



Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières

Réalisation du «bilan carbone» de la DGEMP

MANICORE
Jean-Marc Jancovici
20 rue Georges Clemenceau
91400 ORSAY
www.manicore.com

octobre 2002

1 - Rappel du contexte et des objectifs

Toute activité humaine, aujourd'hui, utilise directement ou indirectement de l'énergie. Comme 85% de l'énergie commerciale utilisée dans le monde consiste en des combustibles fossiles (charbon, gaz, pétrole et dérivés) il est également possible d'affirmer que toute activité humaine engendre directement ou indirectement des émissions de gaz à effet de serre. Les émissions indirectes correspondent tout simplement à celles qui ont eu lieu pour la fabrication des matières premières, produits ou services utilisés pour exercer son activité.

Il semble vraisemblable, au vu du contexte international, qu'il sera demandé à l'avenir aux entreprises - et aux particuliers - un effort de maîtrise des émissions en question, afin de lutter contre un changement climatique dont l'avènement ne fait aucun doute au sein de la communauté scientifique compétente, la seule marge de manœuvre qui reste à notre espèce étant de le rendre le moins brutal possible en diminuant aussi vite que possible les émissions d'origine humaine¹.

Cependant, préalablement à toute action de réduction, il est incontournable de procéder à la mesure des émissions pour la situation de départ. De telles actions de mesure ont déjà cours ici et là, avec des méthodes qui, si elles ne sont pas rigoureusement identiques dans l'esprit et dans la forme, présentent peu de différences marquantes sur le fond.

La Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières, du Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, a souhaité procéder à l'estimation de ses propres émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre, afin que cette expérience lui permette de connaître :

- le temps approximatif nécessaire à ce genre d'investigation,
- les marges de manœuvre qui s'offrent ensuite, et le degré de difficulté de la mise en œuvre de chacune d'elles,
- le sentiment du personnel à l'égard d'éventuelles mesures de réduction de ces émissions.

Pour cela, DGEMP a décidé d'utiliser une méthode développée par Manicore pour le compte de l'ADEME, méthode dont la vocation est précisément la comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre avec le cadre le plus large possible, dans l'esprit de ce qui mentionné ci-dessus. Le document descriptif de la méthode est disponible auprès de l'Observatoire de l'Énergie.

¹ L'ordre de grandeur de l'effort qu'il est nécessaire d'accomplir pour arrêter d'enrichir l'atmosphère en gaz carbonique est une division par 2 des émissions anthropiques, ce qui implique, si le droit à émettre est le même pour tout terrien, une division par 4 des émissions d'un Français. On peut notamment se référer au dernier rapport du groupe 1 du GIEC, « Climate Change 2001, the scientific basis », Cambridge University Press, 2001

Le présent document contient donc la description des démarches effectuées, une estimation des émissions de gaz à effet de serre, directes et indirectes, engendrées par l'activité de la DGEMP, des suggestions d'action quantifiées, et enfin des références bibliographiques. Un document PowerPoint de présentation de la démarche ainsi qu'un tableur Excel ayant servi aux calculs sont également fournis.

Par ailleurs, il est expressément rappelé que, l'ADEME n'ayant pas encore publié de méthode sous son nom, il est pour le moment impossible de citer cette agence comme référence normative.

2 - Démarche effectuée

2.1 Nature de l'activité de la DGEMP

La DGEMP, administration de tutelle des activités minières et énergétiques en France, et organisme élaborant les statistiques nationales pour tout ce qui concerne la consommation de ressources minérales et énergétiques, est une entité purement tertiaire. Son personnel travaille quasi intégralement dans des bureaux, à l'exception de quelques emplois de service intégrés (chauffeurs, reprographie, courses...).

Cette entité comporte environ 230 salariés et occupe trois immeubles à Paris. Elle produit des informations qui peuvent circuler soit sous forme électronique, soit sous forme papier, de la simple feuille au rapport un peu épais. Sa seule production matérielle consiste donc en du papier imprimé.

Il est intéressant de noter que cette administration est la première entité tertiaire française à expérimenter la présente méthode et donc à estimer son « empreinte écologique » du point de vue des émissions de gaz à effet de serre.

2.2 Approche retenue et réserves

Les investigations visaient à permettre une estimation des émissions engendrées dans le périmètre le plus large, à savoir celui du "bilan carbone" (voir en annexe 1 la définition des différents périmètres possibles).

Les limites des calculs ont été définies comme suit :

- les émissions liées au transport ne sont pas comptabilisées en amont des fournisseurs (par exemple le transport du papier depuis le papetier jusqu'à l'imprimeur n'est pas pris en compte, pas plus que le transport des ordures jusqu'à la CPCU, et encore moins le transport des emballages destinés à devenir des ordures du producteur jusqu'à celui qui va les jeter, etc),
- les salariés qui se font déposer en voiture par une autre personne ne sont pas comptabilisés
- le personnel a été pris en compte au prorata estimé du nombre de repas servis aux agents de la DGEMP, mais les calculs afférents sont très approximatifs.

Enfin les coefficients de conversion utilisés sont des valeurs moyennes. Les calculs présentés visent uniquement à identifier les grandes masses des émissions, et donc les principaux gisements d'économies possibles, mais les méthodes employées ne sont pas toujours pertinentes pour permettre le calcul fin de la réduction effectivement obtenue en cas d'action. Il pourra être nécessaire de compléter ou de détailler certains calculs dans un deuxième temps.

2.3 Détail de la démarche et résultats sectoriels

2.3.1 Energie hors transports

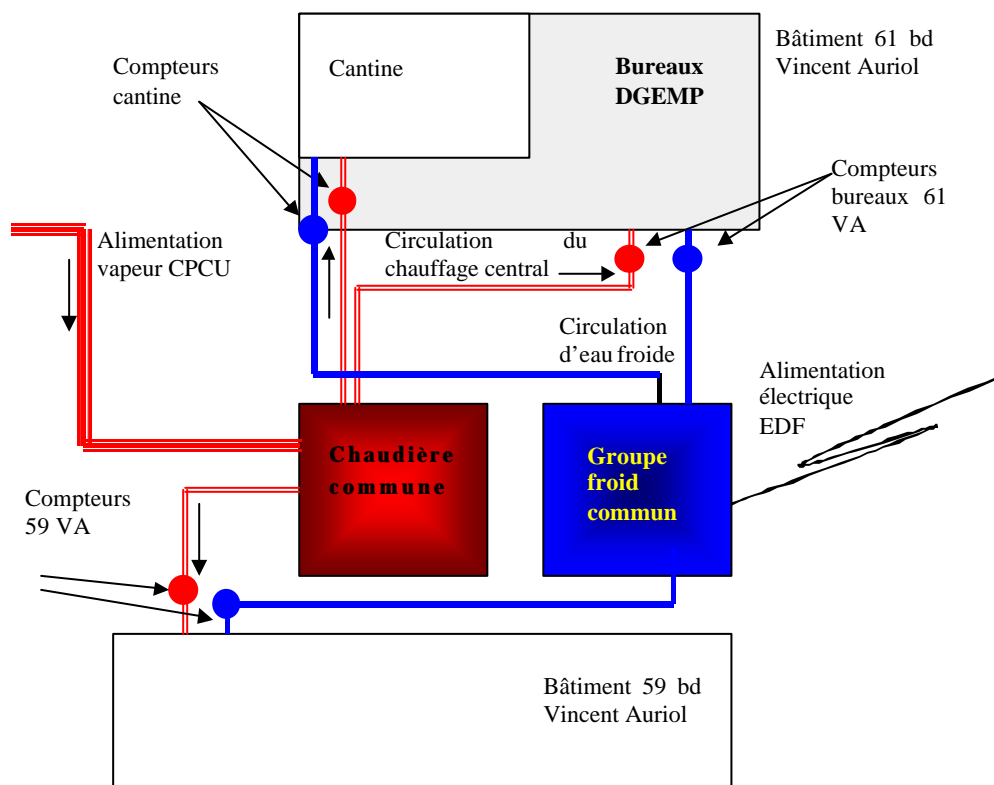
2.3.1.1 Energie consommée en interne

Les émissions afférentes à ce poste concernent les combustibles et l'électricité consommés pour le confort thermique et l'équipement de bureau.

Les locaux occupés par la DGEMP sont au nombre de trois, et consistent en :

- une toute petite partie de l'immeuble du MinEFi situé à Paris, 59 boulevard Vincent Auriol, que nous désignerons pour la suite sous le terme « 59 VA »,
- une petite partie de l'immeuble du MinEFi situé 41 boulevard Vincent Auriol (41 VA)
- les 9/10^è de l'immeuble du MinEFi situé 61 boulevard Vincent Auriol (61 VA), le solde hébergeant l'un des restaurant du personnel du MinEFi (utilisé par les agents de la DGEMP)

Le bâtiment situé au 41 VA est chauffé au gaz naturel (donc du méthane) et climatisé à l'électricité, et possède sa propre chaudière et son propre groupe froid. Les bâtiments 59 et 61 partagent par contre une chaudière et un groupe froid communs. La chaudière est simplement un échangeur alimenté par de la vapeur fournie par la CPCU (Compagnie parisienne de chauffage urbain) ; le groupe froid est alimenté par de l'électricité (graphique ci-dessous).



Les émissions liées à l'énergie consommée dans les locaux de la DGEMP sont prises en compte dès le périmètre des émissions internes, bien que les émissions liées à la production de vapeur aient en fait lieu dans l'incinérateur de la CPCU, et que celles liées à la production d'électricité aient lieu dans les centrales thermiques d'EDF (voir justifications dans le document méthodologique annexe 1).

Pour obtenir les consommations d'énergie propres à la DGEMP, il a parfois fallu effectuer des approximations à partir des chiffres disponibles à la DPMA, qui ne sont pas toujours exploitables tels que.

Pour le 41 VA, les consommations disponibles (électricité et gaz) concernent l'ensemble du bâtiment. La part imputable à la DGEMP a été déterminée au prorata des surfaces hors sous-sol occupées par la DGEMP sur l'ensemble de la surface hors sous-sol du bâtiment. Les détails des calculs sont disponibles en annexe 2.

Pour les 59 et 61 VA, la situation est différente selon qu'il s'agit du chauffage, de la climatisation, ou de l'électricité hors climatisation :

- pour l'électricité hors climatisation, les consommations sont individualisées par immeuble, et au sein du 61 VA la cantine et la DGEMP disposent de compteurs séparés. La consommation de la DGEMP (609.950 kWh pour 2001) se mesure donc directement sur un compteur,
- pour la climatisation, c'est un groupe froid commun qui alimente les 59 et 61 VA, dont la consommation totale est connue pour 2001 (1.314.000 kWh). La part imputable à la DGEMP a été estimée au prorata des surfaces occupées hors sous-sol sur l'ensemble 59VA et 61 VA.
- pour le chauffage, la chaudière consiste en fait en un échangeur de chaleur (entre la vapeur provenant de la CPCU et l'eau circulant dans les circuits de chauffage des 59 et 61 VA), dont nous supposons le rendement égal à 100%. Par ailleurs, des compteurs individualisés mesurent les kWh thermiques par bâtiment, en séparant cantine et DGEMP pour le 61 VA, de telle sorte que la consommation de kWh thermiques se mesure directement pour le 61 VA, aux échanges intra-bâtiment près (que nous ne prenons pas en compte), et s'estime au prorata de la surface occupée (hors sous sol) par la DGEMP pour le 59 VA (sur l'ensemble de la surface alimentée par la chaudière, c'est à dire Sieyes + Grégoire + Condorcet).

Le résultat peut se résumer comme suit.

