



I. Introduction :

La méthode Bilan Carbone® a été élaborée par l'**ADEME** (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie). « Bilan Carbone® » est une marque déposée de l'ADEME.

Le présent document a pour seule vocation de décrire les principes de base qui sont utilisés pour réaliser une quantification des émissions de gaz à effet de serre (**GES**) avec un tableur Excel prenant en compte la méthode Bilan Carbone®.

II. Objectifs et généralités sur la méthode :

II-1. Principe d'ensemble :

La méthode « Bilan Carbone® » permet d'évaluer, en ordre de grandeur, **les émissions de gaz à effet de serre (GES)** engendrées par l'ensemble des processus physiques qui sont nécessaires à l'existence d'une activité humaine, dès lors qu'il est possible de lui donner une frontière. Par « processus physique nécessaire », il faut comprendre que le **produit** examiné n'existerait pas sous sa forme actuelle, ou avec ses contours actuels, si le processus physique en question n'était pas possible.

L'un des points fondamentaux de **la méthode consiste à mettre sur un pied d'égalité les émissions de gaz à effet de serre qui prennent directement place au sein du produit avec les émissions qui prennent place à l'extérieur de ce produit (cycle de vie du produit)**, mais qui sont la contrepartie de processus nécessaires à l'existence de l'activité liée à ce produit.

Dans cette deuxième catégorie, on trouvera par exemple :

- les émissions de production de l'électricité pour un fabricant de semi-conducteurs (car sans électricité la production de semi-conducteurs sous sa forme actuelle s'arrête),
- les émissions d'un camion affrété par une entreprise alors qu'il ne lui appartient pas, mais qu'il est nécessaire au transport des produits fabriqués vers les clients (sans ce transport l'activité n'est plus configurée de la même manière),
- les émissions de fonctionnement d'une voiture à essence ou à diesel vendue par un constructeur, car il est nécessaire que ces émissions aient lieu pour qu'un constructeur puisse vendre ces voitures-là et pas d'autres (une voiture à essence qui ne peut pas émettre est une voiture qui ne peut rouler et il n'y aurait probablement pas beaucoup de clients pour cela !)

L'une des conséquences de la prise en compte, par la méthode, des émissions directes et indirectes est bien entendu une indifférence totale à la localisation des émissions de gaz à effet de serre analysées. Ce choix se justifie par les très longues durées de résidence dans l'atmosphère des gaz en question une fois émis : il faut en effet 10 ans pour que le méthane commence à s'épurer et de l'ordre du siècle ou plus pour tous les autres gaz significatifs (sauf l'ozone).

Sachant qu'il faut environ une année pour que l'air s'homogénéise entre les hémisphères, il est facile de comprendre que le lieu d'émission de ces gaz est sans influence sur leur effet de serre futur, ce qui justifie qu'une méthode d'inventaire mette sur un pied d'égalité toutes les émissions effectuées pour le compte de d'un produit examiné, sans distinction de lieu.

Cette comptabilisation simultanée des émissions internes et externes amène inévitablement la question de la responsabilité : faut-il se considérer comme « responsable » de toutes les émissions prises en compte dans le Bilan Carbone® ? En fait, le degré de responsabilité s'appréciera au cas par cas, en fonction des émissions considérées, du contexte d'ensemble, et, fatalement, de ses propres critères. L'inscription d'émissions dans un Bilan Carbone® signifie simplement que le produit tire un bénéfice du processus situé chez autrui ou chez elle et qui a engendré des émissions. Pour l'essentiel des exploitations faites avec le résultat, la question de la responsabilité peut rester en suspens sans que cela ne nuise à l'analyse.

Mentionnons pour finir que le Bilan Carbone® peut s'utiliser pour faire du reporting dans le cadre de la **norme ISO 14064**, du GHG Protocol, du Carbon Disclosure Project, ou bien évidemment dans tout rapport annuel. Dans tous ces cas, la référence à la méthode doit être explicite avec la publication des résultats.

II-2. Principe du facteur d'émission :

Dans la très grande majorité des cas, il n'est pas envisageable de mesurer directement les émissions de gaz à effet de serre résultant d'une action donnée. En effet, si la mesure de la **concentration** en gaz à effet de serre dans l'air est devenue une pratique scientifique courante, ce n'est qu'exceptionnellement que les **émissions** peuvent faire l'objet d'une mesure directe.

