

FONCTIONNEMENT DU TABLEUR ANALYSE CARBONE

I. Avertissement :

Ce tableur permet d'approcher certains impacts environnementaux, en termes d'équivalent carbone, de produits utilisés dans nos laboratoires d'électronique ou d'étude des constructions en prenant en compte la totalité de leur cycle de vie.

Il fournit une estimation de ces impacts environnementaux et ne saurait se substituer à une Analyse de Cycle de Vie complète. **Les facteurs utilisés se basent sur des moyennes.**

Ces feuilles de calculs ont été élaborées afin de vous assister dans votre analyse des démarches d'éco-conception.

Elles ne remplacent en aucun cas les conseils d'un expert mais vous permettent d'identifier les problèmes de vos produits et d'améliorer leur conception.

L'objectif de l'utilisation de ce tableur est de vous sensibiliser aux différentes démarches d'éco-conception.

II. Navigation :

Le Tableur Analyse Carbone se présente comme un *classeur* **Microsoft Excel**, composé de plusieurs *feuilles de calculs*.

La navigation entre ces feuilles se fait via les *onglets* affichés en bas de la fenêtre du classeur. Ces derniers suivent les différentes étapes du cycle de vie du produit étudié.

Ils apparaissent sous la forme :



Fig1. Onglets de navigation

Toutes les fonctionnalités d'**Excel** restent accessibles, en particulier les éléments de navigation : boutons de défilement des onglets, barres de défilement des feuilles...

III. Utilisation du Tableur Analyse Carbone :

III-1. Informations à entrer dans le tableur :

Nom du produit :

A renseigner dans la case prévue à cet effet dans l'onglet « Analyse Carbone ».



Données concernant le produit :

Seules les cellules en bleu clair () et en vert clair () du tableur sont à remplir lors de l'utilisation du tableur.

Ces cellules bleues et vertes ne sont bien entendu pas toutes à remplir.

Ces mêmes cellules ne se trouvent que dans les onglets « *Matières premières* », « *Fabrication* », « *Distribution* », « *Utilisation du produit* » et « *Valorisation du produit usagé* ».

Nota : aucunes données ne sont à rentrer dans l'onglet « *Energies fossiles* », les calculs se faisant directement à partir des valeurs entrées dans l'onglet « *Distribution* ».

III-2. Onglet : « Analyse Carbone » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Analyse Carbone » résume l'ensemble des résultats provenant des différentes étapes du cycle de vie du produit étudié. Ces résultats découlant directement des calculs réalisés à partir des données entrées dans les différents autres onglets.

Composition :

- **Nom du produit analysé.**
- 6 compteurs Analyse Carbone intermédiaires (**Fig.2**) répertoriant la quantité en **kg équ. C** du produit à chacune des étapes de son cycle de vie [cadre noir, fond jaune, chiffres en rouge].
- **Un compteur Analyse Carbone total (Fig.2)** (également en **kg équ. C**) faisant la somme des 6 compteurs précédents [cadre noir, fond jaune, chiffres en rouge].
- **Un compteur CO₂ total (Fig.2)** (en **kg équ. CO₂**) traduisant les kg équ. C en kg équ. CO₂ [cadre noir, fond rose, chiffres en brun].

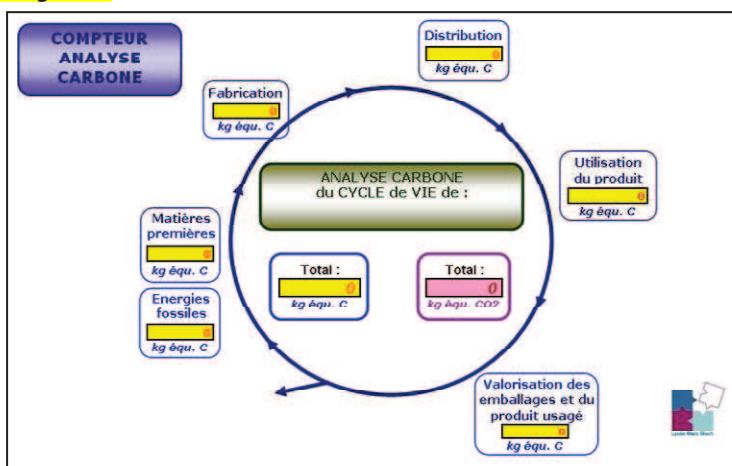


Fig.2

- Un graphe (**Fig.3**) répertoriant les valeurs en **kg équ. C** de chacune des étapes du cycle de vie du produit (en lien direct avec les 6 compteurs intermédiaires). Ce graphe permettant de voir rapidement quelles sont les étapes du cycle de vie qui ont le plus d'impact sur l'environnement.