Immeuble	Energie de chauffage	Valeur de la consommation annuelle du bâtiment	% de la valeur pour DGEMP
41 VA	Gaz naturel	1.117.000 kWh	23,78%
59 VA	Vapeur CPCU	3.619.000 kWh thermiques, mesurés en entrée de bâtiment	1,45%
61 VA (hors cantine)	Vapeur CPCU	3.619.000 kWh thermiques, mesurés en entrée de bâtiment	100%

Immeuble	Energie de climatisation	Valeur de la consommation annuelle du bâtiment	% de la valeur pour DGEMP
41 VA	Electricité EDF	Incluse dans consommation totale	23,78%

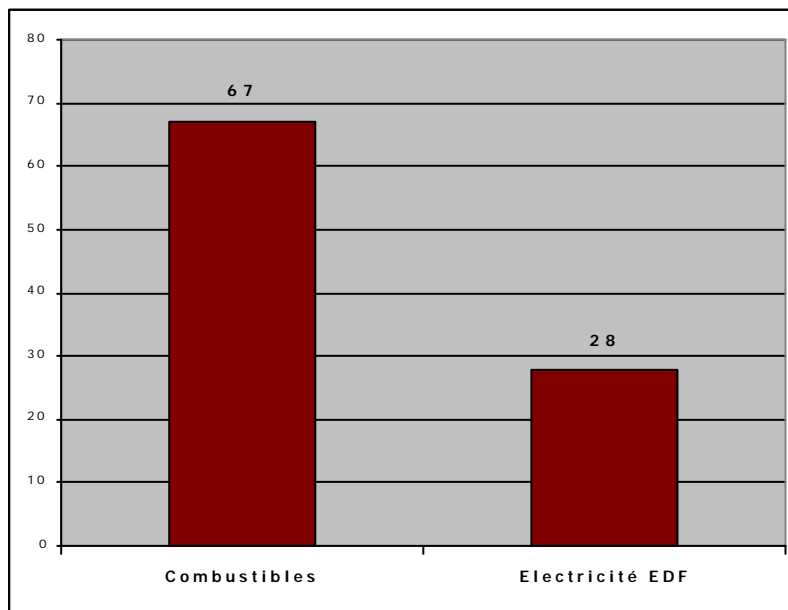
59 VA	Electricité EDF	1.314.000 kWh au total pour les deux bâtiments, à répartir au prorata des surfaces totales hors sous-sol	20,61%
61 VA (hors cantine)	Electricité EDF		

Immeuble	Consommation électrique totale	% de la valeur pour DGEMP
41 VA	1.322.238 kWh	23,78%
59 VA	1.048.710 kWh hors clim	1,45%
61 VA (hors cantine)	609.950 kWh hors clim	100%

Ces diverses hypothèses permettent d'aboutir au résultat suivant concernant les consommations de la DGEMP éclatées par immeuble.

Immeuble	Electricité hors clim.	Electricité clim.	Energie de chauffage	Consommation de chauffage
41 VA	1.322.238 kWh au total		Gaz naturel	265.594 kWh
59 VA	10.499 kWh	199.175 kWh au total	CPCU	52.428 kWh
61 VA	609.950 kWh		CPCU	659.000 kWh

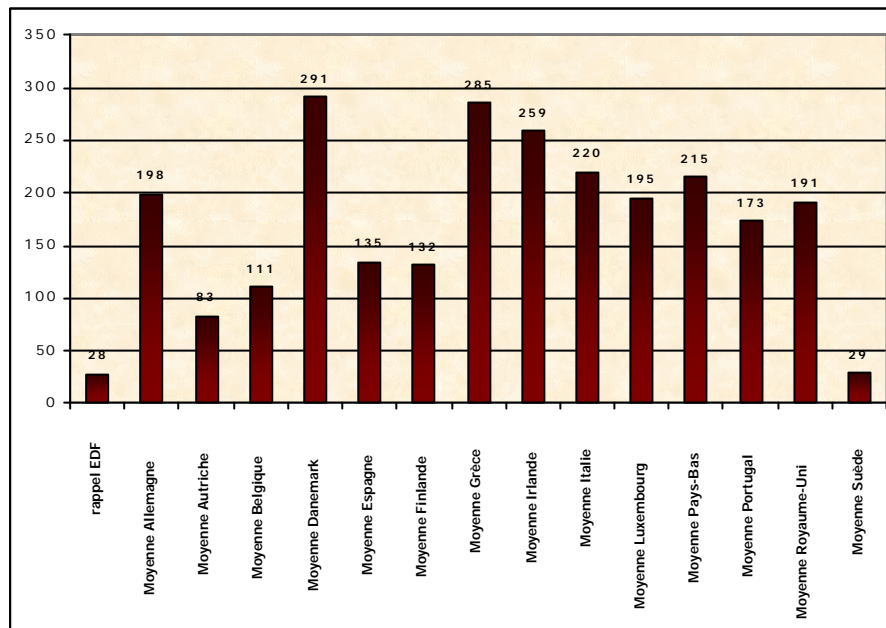
Compte tenu des émissions engendrées par la combustion d'un kWh de gaz, par la fourniture d'un kWh de vapeur CPCU (voir détails en annexe 3), ou par la fourniture d'un kWh électrique par EDF, les émissions liées à l'utilisation de l'énergie dans les locaux de la DGEMP peuvent se représenter comme suit :



Récapitulatif des émissions de la DGEMP liées à l'énergie consommé en interne, en tonnes équivalent carbone.

Sur les 67 tonnes équivalent carbone, environ les 3/4 sont le fait de la vapeur CPCU et 1/4 du gaz naturel

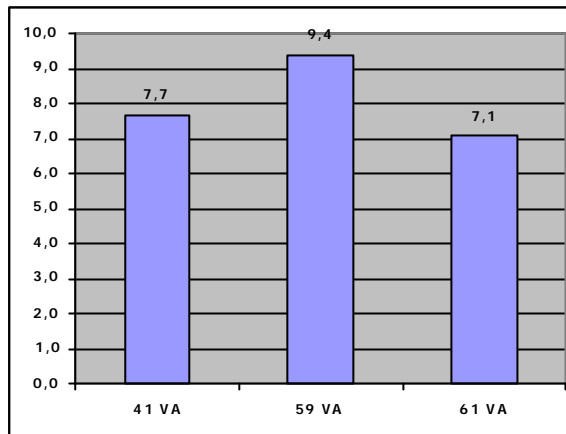
Afin de bien illustrer l'incidence sur les émissions du choix du fournisseur d'électricité, voici ce que deviendraient les émissions liées à ce poste pour le cas de figure où la DGEMP changerait de fournisseur d'électricité pour prendre une autre compagnie européenne (cas de figure pas si académique que cela puisque la DGA - ou plus exactement la DCN Toulon - a récemment effectué un tel changement).



Emissions imputables à la DGEMP pour l'usage de l'électricité selon la nationalité du fournisseur retenu (valeur moyenne indicative).

Il saute aux yeux que pour une activité tertiaire (cas de la DGA) l'incidence du choix du fournisseur est considérable, et surtout pèse très significativement dans le total, puisque de passer d'EDF (avec le parc actuel) à un fournisseur italien, par exemple, conduit à un quasi-doublement des émissions totales de la DGEMP prises avec le périmètre le plus large (celui du bilan carbone ; voir conclusion).

Enfin si nous comparons les émissions au m² chauffé selon l'énergie de chauffage, nous constatons que les ordres de grandeur sont les mêmes, le 61 VA semblant toutefois plus performant, alors que le contenu en gaz à effet de serre du kWh de gaz est moindre que celui de la vapeur. Cela peut s'expliquer soit par une mauvaise extrapolation des surfaces occupées au 41 VA (voir annexe 2), soit par le fait que le 41 est un bâtiment plus ancien et moins bien isolé.



Kg équivalent carbone par m² chauffé pour les 3 bâtiments occupés par la DGEMP.

2.3.1.1 Energie consommée chez les sous-traitants

Ce poste est normalement pris en compte pour le seul périmètre bilan carbone, et recouvre :

- l'énergie utilisée pour l'impression des documents édités par la DGEMP,
- l'énergie utilisée pour la cuisson des aliments au restaurant du personnel,
- toute autre énergie consommée par un fournisseur et qui n'est pas déjà prise en compte dans les matériaux entrants.

Ce poste n'a pas été estimé faute de données. Pour l'impression, il semblerait que l'énergie nécessaire soit secondaire devant celle requise pour fabriquer le papier².

2.3.2 Emissions non énergétiques des procédés

Ce poste couvre classiquement les émissions liées à des réactions chimiques autres que la combustion des carburants. Les cas de figure habituels ne sont toutefois pas applicables à la DGEMP pour ses émissions directes :

- fuites de fluide frigorigène (la climatisation fonctionne à l'eau froide et à l'électricité),
- émanation des engrais,
- décarbonatation du calcaire,
- etc...

2.3.3 Transports

Les émissions des transports rentrent soit dans le périmètre émissions ajoutées, soit dans le périmètre bilan carbone (voir annexe 1 pour explications).

² Bruce Nordman, Lawrence Berkeley National Laboratory, échange privé, 2002

2.3.3.1 Domicile-travail

Ce poste sera pris en compte dès le périmètre des émissions ajoutées.

La DGEMP dispose d'un moyen très efficace pour savoir qui vient en voiture : l'affectation d'une place de parking dans le sous-sol de l'immeuble du 61 VA. Ainsi, tous les agents qui ne disposent pas d'une place de parking dans le sous-sol sont supposés venir autrement. Les émissions liées aux déplacements en métro ou en vélo sont négligeables et donc non comptabilisées, et les voyages en bus n'étant pas connus ils ne sont pas pris en compte.

Pour les agents qui viennent en voiture, il arrive que ce ne soit pas quotidien (auquel cas le mode alternatif, vélo, bus ou métro n'est pas pris en compte). La DGEMP m'a communiqué la fréquence de la venue en voiture pour chaque véhicule, selon une gradation en 4 catégories :

- quotidien : 220 trajets dans l'année,
- régulier : 2 à 3 trajets par semaine, soit forfaitairement 80 trajets dans l'année,
- ponctuel : 1 à 2 fois par mois, soit forfaitairement 15 fois dans l'année,
- très ponctuel : forfaitairement 3 fois dans l'année (en cas de grève par exemple).

Pour chaque véhicule, la DGEMP m'a également fourni la commune de résidence de l'agent qui l'utilise. Les trajets du centre de chaque commune de résidence au bd Vincent Auriol ont été calculés un à un avec l'outil ad hoc disponible sur le site www.infotraffic.com³. Connaissant le nombre de jours dans l'année, il en résulte un kilométrage annuel par véhicule (pour le trajet domicile-travail), variant de moins de 20 à près de 5.000 km. Le kilométrage total parcouru en voiture, par les agents de la DGEMP, au titre du trajet domicile travail, est ainsi estimé à 40.500 km par an, auquel est appliqué un coefficient moyen d'émission de 90 grammes équivalent carbone par km⁴.

De ce fait, ce poste représente 3,6 tonnes équivalent carbone, soit 5% des émissions liées au chauffage des bâtiments.

2.3.3.2 Autres déplacements de personnes de la DGEMP

Ce poste est pris en compte dès le périmètre "émissions ajoutées" et concerne les déplacements des salariés en mission.

2.3.3.2.1 Voitures de fonction

Pour l'ensemble du parc de voitures de fonction, les kilométrages de début et de fin d'année sont connus, de telle sorte que le kilométrage total parcouru par le parc de voitures de fonction est connu.

³ www.infotraffic.com/itineraires/itiselvilles.php

⁴ Cela représente 330 grammes de CO₂, ce chiffre incluant les émissions des raffineries, la construction du véhicule, et la surconsommation liée au cycle urbain avec embouteillages. La partie purement « consommation » de ce chiffre est grosso modo équivalente à 10 litres aux 100 (soit les consommations nominales de bien des véhicules en cycle urbain, sachant que ces consommations sont toujours minorées par rapport à la réalité).

Le facteur d'émission au kilomètre a été pris égal à la valeur moyenne en cycle urbain/périurbain pour l'ensemble du kilométrage, sachant que dès que le déplacement concerne la province il est généralement effectué en train ou en avion.

