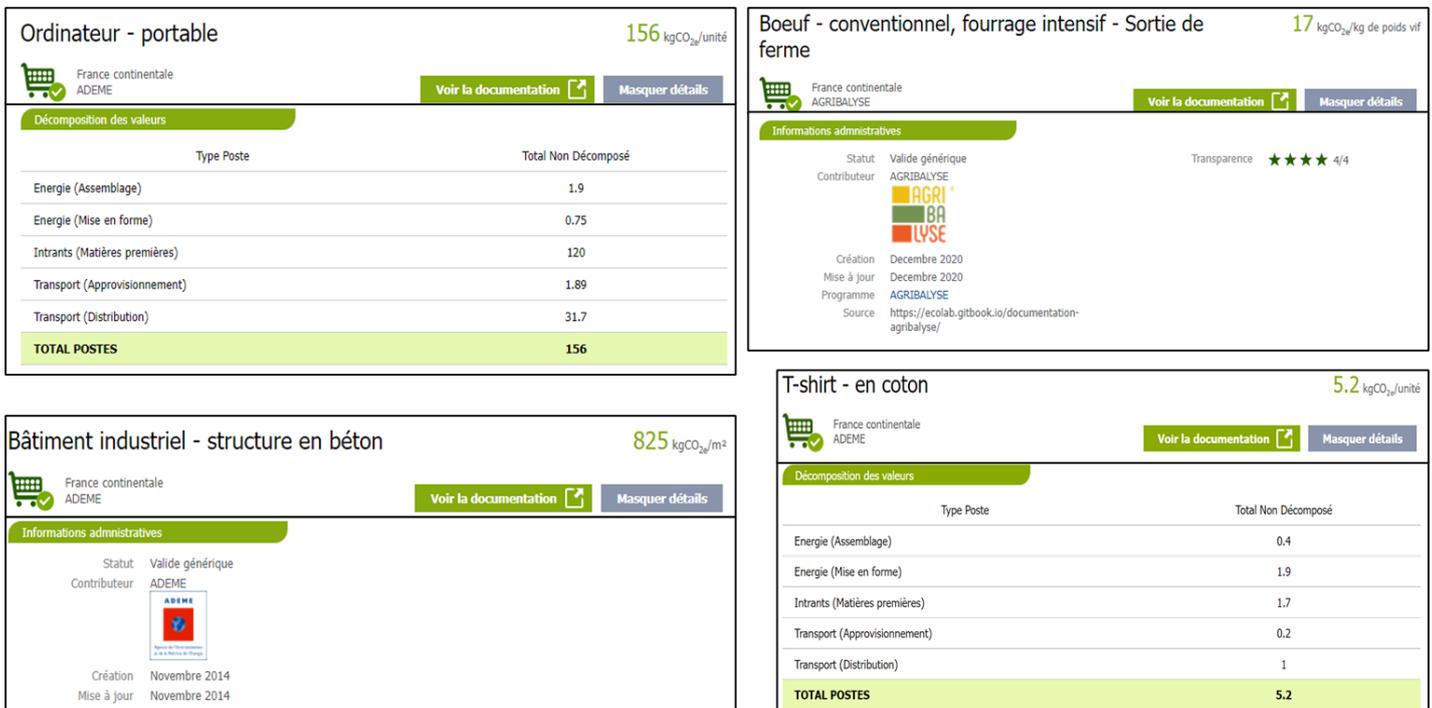


Figure 3 : Exemples de facteurs d'émissions, source [5]

Par exemple, la production et l'acheminement jusqu'au consommateur final d'un T-shirt en coton émet en moyenne 5,2 kg d'équivalent CO₂. Ce facteur prend en compte les émissions induites par la production du coton (Intrants fertilisants, énergie des machines agricoles et textiles, produits de traitement de la plante, de la fibre, etc.), les émissions liées au transport de ce coton jusqu'au lieu de transformation en T-shirt (Approvisionnement), les émissions de l'énergie liée à la fabrication du T-shirt à partir des matières premières (Assemblage et mise en forme) et les émissions moyennes liées au transport de ce T-shirt jusqu'au lieu de vente final (Distribution). Ces émissions étant des moyennes mondiales, la part des émissions liées à la distribution est souvent retirée de ce facteur et calculée à part lorsque l'on connaît le lieu de production et de destination. Ces facteurs d'émissions sont appelés « Cradle to gate » et comprennent toutes les émissions engendrées par la fabrication et l'acheminement des produits jusqu'à leur lieu de vente. On peut noter qu'il existe également des facteurs d'émissions « Cradle to grave » qui comprennent également les émissions dues à l'utilisation du produit (lavages dans le cas du T-Shirt) et à sa fin de vie (recyclage, incinération...) et qui sont parfois beaucoup plus importantes que les émissions de production.