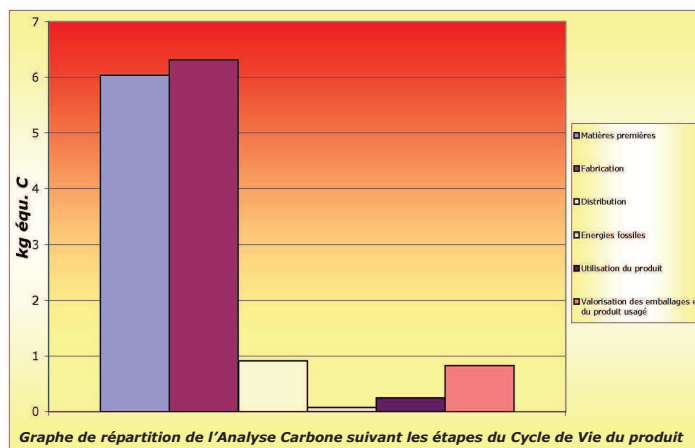


Fig.3

- Un compteur Empreinte Carbone (**Fig.4**) permettant de faire une analogie entre les valeurs calculées et la même quantité de CO₂ que devrait absorber un grand arbre sur une année ou par une superficie de forêt équivalente (en m²).

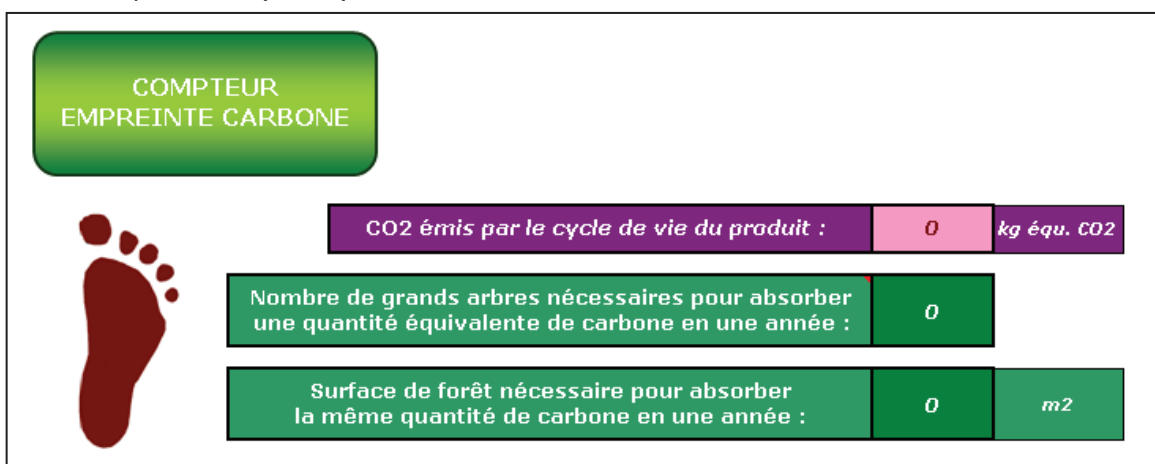


Fig.4

- Différentes informations (**Fig.5**) sur des ordres de grandeur d'émission de CO₂ d'un ménage français et sur différents sites Internet permettant d'aller plus loin sur les solutions de réduction d'émissions de CO₂.