Le kilométrage cumulé des véhicules de ce parc étant de 93.000 km en 2001, il en résulte des émissions de 8,4 tonnes équivalent carbone environ.

2.3.3.2.2 Autres déplacements

La DGEMP a fourni, pour l'année 2001, la totalité des déplacements effectués en mission (décomposés par service : SERURE, SAN, OE, etc), avec pour chaque déplacement le lieu de destination, le nombre de personnes voyageant et le mode de transport utilisé : voiture, train, ou avion.

Pour les déplacements par la route, les distances ont été reconstituées avec le même outil que pour la chapitre précédent (www.infotrafic.com). Le facteur d'émission de référence est celui qui concerne les parcours ruraux (les déplacements sont généralement extra-urbains).

Pour le train, faute de pouvoir disposer des longueurs de voie directement auprès de la SNCF, les distances parcourues ont été supposées égales à celles de la route reliant les mêmes points de départ et de destination (cela joue de toute façon au deuxième ordre seulement), et enfin pour l'avion elles ont été calculées pour chaque destination (le départ étant toujours Paris) en supposant que l'avion suivait systématiquement l'orthodromie⁵ (ce qui ne doit pas être très éloigné de la réalité, pour des questions de coût du carburant).

Pour les trajets en avion, les destinations situées à moins de 1.000 km (selon l'orthodromie) ont été considérés comme du court courrier, et les autres comme du long courrier (l'émission par km. passager n'est pas la même). Il n'y a par contre pas de discrimination, pour le moment, entre deuxième classe, classe affaire et première, alors que l'espace de plancher augmentant avec le confort, il serait normal de pondérer de manière plus importante les déplacements effectués en classe affaires ou première.

Enfin pour les trajets Paris-Bruxelles, la part française et la part belge du trajet ont été discriminées.

A partir de ces données, nous obtenons le tableau suivant :

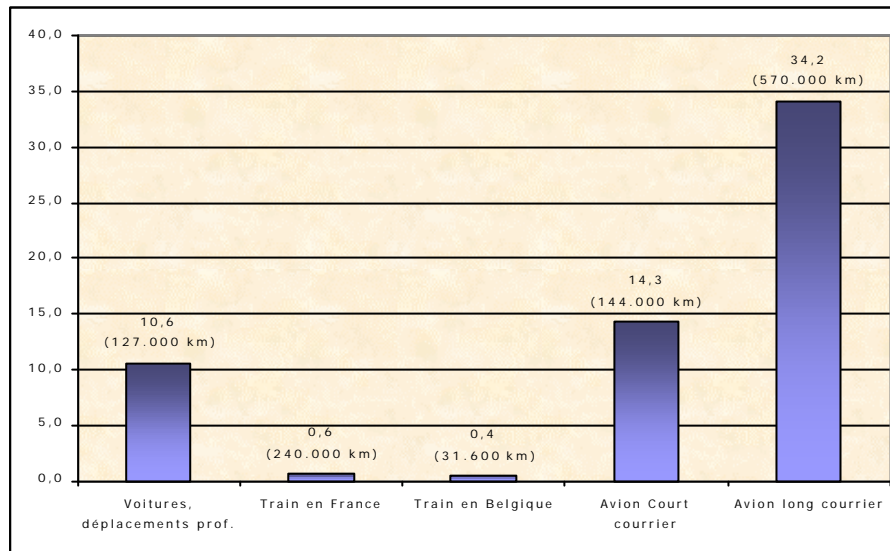
Service	Avion court courrier	Avion long courrier	Train France	Train Belgique	Voiture
SERURE	4 690	18 080	10 500	800	0
SAN	10 250	48 190	26 750	1 600	0
OE	640	29 520	21 960	0	0
DIMAH	38 450	288 040	72 965	5 000	29 850
DIGEC	61 260	42 320	50 990	3 400	4 120
DG	16 860	114 610	15 610	1 000	0

⁵ L'orthodromie, encore appelée arc de grand cercle, est le plus court chemin reliant deux points sur une sphère.

SI	11 240	28 870	3 600	1 000	0
CEE ⁶	0	0	37 600	18 800	0
Total	143 390	569 630	239 975	31 600	33 970

2.3.3.2.3 Totaux par mode

Compte tenu des émissions spécifiques par km.passager, il en résulte les émissions suivantes par



mode.

Tonnes équivalent carbone par mode pour les agents en mission (voitures de fonction incluses).

C'est de très loin l'avion qui représente l'essentiel des émissions de ce poste «déplacement de personnes».

2.3.3.3 Déplacement des visiteurs de la DGEMP

Ce poste n'est pris en compte que dans le "bilan carbone". Il n'est mentionné que pour mémoire, les éléments disponibles ne permettant pas une estimation précise. La DGEMP reçoit environ 50 délégations étrangères par an, à raison de 3 personnes par délégation, provenant à 80% d'Europe et 20% hors d'Europe.

Un rapide calcul indique que si 80% des invités viennent par avion d'Europe (1.000 km en moyenne) et 20% par avion hors d'Europe (6.500 km en moyenne), l'ordre de grandeur des émissions engendrées par ces déplacements est de 25 tonnes équivalent carbone.

2.3.3.4 Fret vers les clients

⁶ Il ne s'agit pas d'un service mais d'une ligne particulière

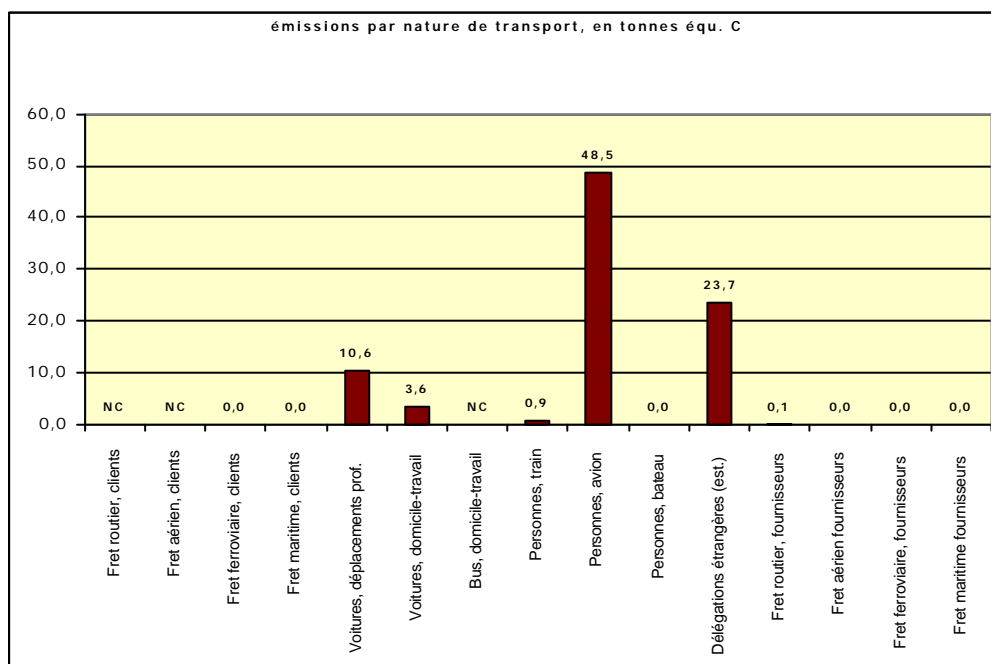
Ce poste concerne normalement le transport des publications jusque chez les destinataires finaux. Il n'a pas été quantifié faute de disposer de données sur les émissions liées à l'acheminement postal classique.

2.3.3.5 Fret depuis ou vers les fournisseurs

Il s'agit ici du transport des publications depuis l'imprimeur jusqu'à la DGEMP. Ce poste est toutefois secondaire par rapport aux autres mentionnés ici : dans l'hypothèse où 20 tonnes de publications sont acheminées sur 250 km, cela conduit à environ 0,1 tonne équivalent carbone sur l'année.

2.3.3.6 récapitulatif transports

Les différentes contributions calculées ci-dessus peuvent alors se comparer entre elles, ce qui fait l'objet du graphique ci-dessous.



Contribution des divers postes pour la partie transport. Les intitulés NC correspondent à des postes non estimés.

2.3.4 Matériaux entrants

Ce poste n'est pris en compte que pour le bilan carbone. Il recouvre :

- la fabrication du papier et des produits divers (encres, etc) nécessaire aux publications,
- la fabrication des consommables divers (toner, papier pour usage dans les locaux de la DGEMP, etc).

On se reportera au document "Méthodologie" du travail réalisé pour l'ADEME pour connaître les modalités de calcul des émissions unitaires choisies ici.

Hypothèses :

- tout au plus 20% du papier « consommable » (photocopies) est transformé en documents conservés sur le long terme (c'est à dire quelques décennies), tels que archives légales, archives permanentes de la DGEMP, etc. En effet, même si les papiers imprimés ou photocopiés sont conservés à court terme, de nombreuses occasions fournissent un motif pour les jeter au bout de quelques années : déménagements collectifs (60% des archives ont été jetées durant le déménagement Grenelle -> Vincent Auriol), déménagement individuel de bureau (une partie des papiers stockés dans les armoires est jetée à cette occasion), changement de titulaire d'un poste (le nouveau jette les papiers de l'ancien trouvé en entrant pour faire de la place), fermeture d'un dossier, etc.
- le papier jeté par les agents de la DGEMP est incinéré (mode de traitement habituel des ordures ménagères collectées bd Vincent Auriol), qu'il ait auparavant été broyé (documents confidentiels) ou pas,
- les publications sont conservées indéfiniment pour 10% de leur poids seulement, le reste finissant par être jeté. Faute d'informations sur les modes de gestion de ces déchets, on supposera que la répartition moyenne des modes de gestion (entre incinération, recyclage et mise en décharge) est applicable à ce papier jeté.

Par ailleurs les tonnages consommés par usage sont connus, ce qui permet de disposer à la fois du poids de papier acheté, et du poids de papier jeté par nature de mode de gestion.

Usage	tonnes consommées	% jeté en décharge	% incinérés	% mix français	% conservés indéfiniment
Papier photocopieuses	8,4	0%	80%	0%	20%
Papier imprimantes+fax	2,9	0%	80%	0%	20%
Papier publications "sans bois" (CIPS)	10,0	0%	0%	90%	10%
Papier publications normal	9,2	0%	0%	90%	10%
TOTAUX	30,6	0	9,1	17,3	4,2

Le papier acheté représente une contribution de 17 tonnes équivalent carbone.

Le reste des matériaux entrants n'a pas pu faire l'objet d'une estimation, à l'exception des cartouches pour toner, estimées entre 150 et 300 kg équivalent carbone pour 132 cartouches consommées en 2001.

2.3.5 Fin de vie des déchets directs

Ce poste n'est inclus que dans le bilan carbone. Il recouvre le traitement de fin de vie des déchets

"contenus dans la poubelle de la DGEMP", mais ne concerne pas les émissions liées à la fabrication ou à la fin de vie des publications de la DGEMP.

Il découle pour l'essentiel de la mise à la poubelle du papier, les autres postes n'ayant toutefois pas été estimés (films plastiques entourant les publications, papiers reçus à la DGEMP autres que les publications et mis à la poubelle, etc).

2.3.6 Fin de vie des publications de la DGEMP

Ce poste n'est inclus que dans le bilan carbone. Il ne concerne pas les émissions de fabrication (§ 2.3.4). Les publications étant périodiques, elles sont supposées être jetées - au plus après quelques années - pour 90% de leur poids, et leur traitement après rejet reflète la répartition française entre incinération, décharge et recyclage.

Ce poste contribue à hauteur de 4 tonnes équivalent carbone aux émissions de la DGEMP. Notons toutefois que les déchets de la cantine n'ont pas pu être évalués et partant la quote-part imputable à la DGEMP.