3.2 - Le calcul des émissions du fret

Les émissions du transport de marchandises sont calculées en proportion de la charge transportée en moyenne. On prend en compte le type de carburant, la consommation moyenne du moyen de transport ainsi que les émissions liées à sa construction que l'on rapporte aux poids de denrées effectivement transportées en moyenne. Par exemple pour un bateau transportant en moyenne 500 kg de marchandises, un produit pesant 50 kg prendra 10% des émissions du trajet, en revanche un produit pesant 5 kg n'en prendra qu'un pourcent.

Cargo - 10 000 à 20 000 tonnes - HFO-MGO 0.0132 kgCO₂/t.km

France continentale
GT Transport Base Carbone

[Voir la documentation](#) [Masquer détails](#)

Décomposition des valeurs

Type Poste	Total Non Décomposé
Amont (Carburant)	1.21E-3
Combustion (Carburant)	0.012
TOTAL POSTES	0.0132

Articulé - 34 à 40 tonnes - Diesel routier, incorporation 7 % de biodiesel 0.0823 kgCO₂/t.km

France continentale
GT Transport Base Carbone

[Voir la documentation](#) [Masquer détails](#)

Décomposition des valeurs

Type Poste	Total Non Décomposé
Amont (Carburant)	0.0154
Combustion (Carburant)	0.0631
Fabrication	3.80E-3
TOTAL POSTES	0.0823

Train - Motorisation moyenne - Chargement moyen 9.59E-3 kgCO₂/t.km

France continentale
GT Transport Base Carbone

[Voir la documentation](#) [Masquer détails](#)

Décomposition des valeurs

Type Poste	Total Non Décomposé
Amont (Carburant)	1.54E-3
Combustion (Carburant)	5.05E-3
Fabrication	3.00E-3
TOTAL POSTES	9.59E-3

Avion cargo - 26 à 100 tonnes, <500 kms, 2018 - AVEC trainées 5.43 kgCO₂/t.km

France continentale
GT Transport Base Carbone

[Voir la documentation](#) [Masquer détails](#)

Décomposition des valeurs

	CO2f	CHF	CH4	N2O	Divers	Autre gaz	TOTAL	CO2b
Amont (Carburant)	0.464	3.00E-4	0	0.0181	0	0	0.482	0
Combustion (Carburant)	2.44	0.0232	0	0.0232	0	0	2.49	0
Emissions fugitives (Trainées de condensation)	0	0	0	0	2.46	0	2.46	0
Fabrication	1.45E-3	0	0	0	0	0	1.45E-3	0
TOTAL	2.91	0.0235	0	0.0413	2.46	0	5.43	0

*On utilise ici les PRG du 5ème rapport du GIEC (2013).

Figure 4 : Exemples de facteurs d'émissions de fret, source [6]

Reprenons l'exemple précédent du T-shirt, en considérant que ce dernier fait en moyenne 300 grammes et qu'il a été transporté par cargo depuis la Chine jusqu'à Paris. Il effectuera donc en moyenne un trajet de 253 km en camion et 21 180 km en bateau jusqu'au port du Havre puis 200 km de camion jusqu'à Paris.

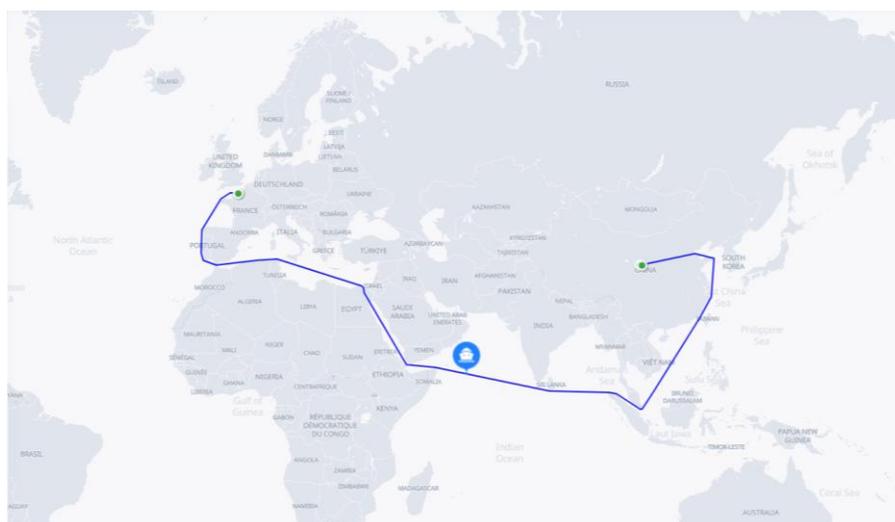


Figure 5 : Exemple de trajet d'un bien de chine en France, source [7]