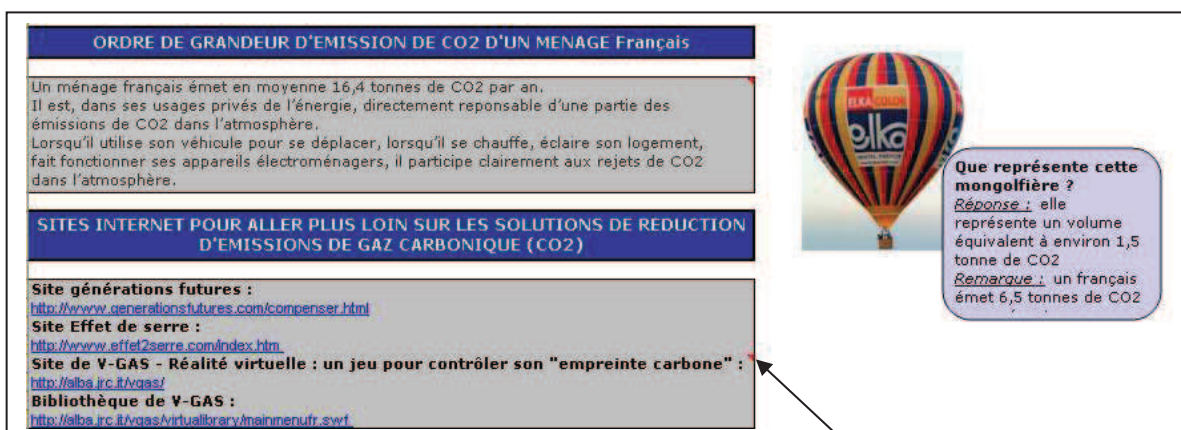


Fig.5

Remarque : De nombreuses informations supplémentaires sont également présentes sur le tableur Analyse Carbone. Ces informations sont disponibles dans les commentaires ajoutés sur certaines cellules. Ces commentaires s'affichent lorsque l'on déplace la souris sur une cellule qui comporte un petit triangle rouge en haut à droite.

III-3. Onglet : « Matières premières » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Matières premières » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** à partir de la masse des différents matériaux utilisés dans le produit analysé.

La somme des masses de chacun des matériaux des différentes pièces du produit étudié étant à entrer dans cet onglet.

Chaque matériau possède son propre facteur d'émissions qui prend en compte l'énergie utilisée lors de l'extraction du minerai, l'énergie utilisée lors du procédé de transformation pour obtenir la matière première considérée, ainsi que les émissions lors du transport de cette matière première jusqu'au lieu de fabrication des différentes pièces.

Cet onglet correspond à l'extraction et à la production de matières premières.

Les matériaux listés sont :

- **Les métaux :**
 - L'acier et les métaux ferreux avec le taux de recyclage suivant le pays,
 - L'aluminium avec le taux de recyclage suivant le pays,
 - Le plomb,
 - Le zinc,
 - Le cuivre (laiton, bronze...),
 - Le nickel.
- **Les plastiques :**
 - Polystyrène (PS),
 - Polychlorure de vinyle (PVC),
 - Acrylonitrile butadiène styrène (ABS),
 - Acrylonitrile butadiène styrène (ABS - recyclé à 100 %),
 - Polypropylène haute densité (PP hd),
 - Polypropylène haute densité (PP hd - recyclé à 100 %),
 - Polypropylène basse densité (PP bd),
 - Polypropylène basse densité (PP bd - recyclé à 100 %)
 - Polyéthylène téréphtalate (PET - amorphe),
 - Polyéthylène téréphtalate (PET - qualité bouteille),
 - Polyéthylène téréphtalate (PET - en film après transformation),
 - Polyéthylène téréphtalate (PET - moyenne),
 - Polyéthylène téréphtalate (PET - recyclé à 100 %),
 - Polyamide (PA),
 - Epoxyde (EP - Epoxy).
- **Les verres :**
 - Verre bouteille,
 - Verre plat,
 - Laine de verre,
 - Verre recyclé (hors bouteilles),
 - Verre technique,
 - Verre vert,
 - Verre brun,
 - Verre incolore.
- **Les papiers et cartons :**
 - Papier (papier journal, ramettes...),
 - Carton,
 - Papier (essuie-tout, serviettes en papier).

III-4. Onglet : « Energies fossiles » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Energies fossiles » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** à partir des données provenant de l'onglet « Distribution ».

Aucunes valeurs ne sont à entrer dans cet onglet (pas de cellules bleues ou vertes).

Les facteurs d'émissions des énergies fossiles se résument à « du puits au réservoir ». Le calcul s'effectuant à partir des énergies utilisées pour extraire les énergies fossiles, des énergies utilisées pour raffiner ces énergies fossiles (combustibles fossiles) ainsi que le transport par camion, bateau, pipe line...jusqu'à la pompe.

La combustion de ces énergies n'étant pas prise en compte dans cet onglet mais dans l'onglet « Distribution ».

Cet onglet correspond à l'extraction, à la transformation et au transport des énergies fossiles.

Les différents combustibles fossiles listés sont :

- **Les combustibles liquides :**
 - Le gaz de pétrole liquéfié (GPL),
 - L'essence (supercarburant SP95, supercarburant SP98),
 - Le gazole (diesel),
 - Le fioul domestique,
 - Le fioul lourd,
 - Le carburéacteur (Kérosène).
- **Les combustibles gazeux :**
 - Le gaz naturel.
- **Les combustibles solides :**
 - Le charbon à coke,
 - La houille,
 - Le charbon sous bitumeux,
 - Les agglomérés (provenant de houille ou sous bitumeux),
 - Le lignite,
 - La brique de lignite,
 - Le coke de houille,
 - Le coke de lignite,
 - Le coke de pétrole,
 - La tourbe,
 - Les schistes,
 - Le naphta.