2.3.7 Eaux usées

Ce poste n'est pris en compte que dans le bilan carbone. Les eaux usées, lorsqu'elles contiennent des matières organiques, peuvent engendrer de la fermentation avec dégagement de méthane, qui est un gaz à effet de serre.

Ce poste n'a toutefois pas fait l'objet d'une estimation ici. Il est vraisemblable que les émissions afférentes sont négligeables, même en prenant en compte la cantine.

2.3.8 Amortissements

Ce poste n'est pris en compte que dans le bilan carbone.

Fabriquer les véhicules ou construire des bâtiments engendre des émissions de gaz à effet de serre (voir annexe 1), qui sont réparties, conventionnellement, sur la durée d'amortissement comptable des immobilisations. Une immobilisation totalement amortie sur le plan comptable est donc comptée pour zéro dans les émissions.

Bien entendu, cette approche est conventionnelle. Le plus cohérent avec la réalité physique serait de comptabiliser les immobilisations pour zéro sauf l'année où elles sont construites, où la totalité serait alors prise en compte.

2.3.8.1 Immeubles

Les surfaces occupées par la DGEMP sont calculées en annexe 2.

lieu	61 VA	59 VA	41 VA
Surface retenue pour l'amortissement (m2)	9 960	585	2 505
Tonnes équivalent carbone liées à la construction	1 297	76	326

Sur la base d'un amortissement sur 30 ans, il en résulte une contribution de 57 tonnes équivalent carbone par an, soit quelque chose du même ordre de grandeur que les émissions liées au chauffage.

2.3.8.2 Véhicules

Les émissions liées à la fabrication des véhicules utilisés par la DGEMP sont pris en compte dans les facteurs kilométriques (§2.3.3).

2.3.8.3 Matériel et outillage

Ce poste concerne essentiellement les meubles. Le nombre de chaque type de meuble est connu, par contre les poids ont été estimés comme suit.

Nature de mobilier	41 BVA	59 BVA	61 BVA	Nombre total	poids d'un meuble (kg)	Poids total (kg)
Nombre de chaises (pliantes incluses)	40	35	720	795	10	7 950
Nombre d'armoires (mobiles ou fixées sur les murs)	48	15	432	495	30	14 850
Nombre de bureaux / Plans de travail	24	13	216	253	50	12 650
Nombre de tables de réunion	7	3	100	110	80	8 800
Nombre de caissons pour dossiers suspendus	48	26	432	506	5	2 530
Autres ⁷	15	15	15	45	1	45
Total général	182	107	1915	2204		46 825

Les meubles ont forfaitairement été pris en compte pour 500 kg équivalent carbone par tonne, pour refléter un contenu probablement plus élevé pour la partie hors bois mais un léger puits pour le bois.

Sur la base d'un amortissement sur 10 ans, il en résulte une contribution annuelle de 4 tonnes équivalent carbone par an.

⁷ tablettes fax, portes revues ...

2.3.8.4 Matériel informatique

Ce poste n'est pris en compte que pour le bilan carbone. La DGEMP dispose d'un parc informatique comprenant :

- 285 ordinateurs individuels (fixes et portables)
- 250 imprimantes

A raison (ordre de grandeur) de 100 kilos équivalent carbone par ordinateur (une valeur plus précise nécessiterait de faire le bilan carbone de Dell ou HP) et 50 par imprimante (même remarque) et en amortissant conventionnellement sur 3 ans ce poste amène une contribution de 14 tonnes équivalent carbone par an, loin d'être totalement négligeable devant les autres postes.

2.3.9 Services

Ce poste, qui n'est pris en compte que pour le bilan carbone, recouvre :

- le restaurant du personnel,
- une dépense de 0,8 Meuros par an pour les études.

En prenant la valeur moyenne du "contenu en énergie" des services en France, et en prenant la valeur moyenne française de la répartition par type d'énergie pour ce "contenu en énergie", toutes choses fort approximatives, le poste "études" représente une contribution de 23 tonnes équivalent carbone.

Notons cependant que le bilan carbone de la DGEMP représente un peu moins de 1,5 tonne équivalent carbone par agent, de telle sorte que si on estime à 50 kilo-euros la valeur ajoutée par employé de la DGEMP (ratio moyen des services) alors nous parvenons à 30 tonnes équivalent carbone par Meuro de services, soit le coefficient utilisé pour les études externes, qui doit donc être du bon ordre de grandeur.

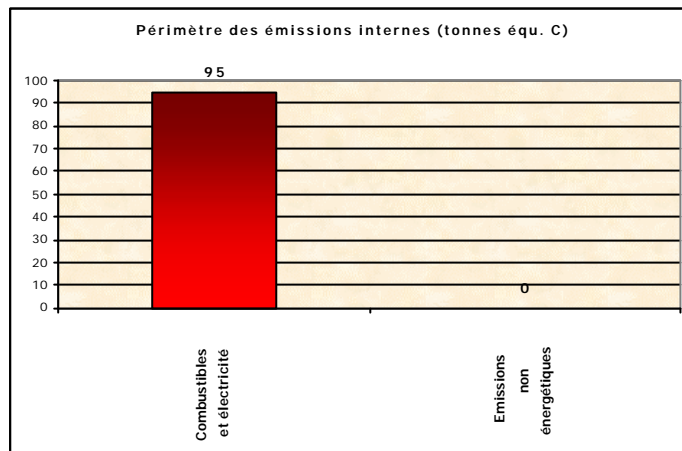
Pour ce qui est des repas, seule la viande et les surgelés ont été pris en compte, et en supposant que 150 personnes de la DGEMP déjeunent à la cantine chaque jour en moyenne, la contribution de la cantine s'élève à 3 tonnes équivalent carbone (hors consommations d'énergie électrique, amortissement des bâtiments, etc).

2.4 Résultat d'ensemble

2.4.1 émissions internes

Rappelons que, conventionnellement, ces émissions n'intègrent pas les transports, quand bien même l'entreprise les possède en propre, afin de pouvoir comparer entre elles des entités sans tenir compte du fait que l'une possèdera ses camions et pas l'autre.

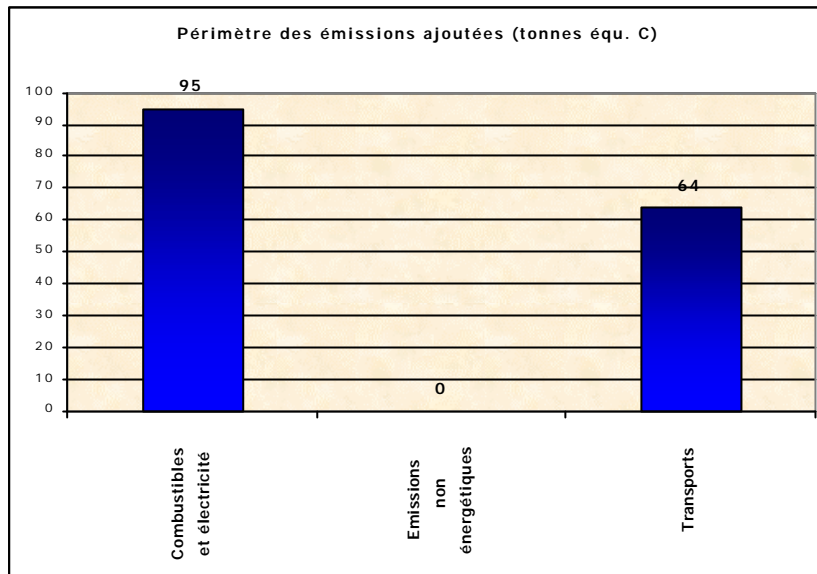
Ces émissions internes proviennent uniquement de l'utilisation de l'énergie.



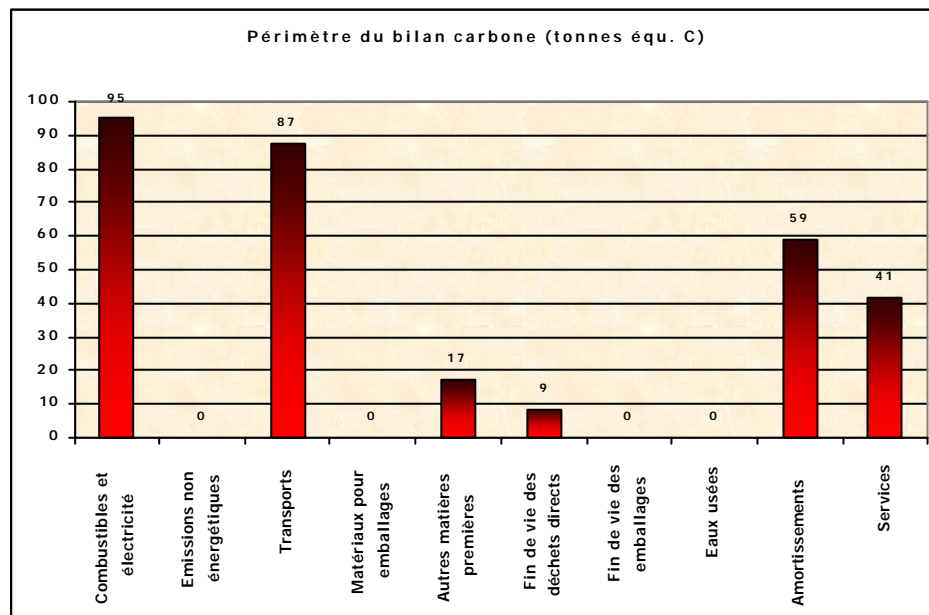
Elles représentent toutefois environ 0,4 tonne équivalent carbone par salarié.

2.4.2 émissions ajoutées

Ces émissions correspondent par définition aux émissions internes, aux émissions du transport vers les clients (livraison des publications de la DGEMP) et aux déplacements de personnes, y compris domicile-travail.

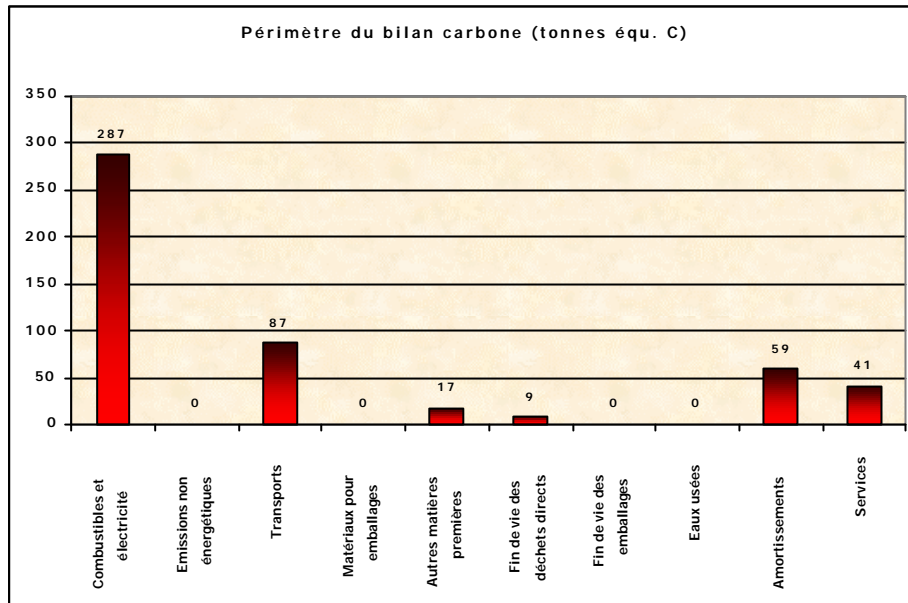


2.4.3 bilan carbone



Ce périmètre vise à donner un ordre de grandeur des émissions liées à tous les processus nécessaires à l'activité, qu'ils aient lieu au sein du périmètre juridique ou pas.