Le transport de ce T-shirt représente donc 0,076 tonne.km en camion et 6,35 tonne.km en bateau. En utilisant les facteurs d'émissions correspondant on en déduit que le transport de ce T-shirt a émis 90,12 grammes d'équivalent CO₂, beaucoup plus faible que la valeur d'un kilo comprise dans le facteur de base du T-Shirt pour le transport (figure 3). Il est normal d'avoir une forte incertitude sur ces émissions de transport car les facteurs d'émissions génériques doivent être valables peu importe le pays de fabrication, le pays d'arrivée et le mode de transport des produits et c'est pourquoi cette partie du facteur est souvent recalculée lorsque des informations supplémentaires sont disponibles. Par exemple le mode de transport influe considérablement sur la valeur des émissions finales, en regardant la figure 4 on se rend compte que transporter sur une même distance un produit en avion rejette 66 fois plus d'équivalent CO₂ qu'en camion, 411 fois plus qu'en bateau et 566 fois plus qu'en train !

3.3 - Le calcul des émissions des achats de services

L'achat de services entre lui aussi dans le scope 3. En effet les entreprises de service (agences de communication, banques, commissaires aux comptes, ...) émettent également des GES pour leur fonctionnement. Ainsi pour chaque euro dépensé dans ces entreprises, une part de leurs émissions sera comptabilisée dans le bilan de l'entreprise ayant acheté leurs services.

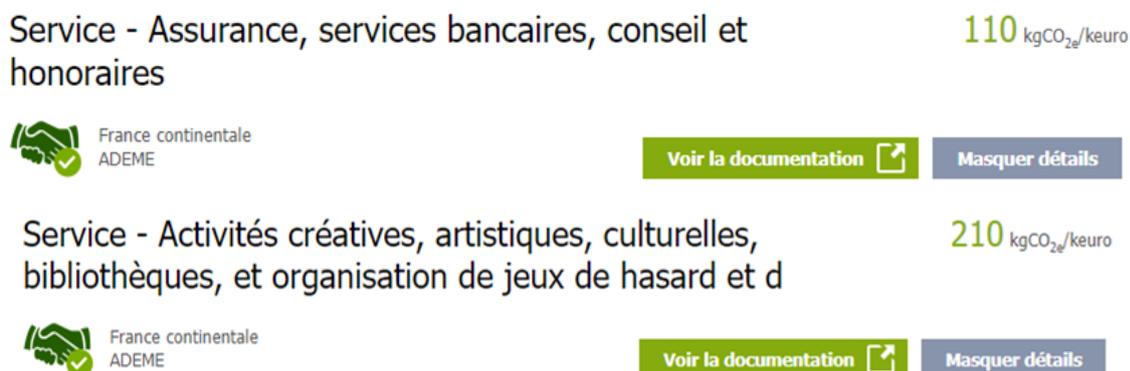


Figure 6 : Exemples de facteurs d'émissions liés aux services, source [8]

Ainsi la plupart des activités des entreprises pourra être traduite en équivalent CO₂, lui permettant d'estimer son impact en termes de GES et de déterminer où les efforts les plus conséquents sont à fournir pour réduire son bilan.

4 – Bilan GES et communication

Le bilan carbone n'étant pas une fin en soi, les entreprises l'utilisent soit à des fins de communication (par obligation légale ou non) soit dans un but de réduction des émissions.

Le bilan carbone est devenu au cours de la dernière décennie un argument de communication très prisé des entreprises de toutes tailles. Les consommateurs étant de plus en plus attentifs à ce genre de problématiques, les campagnes basées sur les résultats des bilans carbone sont de plus en plus nombreuses. Malheureusement le poids financier de ces campagnes pousse certaines entreprises à « verdier » artificiellement leurs résultats.

Prenons l'exemple d'une entreprise qui fabrique des shampoings. Le poste d'émission le plus important de son bilan est connu à l'avance : c'est le poste d'utilisation des produits vendus. En effet l'énergie nécessaire à chauffer l'eau de rinçage des cheveux chez le consommateur final engendre des émissions qui surpasseront les autres postes dans la majorité des cas. Certains tendent à dire que ces émissions ne sont pas représentatives de leur fonctionnement et communiquent plutôt sur leur périmètre « opérationnel » qui ne comprend que les scopes 1 et 2, et non le périmètre « élargi » qui correspond à tous les postes du bilan. Pour la grande majorité des entreprises (hors secteur de l'industrie lourde) le scope 3 représente plus de trois quarts de ces émissions, il est donc important de regarder de quels scopes ces entreprises parlent lors de ces communiqués.