L'onglet « Energies fossiles » comprend aussi, **indépendamment du reste du tableur**, un petit tableau pour calculer la quantité de **kg équ. C** émit en fonction d'une masse (ou d'un volume) de carburant fossile utilisé. **Attention : ce tableau prend aussi en compte la combustion de ce même combustible fossile (ce qui n'est pas le cas pour le reste de l'onglet).**

III-5. Onglet : « Fabrication » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Fabrication » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** à partir de plusieurs paramètres caractéristiques des différentes pièces utilisées dans le produit analysé.

Cet onglet correspond à la fabrication (production) des différentes pièces du produit analysé.

Les types de composants fabriqués pris en compte ou les procédés d'obtention listés sont :

- **La production des cartes électroniques** (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la surface en cm^2) :
 - PCB (Printed Circuit Board) : circuit imprimé (pistes simple face) [dont Epoxy],
 - PCB (Printed Circuit Board) : circuit imprimé (pistes double face) [dont Epoxy],
 - PCB (Printed Circuit Board) : circuit imprimé (pistes multi-couches) [dont Epoxy],
 - Composants électroniques (CMS) [dont matières premières],
 - Composants électroniques (composants discrets) [dont matières premières].
- **La production des fils et câbles électriques** (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la longueur en cm et de la section en mm^2)
- **La production des adaptateurs électriques** [transformateurs...] (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la masse en kg)
- **La fabrication par moulage des pièces mécaniques** (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la masse en kg) :
 - Moulage toutes pièces en métal (hors aluminium) [hors matière première],
 - Moulage toutes pièces en aluminium (ou zinc + aluminium) [hors matière première]
 - Moulage toutes pièces en plastique [hors matière première].
- **La fabrication (hors moulage) des pièces mécaniques** [hors pignons, roues, vis sans fin et roulements] (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la masse en kg) :
 - Production pièces en métal (hors aluminium) [hors matière première],
 - Production pièces en aluminium (ou zinc + aluminium) [hors matière première],
 - Production pièces en plastique [hors matière première].

La production des pièces mécaniques englobe les procédés d'obtention comme l'usinage, le pliage, l'emboutissage, le découpage, le soudage...

- **La fabrication des moteurs électriques** (calcul Analyse Carbone effectué à partir du volume en cm^3)

- **La production des pignons, roues et vis sans fin en métal** (calcul Analyse Carbone effectué à partir du nombre de dents ou filets et du diamètre primitif en mm)
- **La production des roulements** (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la largeur du roulement en cm et du diamètre extérieur du roulement en cm également)
- **La production des batteries, piles et accumulateurs** (calcul Analyse Carbone effectué à partir du nombre d'éléments et du volume de chaque élément en cm³) :
 - Production de pile alcaline (non rechargeable) [dont matières premières],
 - Production de pile saline carbone-zinc (non rechargeable) [dont matières premières],
 - Production de pile lithium (non rechargeable) [dont matières premières],
 - Production d'accumulateur Ni-MH (Nickel-métal hydrure) rechargeable [dont matières premières],
 - Production d'accumulateur Ni-Cd (Nickel-cadmium) rechargeable [dont matières premières],
 - Production d'accumulateur Ni-Zn (Nickel-zinc) rechargeable [dont matières premières],
 - Production d'accumulateur Li-ion (Lithium ion) rechargeable [dont matières premières],
 - Production d'accumulateur Li-Po (Lithium polymère) rechargeable [dont matières premières],
 - Production de batterie au plomb [dont matières premières].

L'onglet « Fabrication » comprend aussi, **indépendamment du reste du tableur**, quelques ordres de grandeur concernant **la fabrication** d'une voiture, d'un ordinateur de bureau avec écran à tube cathodique et d'un ordinateur de bureau avec écran plat (les matières premières sont comprises dans ces exemples).

III-6. Onglet : « Distribution » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Distribution » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** lié au transport des marchandises. Cette Analyse Carbone ne prend en compte que les émissions relatives aux énergies consommées lors du transport. Elle ne prend donc pas en compte l'extraction, la transformation et le transport des énergies fossiles.

Pour que le calcul soit complet, l'extraction, la transformation et le transport des énergies fossiles sont comptabilisés à partir de la quantité d'énergies fossiles utilisées pour ce même transport. Ce calcul étant fait automatiquement dans l'onglet « Energies fossiles » à partir du calcul de la quantité nécessaire d'énergies fossiles à chaque type de transport.