Nous voyons qu'en ordre de grandeur trois postes sont à peu près équivalents : la consommation d'énergie tertiaire, les déplacements, et la contrepartie de la construction du bâtiment⁸. Si la DGEMP se fournissait en électricité en Italie (ou en Allemagne), voici ce que donnerait la répartition des



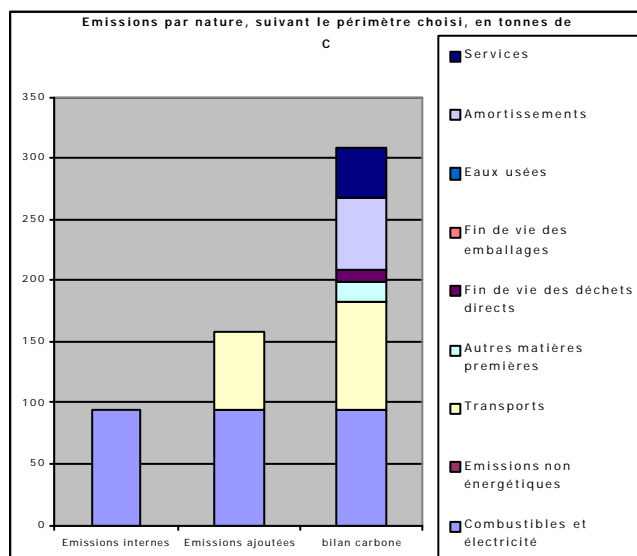
émissions :

Cas fictif de l'achat de l'électricité de la DGEMP à l'Italie.

Nous voyons donc que le choix du fournisseur d'électricité peut avoir un impact considérable sur les émissions globales.

2.4.4 comparaison des trois périmètres

Il est instructif de comparer entre elles les émissions relevant de chaque périmètre.



⁸ cette dernière tient bien sur compte de l'énergie de construction, mais surtout de l'énergie requise pour la fabrication des matériaux de construction.

A l'inverse de ce qui se constate de manière assez systématique pour les activités manufacturières de 2^e transformation, où le périmètre « interne » représente une toute petite partie (généralement inférieur à 10%) des émissions globales (celles du bilan carbone), et le périmètre « émissions ajoutées » une partie encore relativement mineure (20% environ), plus de 50% des émissions de la DGEMP relève de ce second périmètre.

En d'autres termes, plus de la moitié des émissions d'une entité tertiaire comme la DGEMP relève de processus qui prennent place soit en son sein, soit dans son périmètre immédiat, surtout si l'on inclut les émissions liées à la construction des bureaux dans le périmètre immédiat en question.

Enfin cette présentation permet de visualiser rapidement le total du bilan carbone, soit un peu plus de 300 tonnes équivalent carbone, ou encore 1,3 tonne équivalent carbone par agent.

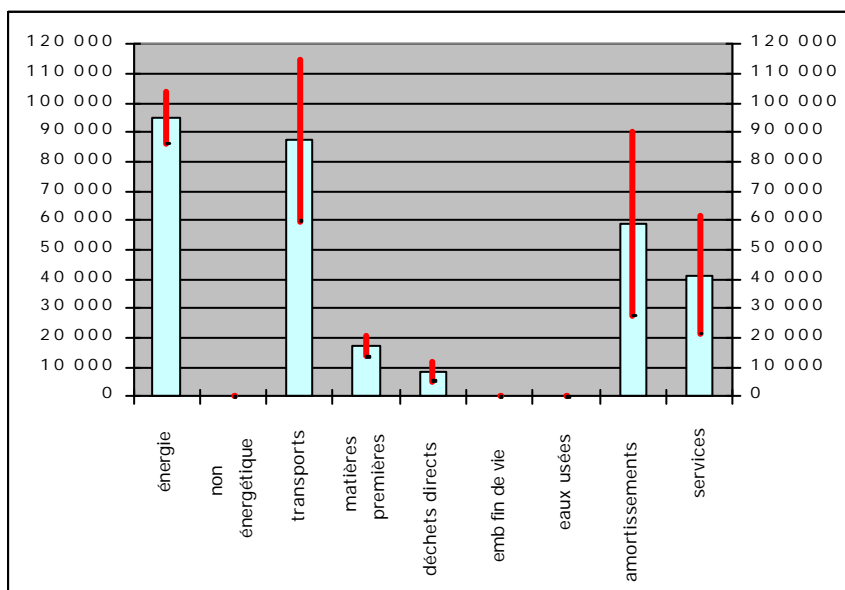
2.4.5 marges d'erreur

La méthode employée pour estimer les émissions est très largement basée sur des usages de valeurs moyennes, dont certaines sont nécessairement, par le force des choses, éloignées des valeurs qu'il faudrait retenir pour le cas présent.

Par ailleurs certaines données (par exemple la surface imputable à la DGEMP dans les immeubles 41 & 59 VA) ne sont connues qu'avec un coefficient d'incertitude, lié au fait que nous avons procédé par extrapolations sans savoir combien elles étaient valides

De ce fait, à chaque valeur dans le tableau est associé un coefficient d'incertitude sur la valeur, et un coefficient d'incertitude sur le coefficient de conversion utilisé. Ces deux coefficients sont eux-mêmes entachés d'incertitude ! Toutefois ils permettent de se faire une idée de la manière dont les grands postes sont susceptibles de varier.

Ainsi le graphique ci-dessous représente la barre d'erreur (en rouge) pour chaque poste, les échelles verticales étant graduées en kg équivalent carbone.



Ce ne sera pas une surprise : plus le poste se situe dans un périmètre éloigné, et plus la barre d'erreur est importante. Toutefois ce graphique permet de voir que l'on ne commet pas d'erreur de jugement en considérant l'énergie utilisée en interne et les transports comme des postes prioritaires, et accessoirement que la construction du bâtiment est très loin d'avoir un impact marginal sur les émissions affectées.

3 - Suggestions d'actions de réduction

3.1 Périmètre interne.

Rappel : ce périmètre représente 95 tonnes équivalent carbone, soit 0,4 tonne par salarié. Les suggestions formulées ci-dessous ont pour l'heure un caractère « académique », aucun test de faisabilité n'ayant été effectué auprès des salariés.

3.1.1 Chauffage

Les moyens de faire baisser les émissions de ce poste se ramènent à des économies d'énergie, qui peuvent être obtenues par un ou plusieurs des moyens suivants :

- baisser la température (on s'accorde à penser que chaque degré de baisse fait gagner 7% de consommation, soit 4 à 5 tonnes équivalent carbone pour le premier degré),
- installer une régulation efficace si elle n'existe pas, et en particulier ne pas chauffer les bureaux vides (chacun peut prévenir en ce sens),
- isoler encore plus les locaux chauffés, et notamment le hall (?),
- mettre en place un système de télétravail à domicile à temps partiel pour ceux qui le souhaitent, avec réduction à due concurrence des surfaces occupées et allocation dynamique des bureaux des salariés concernés. Un dispositif voisin fonctionne à la satisfaction de tous chez IBM, par exemple. Une étude récemment faite par l'auteur indique que si la surface de bureaux chauffés peut être diminuée à due concurrence des heures effectuées à domicile, on peut gagner plus d'une tonne équivalent carbone par personne dans le cas extrême du plein temps à domicile⁹.
- à plus long terme, installer un chauffage solaire sur les toits de l'immeuble ou au-dessus de la cafétéria. Une telle installation à la DGEMP ne manquerait pas d'être une vitrine exemplaire pour tous les utilisateurs de tertiaire en France.

Le gain envisageable avec cet ensemble de mesures va de 10 à 30% du poste "chauffage" (ou encore plus avec un dispositif solaire performant et un recours très important au télétravail), soit près de 20 tonnes équivalent carbone. 7 à 10% peuvent être obtenus facilement en baissant la température d'un degré et 10 à 15% avec cette mesure et la mise en place d'une régulation.

3.1.2 Electricité hors climatisation

⁹ L'étude complète effectuée pour la DIGITIP - et récemment citée par le secrétaire d'Etat au Développement Durable à l'occasion de sa présentation à l'assemblée européenne du télétravail - est consultable à l'adresse www.manicore.com/documentation/teletravail/OSI_synthese.html

Ce poste peut facilement faire l'objet d'une économie - non chiffrée mais que je suppose au moins égale à 10 à 20% - avec les mesures suivantes :

- se fixer un objectif en termes de diminution des photocopies et impressions,
- systématiquement renouveler les écrans cathodiques par des écrans plats,
- économiser l'eau chaude (produite partiellement par des ballons électriques),
- mettre - si ce n'est fait - des minuteurs dans les sanitaires et les parties communes, et inciter le personnel à systématiquement éteindre toute pièce vide,
- inciter le personnel à prendre l'escalier pour les déplacements entre étages et pour les descentes, et surtout signaler correctement celui-ci Au besoin on peut rendre son emploi ludique et habituel en y organisant un petit événement chaque année (New-York a son marathon, la DGEMP pourrait organiser les 24 h de son escalier !).

Une diminution de 20% de la facture électrique hors climatisation engendre une économie de l'ordre de 4 tonnes équivalent carbone.

3.1.3 Climatisation

L'énergie de climatisation représente environ 30% de la consommation électrique totale pour les locaux du 59 et du 61, pour lesquels le groupe froid dispose d'un compteur séparé (ce qui n'est pas le cas du 41).

Un moindre recours à la climatisation est sûrement envisageable en repensant les circulations d'air et en

3.2 Périmètre émissions ajoutées

Ce périmètre représente un peu plus de 150 tonnes équivalent carbone, soit environ 0,7 tonne équivalent carbone par salarié.

3.2.1 Déplacement de personnes.

Le poste le plus important des déplacements de personnes concerne les voyages en avion (plus de 50% du total). Une division par 2 de ces voyages permettrait de gagner 24 tonnes équivalent carbone.

Les marges de manœuvre sont ici les suivantes :

- remplacer une partie des déplacements par de la visio-conférence (à la limite en proposant aux participants de convertir le temps de voyage ainsi économisé en ... heures de liberté personnelle),
- optimiser les « tournées » pour minimiser les distances parcourues,
- limiter le nombre d'agents envoyés en mission au strict nécessaire.

Compte tenu de l'importance de la contribution des voyages en avion dans l'ensemble du bilan carbone, il paraît difficile d'envisager une réduction très significative des émissions globales de la DGEMP sans effort sur ce poste.

Par ailleurs, pour toutes les destinations « courtes », l'avion est souvent pris de manière automatique alors que le train existe. Voyager en train est certes plus long, mais les moyens modernes (micro-ordinateur & téléphone) permettent d'en faire un temps travaillé presque normal (l'auteur parle d'expérience) alors que l'avion est du temps de perdu pour l'essentiel (impossibilité de travailler confortablement, portable interdit, ruptures de charges nombreuses alors que le train amène en centre-ville, etc).

Notons aussi que pour les destinations situées à moins de 1 000 km il existe souvent de très confortables trains de nuit, permettant d'arriver plus tôt que l'avion tout en étant frais et dispos (plus que lorsque l'on se lève à 5 heures du matin pour aller à l'aéroport !) et que le gain unitaire est considérable.

Enfin un billet A/R en première classe en train et une éventuelle chambre d'hôtel, ou une session de visioconférence, reviendront moins cher qu'un billet d'avion à un prix « normal ». La variable « visioconférence » s'applique aussi partiellement aux délégations étrangères.

3.3 Périmètre bilan carbone

Rappel : ce périmètre représente un peu plus de 300 tonnes équivalent carbone.

3.3.1 Diminution du poids de papier

Quoi que ce poste ne représente que 17 tonnes équivalent carbone, il est vraisemblable qu'une attention sérieuse portée au papier permettrait d'en diminuer la consommation : photocopies systématiquement faites en recto-verso, impression des messages électroniques en cas de nécessité absolue seulement, suppression des mises en copie papier (mises en copie électronique sans obligation de tout imprimer), etc.