La seule manière d'estimer ces émissions est alors de les obtenir par le calcul, à partir de données dites d'activité : nombre de camions qui roulent et distance parcourue, nombre de tonnes d'acier achetées, etc. La méthode Bilan Carbone® a précisément été mise au point pour permettre de convertir, dans un laps de temps raisonnable, ces données d'activités en émissions estimées. Les chiffres qui permettent de convertir les données observables dans l'entité en émissions de gaz à effet de serre, exprimées en **équivalent carbone**, sont appelés des **facteurs d'émission**.

Comme l'essentiel de la démarche est basé sur des facteurs d'émission moyens, **cette méthode a pour vocation première de fournir des ordres de grandeur**. Cela n'empêchera pas, cependant, d'en tirer des conclusions pratiques, car, bien souvent, quelques postes faciles à estimer seront prépondérants dans le total des émissions.

III. Principes et limites de la comptabilisation Bilan Carbone® :

III-1. Gaz retenus et unités de mesure :

III-1-1. Gaz à effet de serre retenus :

Pour l'heure, toutes les méthodes normalisées d'inventaire des émissions de gaz à effet de serre partagent quelques caractéristiques :

- seuls sont comptabilisés les gaz directement émis, et non ceux qui apparaissent dans l'atmosphère à la suite de réactions chimiques ou photochimiques grâce à des émissions de précurseurs (cas de l'ozone) ;
- seuls sont comptabilisés les gaz émis dans la troposphère (plus basse couche de l'atmosphère), et non ceux émis dans la stratosphère (cas d'une partie des émissions des avions en vol).

Les gaz à effet de serre qui correspondent à cette définition sont essentiellement ceux qui sont repris dans le cadre du protocole de Kyoto - initiative internationale en matière de réduction des gaz à effet de serre :

- le gaz carbonique (**CO₂**) d'origine fossile, dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre du siècle,
- le méthane (**CH₄**), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre de la décennie,
- l'oxyde nitreux (**N₂O**), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre du siècle,
- les hydrofluorocarbures (**C_nH_mF_p**), dont la durée de résidence dans l'atmosphère s'échelonne de quelques semaines à quelques siècles,
- les perfluorocarbures (**C_nF_{2n+2}**), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de l'ordre de quelques siècles à plusieurs dizaines de millénaires,
- l'hexafluorure de soufre (**SF₆**), dont la durée de résidence dans l'atmosphère est de quelques milliers d'années.

Il y a d'autres gaz à effet de serre bien connus, notamment **la vapeur d'eau** et les **CFC** (Carbofluorocarbures), qui répondent aux deux caractéristiques pré-citées mais qui ne sont pas inclus dans le protocole de Kyoto, pour l'une des deux raisons suivantes :

1. ils sont déjà régis par un autre accord international (cas des CFC), parce que leur effet « nocif » ne se limite pas à l'augmentation de l'effet de serre,
2. leurs émissions n'ont pas d'effet direct sur la concentration dans l'atmosphère (cas de la vapeur d'eau émise par l'homme dans la troposphère),

Le fondement de l'inventaire Bilan Carbone® étant d'évaluer l'ensemble des émissions de GES - ayant un impact sur le climat - inhérentes au fonctionnement actuel d'une activité, le Bilan Carbone® prend en compte les natures de GES les plus larges possibles dès lors que le niveau des connaissances scientifiques le permet.

Aussi dans le Bilan Carbone® sont comptabilisés :

- les gaz directement émis, et non ceux qui apparaissent dans l'atmosphère à la suite de réactions chimiques ou photochimiques grâce à des émissions de précurseurs (cas de l'ozone);
- tous les GES ayant un impact « évaluable » sur le climat ; à savoir les GES du Protocole de Kyoto, mais aussi les CFC, la vapeur d'eau des avions dans la stratosphère mais pas la vapeur d'eau émise par l'homme dans la troposphère.

Cas du CO₂ d'origine organique :

Selon les circonstances, certains formats d'inventaire en tiennent compte quel que soit le montant des émissions, d'autres non, et enfin d'autres encore ne tiennent compte que de la fraction du flux montant (les émissions) qui n'est pas contrebalancée par un flux descendant (la capture par la photosynthèse) au moins aussi important.

Le Bilan Carbone® étant essentiellement destiné à des pays industrialisés, où il n'y a pas de déforestation, il ne prend pas en compte les émissions de CO₂ organique provenant de la combustion de la biomasse (bois, déchets...). En effet, ces dernières sont généralement plus que contrebalancées par l'accroissement forestier annuel. C'est notamment le cas de la France où l'accroissement forestier correspond à un flux descendant bien plus important que ce qui est émis au titre du flux montant (brûlis sur champs, chauffage au bois, etc).