Un exemple de la page LinkedIn de TotalEnergies ne mentionnant que les scopes 1 et 2 :

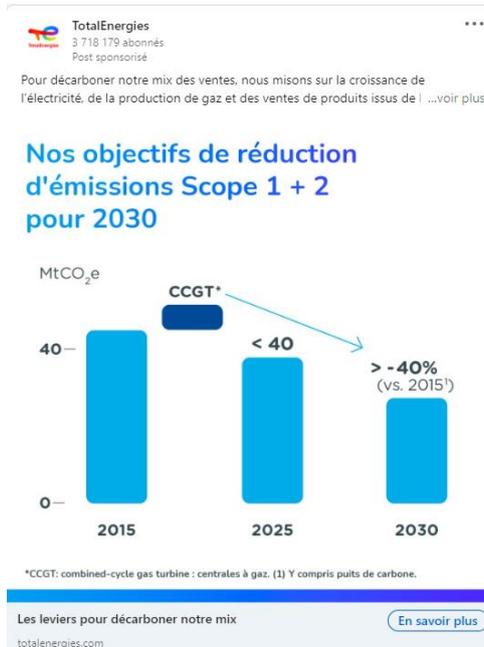


Figure 7 : Communication de TotalEnergies sur LinkedIn, Mai 2022, source [9]

Pour information les émissions de TotalEnergies des scopes 1 et 2 totalisent une quarantaine de millions de tonnes par an qui sont liées aux activités de forages, aux bureaux, transports des employés et autres contre plus de 400 millions de tonnes pour leur scope 3 [10] qui correspond à l'utilisation des produits vendus (émissions liées à la combustion du pétrole et gaz vendu). Les émissions de TotalEnergies ne sont donc pas réduites de 40%, c'est 10% de leurs émissions qui seront réduites de 40% soit une baisse générale de 4% du bilan complet.

5 – Les limites du bilan GES

La méthodologie bilan carbone a plusieurs limites : l'une d'entre elles est qu'elle ne considère que les émissions de GES d'une entreprise, les autres impacts environnementaux ne sont pas représentés dans le bilan. Certaines entreprises ont un très fort impact environnemental (consommation d'eau, érosion des fonds marins ou de la biodiversité, déforestation) mais qui ne se voit pas à travers le prisme des gaz à effet de serre. Même si le bilan GES est actuellement le plus médiatisé, la totalité des critères RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) des entreprises est à prendre en compte pour avoir une idée de son impact réel.

De plus le bilan est souvent exprimé par unité de produit vendu, empreinte carbone moyenne d'un achat, ce qui donne une vision très partielle de l'impact. En effet pour une entreprise donnée, réduire l'empreinte de ses produits ne signifie pas forcément baisser son empreinte carbone. L'augmentation du nombre de produits vendus va à l'encontre de la réduction d'émissions, c'est la raison pour laquelle certains écologistes prônent la « décroissance » et la sobriété [11] comme moyen privilégié de réduction d'émissions. Dans de nombreux secteurs il est donc presque impossible de conjuguer croissance économique et réduction réelle de l'impact.

Le bilan carbone est donc un outil très efficace pour estimer grossièrement ses émissions en tant qu'entreprise ou particulier mais il faut rester vigilant quant à son utilisation. Aujourd'hui un travail conséquent est fait par les scientifiques et activistes du climat pour vulgariser les problématiques environnementales souvent complexes et éduquer les populations aux enjeux futurs.

Références :

[1] : Concepts et chiffres de l'énergie : Émissions de CO₂, D. Chareyron, H. Horsin Molinaro, B. Multon, septembre 2020, https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/les-chiffres-de-lenergie-emissions-de-co2

[2]: Guivarch, Céline. (2020). Quelles transformations pour l'atténuation du changement climatique ? Des trajectoires d'émissions mondiales à la trajectoire française. Comptes Rendus. Géoscience. 352. 10.5802/crgeos.23.

[3]: <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/contenu/index/page/categorie/siGras/0>

[4]: <https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity>

[5]: <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter/choix-categorie/categorie/8/siGras/1>

[6]: <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter/choix-categorie/categorie/6>

[7]: <https://www.searates.com/services/distances-time/>

[8]: <https://bilans-ges.ademe.fr/fr/basecarbone/donnees-consulter/choix-categorie/categorie/9>

[9]: https://www.linkedin.com/posts/totalenergies_totalenergies-is-focused-on-its-ambition-activity-6926834502270914560-z_Xe?utm_source=linkedin_share&utm_medium=member_desktop_web

[10]: <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/accord-de-paris-la-croissance-de-total-au-defi-des-emissions-de-co2-1273580>

[11]: Concepts et chiffres de l'énergie : Sobriété et gestion des matières premières, D. Chareyron, H. Horsin Molinaro, B. Multon, mai 2021, https://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay/ressources_pedagogiques/concepts-chiffres-energie-sobriete-et-gestion-des-matieres-premieres