3.3.2 Amortissements des locaux

La mise en télétravail mentionnée au § 3.1.1 pourrait aussi, en théorie, engendrer une libération de surfaces occupées *prorata temporis*, de telle sorte qu'avec la convention choisie (amortir les bureaux occupés) la contribution de l'amortissement immobilier peut diminuer aussi. Toutefois le fait de ne pas occuper un parc de bureaux déjà construit n'engendre aucune économie physique spécifique, sauf en cas de pénurie immobilière locale auquel cas cela peut éviter d'autres constructions et donc des émissions afférentes.

3.3.3 Amortissements des meubles et ordinateurs

Ce poste, responsable de 16 tonnes équivalent carbone en ordre de grandeur, pourrait certainement diminuer avec une prolongation de la durée de vie des équipements, et - bien que le bénéfice ne puisse être donné ici - en choisissant de préférence les équipements les moins sophistiqués pour un usage donné (ex : éviter d'acheter des ordinateurs puissants quand un ordinateur "basique" fait aussi bien, les remplacer le moins souvent possible, etc).

4 - Exploitations et approfondissements

4.1 Publication

La publication est une manière de dire que le sujet a de l'importance. Afin d'encourager le personnel à s'impliquer dans une démarche de prise en compte des émissions de gaz à effet de serre d'une part, et d'inciter d'autres entités administratives (à commencer par les autres directions du MinEFI) à effectuer une démarche de mesure et de réduction chez elles, l'auteur encourage donc la DGEMP à publier :

- d'une part les résultats de cette étude,
- d'autre part l'actualisation des résultats à intervalles régulier.

Enfin le fait de reconnaître publiquement (ce qui est implicite avec une publication) avoir expérimenté la démarche donnerait une légitimité aux préoccupations de la DGEMP en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre pour tout ce qui concerne ses contacts avec des tiers.

4.2 Prise d'un engagement de réduction

L'idéal, pour marquer l'implication dans ce problème, serait de prendre un engagement de réduction sur un périmètre au moins égal à celui des "émissions ajoutées" (le Kyoto de la DGEMP) et bien sur de le faire savoir.

Cela aurait d'une part une utilité directe, aussi minime soit-elle, et d'autre part et surtout un effet d'entraînement sur le reste de l'administration française.

4.3 Approfondissements souhaitables

Certains postes restent très approximatifs, notamment :

- les visites de délégations étrangères,
- les surfaces réellement occupées au 41 et au 59,
- les émissions liées à l'achat de services.

Il serait utile de les approfondir.

4.4 modélisation économique

L'essentiel des mesures de réduction proposées est très certainement synonyme de bénéfice sur le plan financier, car allant de pair avec des économies financières :

- économies d'énergie,
- économies de papier,
- économies de bureautique,
- économies de déplacements,
- etc.

La quantification financière exacte des gains peut présenter un intérêt pour aider à établir des priorités pour les éventuelles réductions.

Mais une autre modélisation peut présenter de l'intérêt : celle de l'évolution des charges de la DGEMP en cas de renchérissement du « coût du carbone », explicite (taxe carbone) ou implicite (renchérissement des combustibles fossiles).

5 - Annexe 1 : rappel des périmètres possibles

Toute activité, en première approximation, "fait de l'effet de serre". Pourquoi ? Parce que le principal gaz à effet de serre, le gaz carbonique, est dégagé dans l'atmosphère dès que l'on brûle un produit contenant du carbone, par exemple du charbon, du pétrole, du gaz naturel, du bois...

On va donc trouver des émissions de gaz à effet de serre :

- lorsque l'on utilise une source d'énergie dite fossile (charbon, gaz, produits pétroliers),
- lorsque l'on incinère des ordures contenant du carbone fossile (les plastiques par exemple),
- pour faire de l'électricité si l'on utilise de l'énergie fossile, ce qui est le cas quasiment partout dans le monde (la production d'électricité est la première source de gaz à effet de serre dans le monde, car on se sert beaucoup du charbon et du gaz, la France étant l'une des exceptions à cause du nucléaire),
- pour se déplacer en voiture, en avion, en camion, et même en train (mais de manière très variable selon les modes),
- pour faire des matières premières (on utilise beaucoup d'énergie fossile pour faire de l'acier, du plastique, du verre...)
- dans l'agriculture, qui utilise de l'énergie (pour construire et utiliser les machines, pour produire les engrais, des pesticides...) et qui en outre engendre des émissions de gaz autres que du gaz carbonique, notamment dans l'élevage de ruminants (bovins, moutons, chèvres) et à travers l'utilisation des engrais.
- dans la putréfaction (par exemple la décomposition du papier en décharge),
- et d'une manière générale dans à peu près n'importe quelle activité humaine.

C'est la raison pour laquelle la présente méthode essaie de passer en revue à peu près tout ce qui vous est nécessaire. Pour exercer votre activité, vous avez en effet besoin de choses très diverses, comme par exemple :

- des locaux,
- des machines,
- des transports,
- des matériaux, matières premières ou services en provenance d'autres entités,
- de l'énergie,
- du personnel,
- un endroit où évacuer vos déchets,
- etc.

Or tous ces postes engendrent des émissions de gaz à effet de serre :

- il a fallu construire les locaux, et donc émettre des gaz à effet de serre pour fabriquer les matériaux de construction, les transporter, et les assembler,
- il a fallu construire les machines que vous utilisez, ce qui a aussi nécessité d'utiliser de l'énergie pour produire les matériaux, les assembler, et les transporter,
- il a fallu fabriquer les matières premières qui vous servent à assurer votre propre production, et cette fabrication a engendré des émissions de gaz à effet de serre,
- lorsque vous travaillez vos produits, il peut y avoir des réactions chimiques, de l'évaporation de certains produits, ou des fuites qui engendrent des émissions de gaz à effet de serre,
- les transports qui vous sont nécessaires émettent tous, avec de très grands écarts cependant, des gaz à effet de serre,
- il faut chauffer et éclairer (et quelques fois climatiser) vos locaux, or tout cela consomme de l'énergie et donc est source de gaz à effet de serre,
- vos déchets, lors de la mise en décharge ou de l'incinération, émettent des gaz à effet de serre, de même que vos eaux usées,
- le personnel doit venir travailler, et ce déplacement domicile-travail est une source d'émission de gaz à effet de serre,
- les produits alimentaires que vous vendez ou que vous utilisez au restaurant du personnel proviennent de l'exploitation agricole, qui émet beaucoup de gaz à effet de serre,
- etc.

Bref, il y a des émissions de gaz à effet de serre partout. A partir ce constat, il se pose donc la question de savoir "où l'on s'arrête" pour les calculs ; dit en d'autres termes il faut définir un ou plusieurs périmètre(s) pour faire les calculs.

Trois démarches correspondent à une certaine logique et sont proposées ci-dessous. Il est bien entendu que vous pouvez définir votre propre périmètre, toutefois nous vous conseillons de ne faire cela qu'une fois que vous serez bien familiarisé avec la démarche.

1 - Approche "juridique"

On peut décider de ne comptabiliser que les émissions que l'on engendre "directement" ou encore "dans son périmètre juridique".

Quoi que cela ne conduise généralement à comptabiliser qu'une petite partie des émissions liées à la mise à disposition du consommateur, ou de l'utilisateur, d'un produit ou service, comme on le verra facilement ci-dessous, cela permet de se familiariser avec la démarche. Par ailleurs, dans le cadre de la mise en place d'un système de permis négociables, ce périmètre n'est probablement pas très éloigné de ce qui pourrait être retenu.

Enfin les facteurs de conversion utilisés pour cette partie des émissions, dérivés de publications internationales (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), et objet de nombreux travaux, permettent de tenir une comptabilité relativement rigoureuse des émissions.

Dans le cas de cette approche "émissions directes", on comptabilisera uniquement :

- l'utilisation de l'énergie de combustion en interne (procédés industriels, chauffage des locaux, carburant acheté directement),
- les émissions non liées à une combustion (autres réactions chimiques que la combustion¹⁰, évaporations et fuites) qui ont lieu chez vous.
- l'électricité consommée si elle est achetée¹¹.

Le dernier point de cette énumération peut sembler discutable. En effet, si l'électricité est achetée les émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'électricité n'ont pas lieu directement à l'intérieur du périmètre juridique.

Mais si on ne prend en compte que les processus de combustion, alors on aboutit à des situations absurdes, où l'on comptabilise l'électricité dans certains cas et pas dans d'autres :

- si l'entreprise achète son électricité, on n'en tient pas compte.
- si l'entreprise produit son électricité en brûlant du charbon, du gaz ou du pétrole alors de fait on en tient compte.

Dans ce cas on aurait des émissions "juridiques" plus élevées pour une entreprise produisant son électricité par cogénération au gaz que pour entreprise achetant son électricité à un producteur extérieur qui utilise de la lignite pour ce faire (alors que les émissions par kWh produit avec de la lignite sont près de 2 fois celles par kWh avec du gaz).

Nous déciderons donc de tenir compte de l'électricité dans tous les cas de figure, pour ne pas avoir d'effet pervers.

2 - Approche "émissions ajoutées"

On peut décider de prendre une assiette plus large et d'inclure des choses qui se passent "près de chez vous" et dont vous êtes directement à l'origine. Par exemple, vos expéditions par camion engendrent des émissions de gaz à effet de serre. Si vous utilisez un transporteur, celles-ci n'ont pas lieu dans votre périmètre juridique.

Pour autant, le transport de vos marchandises est bien nécessaire à votre activité. On peut donc estimer que vous en êtes directement à l'origine et considérer comme normal de vous les imputer.

Une démarche plus ambitieuse que de comptabiliser uniquement les émissions qui ont lieu dans votre périmètre juridique est alors de calculer ce que l'on appelle les "émissions ajoutées", c'est à dire quelque chose qui soit un peu l'équivalent pour les émissions de la "valeur ajoutée" en économie.

Il s'agit de ce que vous faites "en plus" de ce qui est fait ailleurs dans le monde industriel ou des services hors transport.

¹⁰ la combustion est en effet une réaction chimique !

¹¹ Si elle est produite sur place les émissions se retrouveront dans les consommations de combustibles

Cette approche ne vous permet toujours pas d'appréhender toutes les émissions qui sont faites en amont ou en aval, mais elle prend notamment en compte les transports, qui sont très significatifs dans le total des émissions de gaz à effet de serre en France.

Dans le cas de cette approche "émissions ajoutées", on comptabilisera :

- l'utilisation de l'énergie dans votre entité, y compris l'électricité,
- les émissions non liées à une combustion (autres réactions chimiques, évaporations et fuites) qui ont lieu chez vous.
- les émissions liées aux déplacements de vos salariés pendant les horaires de travail,
- les déplacements domicile-travail des salariés,
- les transports vers les clients, ou, si vous avez une activité grand public, les déplacements des clients¹² jusque chez vous (poste majeur pour les grandes surfaces commerciales en banlieue par exemple).

Cette approche a un avantage pour les agrégations : on peut facilement obtenir les émissions d'un ensemble plus vaste (une ville, un groupe d'entreprises, etc) simplement en faisant la somme des "émissions ajoutées" des différentes entités ; il n'y a pas de possibilité que l'on puisse compter une deuxième fois les émissions décrites ci-dessus en faisant l'inventaire d'une autre entreprise.

En outre, elle permet de mettre sur un pied d'égalité les entreprises possédant encore une flotte de camions et celles qui n'en possèdent pas.

Illustration pratique de l'intérêt de cette méthode : pour avoir les émissions de la filière "fabrications de chaises de classe", et donc la "quantité de gaz à effet de serre dans une chaise", il suffit d'ajouter les "émissions ajoutées" du producteur d'acier, puis celles du fabricant de chaises à partir de tubes d'acier, puis celle du distributeur de chaises : on aura tout converti en émissions sans compter deux fois la même chose.

En divisant alors le total de la filière par le nombre de chaises on aura le "contenu par chaise". C'est là une des applications intéressantes auxquelles on pourra parvenir une fois que la pratique de compter ses émissions sera répandue.