Cela explique que, pour une installation de traitements de déchets organiques qui produit du méthane, si ce dernier va directement dans l'air, il doit être pris en compte au titre du Bilan Carbone®, mais s'il est préalablement brûlé et transformé en CO₂ (d'origine organique pour le coup), les émissions deviennent alors nulles (sauf pour les éventuelles fuites de méthane).

III-1-2. Comparaisons entre gaz :

L'effet du relâchement dans l'atmosphère d'un kilo de gaz à effet de serre n'est pas le même quel que soit le gaz. Chaque gaz à effet de serre possède un « **pouvoir de réchauffement global** » ou **PRG**, qui quantifie son « impact sur le climat au bout d'un certain temps ». En termes scientifiques, le PRG_N est le rapport entre, d'un côté, le forçage radiatif cumulé – sur une durée de N années – engendré par un kg du gaz considéré et, de l'autre côté, la même grandeur pour le CO₂.

Plus ce PRG_N est élevé et plus l'effet de serre additionnel engendré par le relâchement d'un kilo de ce gaz dans l'atmosphère est important comparativement au CO₂ au bout de N années. Puisque, par convention, le PRG_N compare toujours les gaz à effet de serre au CO₂, le PRG_N du CO₂ vaut donc toujours 1, quelle que soit la valeur de N.

La présente méthode est basée sur les PRG₁₀₀, dits encore « PRG à 100 ans », qui figurent dans le rapport 2001 du GIEC [Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat] (Climate Change 2001, The Scientific Basis). La dénomination la plus courante du PRG à 100 ans est « l'équivalent CO₂ », puisque cette unité désigne, pour un kg de gaz à effet de serre, le nombre de kg CO₂ qui produirait la même perturbation climatique au bout d'un siècle.

Outre l'équivalent CO₂ ou PRG, l'autre unité courante de mesure des gaz à effet de serre est l'équivalent carbone. Pour le gaz carbonique, l'équivalent carbone désigne tout simplement le poids du seul carbone dans le composé CO₂. En négligeant les isotopes C₁₃ et C₁₄, le carbone a une masse atomique de 12. En négligeant aussi les isotopes mineurs O₁₈ et O₁₇, l'oxygène a une masse atomique de 16, de telle sorte que le CO₂ a une masse atomique de $12 + 16 \times 2 = 44$.

Dans le CO₂, le poids du seul carbone sera donc de $12/44^{\text{èmes}}$ du total, ou encore 0,274 du total. De ce fait, un kg de CO₂ « vaut » 0,274 kg d'équivalent carbone. Pour les autres gaz, l'équivalent carbone est donné par la formule :

$$\text{Equivalent carbone du gaz} = \text{poids du gaz (en kg)} \times \text{PRG à 100 ans} \times 0,274$$

Inversement, on passera de l'équivalent carbone à l'équivalent CO₂ en multipliant par 44/12, ou encore 3,67.

Tout comme l'équivalent CO₂, l'équivalent carbone se mesure en **kg**, et ses multiples et sous-multiples.

Le terme « **équivalent carbone** » se voit couramment abrégé en **equ. C**, **eqC**, **eC**, ou encore tout simplement **C**. Ainsi, le symbole **teC** désignera **une tonne équivalent carbone**, tout comme « **t equ. C** » ou **tC**.

Attention à une source de confusion possible : dans la littérature, il arrive assez souvent que « équivalent carbone » soit raccourci en « carbone » (ou C), ce qui pose alors problème, car il n'est pas toujours évident de savoir si ce qui est visé en pareil cas est juste le CO₂, pour lequel on ne compte que le poids du carbone, ou tous les gaz à effet de serre, mesurés en équivalent carbone.

Malgré sa définition pouvant sembler compliquée, l'équivalent carbone possède un avantage important pour les contrôles de cohérence : lors d'une combustion d'hydrocarbure, il y a autant d'équivalent carbone émis sous forme de CO₂ après combustion que de carbone (en poids) dans le composé de départ. Cette correspondance de un pour un permet d'effectuer des calculs d'ordre de grandeur de manière très simple et en tout état de cause plus facilement qu'avec un facteur 3,67.

III-1-3. Unités utilisées dans le tableur Excel :

Le tableur Excel associé à la présente méthode utilise systématiquement **l'équivalent carbone pour les facteurs d'émission** et les résultats des calculs intermédiaires. Par contre, les totaux par poste et les récapitulatifs globaux sont systématiquement disponibles en équivalent carbone et en équivalent CO₂, avec une couleur de caractères différente dans les deux cas. Ce double affichage et cette signalétique ont pour objet d'éviter au maximum toute confusion sur la signification des nombres.