Par contre, comme on le verra plus bas, ces émissions peuvent encore ne représenter qu'une petite partie de ce qui se passe ailleurs et vous est nécessaire.

3 - Approche "bilan carbone"

On peut enfin souhaiter connaître la pression totale que l'on exerce sur son environnement en matière de gaz à effet de serre. Si vous avez besoin d'acier pour faire vos produits, il a bien fallu le fabriquer : le besoin d'acier chez vous se traduit par des émissions ailleurs et on peut estimer légitime de vous les imputer, votre marge de manœuvre étant alors, éventuellement, de choisir un autre matériau dont la fabrication est moins "riche" en gaz à effet de serre, ou de diminuer vos consommations de matière.

¹² dans le cas d'une administration, on prendra en compte ici les déplacements des "usagers" jusque vers les locaux.

On réalise alors une approche encore plus large, tenant compte de tous les flux entrants ou sortants, à l'image de ce que l'on fait en comptabilité.

Dans un bilan comptable, en effet, on traduit en chiffres tout ce qui concerne l'entreprise, même si la production a eu lieu ailleurs : on y trouvera par exemple mention de l'achat d'une photocopieuse, qui a peu de chances d'avoir été produite chez vous si vous êtes une banque ou une entreprise de décolletage.

De même, on peut souhaiter, pour les émissions de gaz à effet de serre, tenir compte de toutes les émissions qui ont eu lieu pour le compte de l'entreprise, même si elles n'ont pas eu lieu localement, mais qui sont liées à la production d'un produit ou service qui vous est nécessaire.

Pour reprendre l'exemple ci-dessus, par exemple, la fabrication de la photocopieuse a engendré des émissions de gaz à effet de serre. Si cette photocopieuse finit par être utilisée chez vous, on peut considérer normal de vous imputer les émissions correspondantes, tout comme l'amortissement de cette photocopieuse ou son loyer mensuel figure dans vos livres comptables.

C'est alors la logique du bilan carbone : tout ce qui concourt à l'exercice de votre activité est pris en compte, même si les émissions correspondantes n'ont pas lieu dans votre périmètre juridique ou comptable, dès lors que cela vous est nécessaire.

Cette démarche a l'ambition de vous donner la visibilité la plus large possible. Vous pourrez par exemple vous apercevoir que vos émissions "internes" ou "ajoutées" sont mineures comparées à celles qu'il a fallu faire pour fabriquer les matières premières que vous transformez ou travaillez.

Vous comprendrez alors que ce que vous pouvez faire de plus "utile" pour commencer à faire baisser les émissions de la collectivité n'est pas nécessairement de faire de très gros efforts chez vous pour diminuer immédiatement le chauffage mais de diminuer fortement vos achats matière ou tout simplement de ne plus acheter des produits qui sont très "polluants" du point de vue de l'effet de serre pour les remplacer par d'autres.

Par exemple, si vous êtes un fabricant de meubles de jardin, vous vous rendrez compte que de passer du plastique au bois (avec replantation, ce point est essentiel pour que le bois soit un puits de carbone, et cela exclut donc les bois tropicaux qui ne sont pas replantés) engendre un gain net majeur par rapport au fait de faire quelques économies éventuelles de matière plastique.

Dans cette logique du bilan carbone, on tient alors compte des postes suivants :

- l'utilisation de l'énergie dans votre entité, y compris l'électricité,
- les émissions non liées à une combustion (autres réactions chimiques, évaporations et fuites) qui ont lieu chez vous.
- les déplacements domicile-travail des salariés,
- des transports des marchandises de chez vous jusque chez vos clients, ou, si vous avez une activité grand public, des déplacements éventuels du public jusque chez vous,
- des transports de produits de chez vos fournisseurs jusque chez vous,

- des émissions liées aux produits et matériaux incorporés dans votre production (les matériaux incorporés dans des biens durables et les emballages des produits vendus),
- des émissions liées à la construction du bâtiment que vous occupez, même si vous êtes locataire,
- des émissions liées à la construction des machines utilisées,
- des émissions liées au traitement des déchets que vous produisez, directement (ce qui est dans la poubelle de l'entreprise) ou indirectement (les emballages de vos produits).

Cette approche vous donne une visibilité sur tout ce pour quoi vous pouvez avoir, directement ou indirectement, une action pour la fabrication du produit :

- lieu d'implantation de l'entreprise,
- choix des matériaux achetés,
- conditions dictées aux fournisseurs,
- choix des emballages,
- choix des horaires,
- etc.

Lorsque l'on fait un bilan carbone, on se pose donc la question "de quoi ai-je besoin pour faire mon activité" et on essaie de quantifier tous les postes importants. Nous donnons quelques exemples ci-dessous.

Il convient de finir cette approche par une remarque importante : il s'agit bien d'un bilan carbone, qui ne concerne que les émissions de gaz à effet de serre, et non les autres impacts de votre activité sur l'environnement .

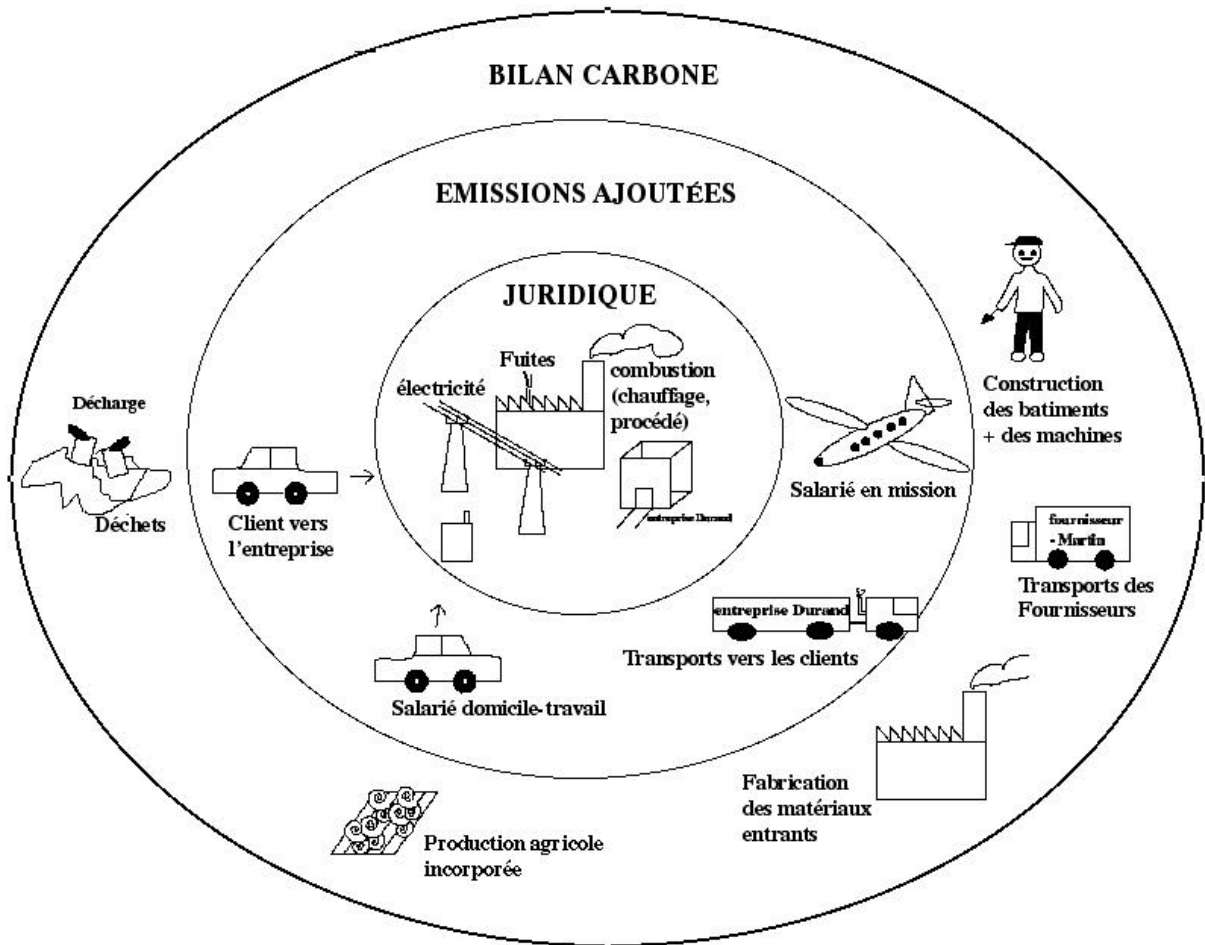
En effet, dans certains cas, la minimisation des émissions de gaz à effet de serre peut conduire à l'augmentation d'autres émissions gênantes.

Un exemple bien connu est celui des carburants : supprimer les pots catalytiques (voir les pots d'échappement) permet de gagner en rendement sur le moteur et donc d'économiser du carburant à énergie mécanique obtenue égale. Dit autrement, supprimer le pot catalytique est une bonne affaire pour les émissions de gaz à effet de serre, alors que cela augmente d'autres nuisances (les polluants locaux ou le bruit si l'on supprime le pot).

Il convient donc de bien garder cette limite à l'exercice en tête. Toutefois les antagonismes de cette nature ne sont pas systématiques, et au contraire dans bon nombre de cas la diminution des émissions de gaz à effet de serre procurera d'autres avantages (qualifiés de dividendes associés).

Par exemple, passer de la voiture au train pour les déplacements de personnes (ou de l'avion au train pour les voyages en France) permet des économies significatives d'émissions sans engendrer d'effet pervers.

Synthèse graphique



5 - Annexe 2 : calcul de la surface occupée par la DGEMP au 41 VA et au 59 VA

Les surfaces totales des bâtiment situés au 41 VA et au 59 VA sont connues, de même que celle du 61 VA. Pour ce dernier immeuble, nous avons eu la décomposition par nature d'occupation et par étage (tableau ci-dessous).

Nature de surface (m ²)	2è s/s	1er s/s	RDC	1er ét.	2è ét.	3è ét.	4è ét.	5è ét.	6è ét.	7è ét.	Total
Bureaux				244	670	670	670	670	364	285	3 573
Circulations horizontales	1087	787	432	176	182	182	182	182	134	122	3 466
Circulations verticales	60,6	40,4	60,7	66	41,1	41,1	41,1	41,1	49,1	31,6	473
Locaux techniques	39	193	143	9,9	11	11	11	11	11	11	451
Informatique				11	25	25	25	25	25	25	161
Sanitaires			27	75	28	28	28	28	32	28	274
Parkings & voies d'accès	306	394	118								818
Réserves DGEMP	210										210
Cantine	204		665	125,5							995
Activités diverses			24,5	264							289
Vestiaires			18	23,5							42
Totaux par niveau	1 907	1 414	1 488	995	957	957	957	957	615	503	10 750

Nous affectons à la DGEMP toute la surface hors œuvre au 61 VA exception faite des locaux mis à disposition de la restauration du personnel (salle de restaurant, une partie des réserves, bureaux, cafétéria), soit 9.756 m² bâtis, dont 3.321 m² de sous-sols.

A partir des éléments ci-dessus, nous pouvons calculer diverses surfaces ci-dessous. Les données de départ sont en ombré.

Surfaces	m ² au 61 VA
surface totale avec sous-sols	10 750
sous-sols	3 321
surface totale hors sous-sols	7 429
surface totale parties communes	3 041
Cantine hors sous-sol	790,5
surface hors sous-sol affecté à DGEMP	6 639
sous-sol affecté à DGEMP	3 117
surface totale de bureaux	3 598
% de parties communes/bureaux	85%
Nombre d'agents	200
Surface bureau par agent	18
Surface par agent hors sous-sol	33
Surface par agent avec sous-sol	49
surface retenue pour l'amortissement	9 960

surface retenue pour le chauffage	6 639
-----------------------------------	-------

La surface retenue pour l'amortissement inclut les sous-sols, alors que la surface retenue pour le chauffage ne les inclut pas. Les sous-sols sont en effet des surfaces bâties, dont la construction requiert une dépense d'énergie supérieure à celle de la simple création de fondations, et il semble donc légitime d'en tenir compte pour les émissions liées à la construction du bâtiment.

Pour la chauffage, par contre, comme « la chaleur monte », nous considérerons que les surfaces situées en dessous du RDC ne bénéficient que très faiblement de l'apport calorifique du chauffage des étages supérieurs (ce qui ne serait pas vrai si la partie non chauffée se situait au-dessus).

Avec ces données, nous disposons également d'informations pour les autres bâtiments, à savoir :

- les surfaces totales hors sous-sol (?), respectivement de 39.786 et 12.971 m² pour les 59 et 41 VA
- le nombre d'agents qui y travaillent, respectivement de 12 et 24 pour les 59 et 41 VA,
- enfin de la surface totale de bureaux de la DGEMP dans le cas du 41 VA.

A partir de ces informations, nous allons extrapoler une surface bâtie (incluant sous-sols) et une surface chauffée pour la présence de la DGEMP dans les deux bâtiments où elle n'occupe qu'une partie des surfaces.

Les principes en seront les suivants :

- 1 - la surface de bureau par agent, connue, pour le 61 VA et pour le 41 VA, par division des surfaces totales des bureaux (connues) par le nombre total d'agents dans l'immeuble (connu), est supposée être la même pour le 59 VA que ce qu'elle est pour le 61 VA. La surface par agent est très supérieure pour le 41 VA, mais reflète l'existence de salles de réunion utilisées également par les agents du 61 VA, ce qui n'est donc pas représentatif.
- 2 - les parties communes hors sous-sol dévolues à la DGEMP pour le 61 VA comprennent : les circulations horizontales et verticales, les locaux techniques et informatiques, les vestiaires et sanitaires, les moyens communs (CDI), et les voies d'accès du rez-de-chaussée.
- 3 - le ratio (surface des parties communes pour la DGEMP)/(surface des bureaux pour la DGEMP), c'est à dire le surplus de surface constitué de parties communes qu'il faut rajouter à la surface de bureaux pour avoir le total des surfaces (hors sous-sol) par agent de la DGEMP, est supposé être le même pour chaque immeuble. En d'autres termes, si les parties communes de la DGEMP représentent 85% de la surface des bureaux de la DGEMP au 61 VA, ce ratio est supposé être le même pour les 41 et 59 VA.
- 4 - la surface totale par agent de la DGEMP, sous-sol compris, est sensé être la même au 59 VA (où elle n'est pas connue) qu'au 61 VA (ou elle peut être calculée). Cette surface n'intervient que dans les calculs des amortissements et non dans les calculs concernant le chauffage et la climatisation,
- 5 - pour le 41 VA, la surface totale par agent de la DGEMP, sous-sol compris, s'obtient à partir de la surface disponible par agent hors sous-sol, calculée avec les hypothèses 1 et 3 ci-dessus, et en rajoutant une surface de sous-sol égale à celle calculée pour les agents du 61 VA, ce qui revient à dire que nous ne prenons pas une occupation du sous-sol proportionnelle à une occupation des étages dans ce cas précis, à cause du biais induit par l'existence de salles

de réunion. Une surface de parking par agent semble un meilleur élément de référence, et c'est cette surface-là que nous supposons égale par immeuble. Cette surface n'intervient également que dans les calculs des amortissements et non dans les calculs concernant le chauffage et la climatisation.

Avec les hypothèses ci-dessus, les résultats des calculs se visualisent dans le tableau ci-dessous.

lieu	61 VA	59 VA	41 VA
surface totale avec sous-sols	10 750		
sous-sols	3 321		
surface totale hors sous-sols	7 429	39 786	12 971
surface totale parties communes	3 041		
Cantine hors sous-sol	790,5		
Surface hors sous-sol affectée à DGEMP	6 639		
sous-sol affecté à DGEMP	3 117		
surface totale de bureaux	3 598	216	1 155
% de parties communes/bureaux	85%	85%	85%
Nombre d'agents	200	12	24
Surface bureau par agent	18	18	48
Surface par agent hors sous-sol	33	33	89
Surface par agent avec sous-sol	49	49	131
Surface retenue pour l'amortissement	9 960	585	2 505
Surface retenue pour le chauffage	6 639	398	2131

Comme pour le tableau précédent, les valeurs connues, utilisées en entrée pour le calcul, sont portées en ombré dans le tableau ci-dessus.

Les mètres carrés de la ligne « surface retenue pour l'amortissement » servent directement à alimenter le tableur dans le feuillet « amortissement », un mètre carré valant tant d'émission de gaz à effet de serre (se reporter à la méthodologie pour les explications sur la construction de ce coefficient de conversion).

Ceux de la ligne « surface retenue pour le chauffage » servent à calculer une proportion de la partie chauffée du bâtiment (donc hors sous-sols) qui est affectée à la DGEMP.

5 - Annexe 3 : contenu en équivalent carbone de la vapeur CPCU

L'un des modes de chauffage des locaux de la DGEMP est la vapeur fournie par la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU). Pour obtenir cette vapeur, la CPCU brûle des combustibles divers, à savoir du charbon, du gaz, du fioul, et des ordures ménagères.

Pour la fabrication de sa vapeur, la CPCU utilise la répartition suivante pour l'énergie primaire :

- à 50% à partir d'ordures ménagères
- à 20% à partir du charbon
- à 20% à partir de gaz (en cogénération),
- à 10% à partir de fioul.

De la sorte, dans une tonne de vapeur fournissant 700 kWh (630 ?) exploitables pour le client, il y aura :

- 350 kWh provenant d'ordures ménagères,
- 140 proviennent de charbon, 140 de gaz, et 70 de fioul,

Pour obtenir 140 kWh thermique avec du charbon, il faut émettre 15 kilos équivalent carbone de gaz à effet de serre.

Pour obtenir 140 kWh thermique avec du gaz, il faut émettre 8,6 kilos équivalent carbone de gaz à effet de serre.

Pour obtenir 70 kWh thermique avec du fioul, il faut émettre 5,9 kilos équivalent carbone de gaz à effet de serre.

Enfin pour les ordures ménagères, il y a deux approches possibles :

- la première est de dire que compte tenu de la loi, qui supprime les mises en décharge, l'incinération est obligatoire, et que la récupération de chaleur à cette occasion est une valorisation à émission marginale nulle en ce qui concerne les gaz à effet de serre, donc que la partie « ordures ménagères » ne conduit à aucune émission en particulier.
- la deuxième manière de raisonner est de dire que si l'objectif est de minimiser les émissions de gaz à effet de serre, la combustion des ordures ménagères aux fins d'en retirer de la chaleur doit se comparer à la manière la plus économe (du point de vue des émissions) de gérer les déchets. Or, compte tenu de la composition de ces derniers, pour minimiser les émissions il vaut mieux mettre en décharge que d'incinérer, comme les tableaux comparatifs ci-après l'attestent.

Emissions de gaz à effet de serre lié à la combustion d'une tonne d'ordures ménagères

Composant des ordures ménagères	En % du total	kg équ. C par tonne incinérée ¹³	contribution sur une tonne d'OM
Déchets putrescibles	28,80%	0	0
Papier carton	25,30%	500	126,5
Plastiques	11,10%	800	88,8
Verre	13,10%	0	0
Métaux	4,10%	0	0
Textiles	5,70%	500 ¹⁴	28,5
Divers	11,90%	250 ¹⁵	29,75
Emission moyenne liée à la combustion d'une tonne d'ordures ménagères (en kg équ. Carbone)			273,55

Emissions de gaz à effet de serre lié à la mise en décharge d'une tonne d'ordures ménagères			
Composant des ordures ménagères	En % du total	kg équ. C par tonne mise en décharge	contribution sur une tonne d'OM
Déchets putrescibles	28,80%	290	83,52
Papier	16,20%	400	64,8
Carton	9,10%	280	25,48
Plastiques	11,10%	0	0
Verre	13,10%	0	0
Métaux	4,10%	0	0
Textiles	5,70%	0	0
Divers	11,90%	0	0
Emission moyenne liée à la mise en décharge d'une tonne d'ordures ménagères (en kg équ. Carbone)			173,8

Nous voyons donc que si nous prenons en compte le supplément de l'incinération par rapport à la méthode la plus vertueuse possible, alors l'incinération des ordures ménagères confère à la chaleur produite un « contenu en gaz à effet de serre » de 100 kg équivalent carbone par tonne d'ordures.

Par ailleurs la combustion d'une tonne d'ordures ménagères dégage 1700 kWh thermiques¹⁶ (énergie finale ou primaire ?), de telle sorte qu'un kWh né de la combustion des ordures « contient » environ 59 grammes équivalent carbone.

Si nous choisissons de coller à la réalité physique, c'est bien ce contenu qu'il faut prendre, ce qui nous amène au total suivant (la valeur rouge du bas est calculée) :

¹³ On se référera au chapitre « déchets » de la méthode sur laquelle s'appuie cette étude.

¹⁴ Valeur approximative provenant essentiellement de l'énergie utilisée par l'industrie textile et du « contenu en carbone fossile » des fibres synthétiques. La faible part de ce poste rend de toute façon l'incertitude peu gênante.

¹⁵ Cette valeur est totalement arbitraire, la composition exacte de cette rubrique n'étant pas connue, pas plus que les émissions par nature de produit brûlé.

¹⁶ ratio établi à partir du rapport Prévot sur la combustion des déchets

Combustible	% du total	kWh	g équ. C/kWh	Contribution pour une tonne de vapeur
charbon	20%	140	0,107	14,94
gaz	20%	140	0,062	8,62
fioul	10%	70	0,085	5,93
ordures	50%	350	0,059	20,54
Total	100%	700	0,071	50,03

La vapeur CPCU a donc un contenu en gaz à effet de serre de 71 grammes équivalent carbone par kWh, et c'est cette valeur qui sert ici de référence.

**6 - Annexe 4 : distances
domicile travail parcourues en
voiture**

Dept	Commune de résidence	Distance domicile travail	Type de parcours	jours dans l'année
94	Le Perreux	10	p	220
93	Livry Gargan	17	p	220
94	Thiais	10	p	15
75	Paris	7	u	220
92	Levallois Perret	12	u	3
75	Paris	7	u	80
75	Paris	7	u	3
75	Paris	7	u	3
75	Paris	7	u	220
91	Viry Chatillon	23	p	80
92	Issy les Moulineaux	10	p	80
94	Vincennes	7	p	3
75	Paris	7	u	220
75	Paris	7	u	220
77	Champs sur Marne	21	p	3
78	Sartrouville	22	p	3
92	Reuil Malmaison	22	p	15
75	Paris	7	u	80
92	Valenton	14	p	3
92	Issy les Moulineaux	10	p	15
92	Montrouge	6	u	3
75	Paris	7	u	80
75	Paris	7	u	3
94	Créteil	12	p	220
77	Roissy en Brie	25	p	3
75	Paris	7	u	80
75	Paris	7	u	220
75	Paris	7	u	15
94	Gentilly	5	u	3
75	Paris	7	u	15
92	Clichy	22	p	220
95	Mairie sur Oise			3
92	Montrouge	6	u	80
92	Chaville	17	p	3
92	Reuil Malmaison	22	p	220

75	Paris	7	u	220
----	-------	---	---	-----

(suite)

Dept	Commune de résidence	Distance domicile travail	Type de parcours	jours dans l'année
91	Itteville	43	p	3
92	Boulogne-Billancourt	13	p	3
75	Paris	7	u	15
75	Paris	7	u	80
75	Paris	7	u	15
94	L'hay les Roses	8	p	220
75	Paris	7	u	80
75	Paris	7	u	15
94	Vitry sur Seine	5	u	220
75	Paris	7	u	3
75	Paris	7	u	15
92	Malakoff	8	p	220