La quantité d'énergies fossiles (combustibles fossiles) s'affiche automatiquement dans les cellules oranges et rouges de cet onglet. Ce sont ces mêmes valeurs que l'on voit apparaître directement dans l'onglet « Energies fossiles ».

Cet onglet correspond à la distribution (au transport) du produit entre le lieu de production et le lieu final de vente.

Les transports listés sont :

- **Le transport de marchandises par camions ou camionnettes** (prise en compte de la fabrication du véhicule et de la consommation du véhicule pour un pourcentage moyen de charge en Europe) (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la distance à parcourir en km et de la masse à transporter en kg) :
 - PTAC < 1,5 tonnes essence,
 - PTAC < 1,5 tonnes diesel,
 - PTAC de 1,5 à 2,5 tonnes essence,
 - PTAC de 1,5 à 2,5 tonnes diesel,
 - PTAC de 2,51 à 3,5 tonnes essence,
 - PTAC de 2,51 à 3,5 tonnes diesel,
 - PTAC de 3,5 tonnes,
 - PTAC de 3,51 à 5 tonnes,
 - PTAC de 5,1 à 6 tonnes,
 - PTAC de 6,1 à 10,9 tonnes,
 - PTAC de 11 à 19 tonnes,
 - PTAC de 19,1 à 21 tonnes,
 - PTAC de 21,1 à 32,6 tonnes,
 - Tracteurs routiers (ensembles articulés - "semi-remorques") (PTAC moyen de 40 tonnes).

Le calcul des distances routières pouvant être fait à partir de différents sites Internet comme : www.viamichelin.fr, www.mappy.fr ou www.infotraffic.fr.

- **Le transport aérien de marchandises** (prise en compte de la consommation de l'avion mais pas de sa fabrication) (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la distance à parcourir en km et de la masse à transporter en kg) :
 - Airbus A318,
 - Airbus A319,
 - Airbus A320,
 - Airbus A300F,
 - Airbus A310,
 - Airbus A330-200,
 - Airbus A340-600,
 - Airbus A380,
 - Boeing B747-400.

Le calcul des trajets aériens pouvant être fait à partir de différents sites Internet comme :

- www.amadeus.net ou www.abm.fr/avion/qvacodapt.html pour la détermination des codes IATA des aéroports et <http://landings.com/landings/pages/search/rel-calc.html>
- et/ou www.levoyageur.net/distan.php pour le calcul des distances entre aéroports à partir des codes IATA ou des noms de villes.
- **Le transport ferroviaire de fret dans les différents pays européens** (prise en compte de la consommation énergétique pour la traction des trains [% diesel + % électrique compris] et tient compte de la manière dont le pays produit son électricité) (hors fabrication des infrastructures et hors fabrication du matériel roulant) (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la distance à parcourir en km et de la masse à transporter en kg) :
 - Allemagne,
 - Autriche,
 - Belgique,
 - Bulgarie,
 - Danemark,
 - Espagne,
 - Estonie,
 - Finlande
 - France,
 - Hongrie,
 - Grèce,
 - Irlande,
 - Italie,
 - Lettonie,
 - Lituanie,
 - Luxembourg,
 - Norvège,
 - Pays-Bas,
 - Pologne,
 - Portugal,
 - République Tchèque,
 - Roumanie,
 - Royaume-Uni,
 - Slovaquie,
 - Suède,
 - Suisse.

Le calcul des distances ferroviaires en Europe pouvant être fait à partir de différents sites Internet comme : www.viamichelin.fr, www.mappy.fr ou www.infotraffic.fr (hypothèse de distances sensiblement identiques aux distances routières).

- **Le transport maritime de marchandises par porte-conteneurs** (prise en compte de la consommation énergétique, hors fabrication des navires car négligeable par rapport à la consommation) (calcul Analyse Carbone effectué à partir de la distance à parcourir en mille marin et du volume à transporter en m³)

Le calcul des trajets maritimes pouvant être fait à partir du site Internet :

- www.distances.com (prise en compte, bien entendu, du contournement des continents).

III-7. Onglet : « Utilisation du produit » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Utilisation du produit » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** lié à la consommation énergétique électrique du produit lors de son utilisation. L'Analyse Carbone de la consommation électrique est réalisé sur la durée de vie totale du produit suivant le pays d'utilisation en fonction de sa consommation journalière.

Cet onglet correspond à la consommation électrique du produit lors de son utilisation sur l'ensemble de sa durée de vie.

Les pays listés sont :

- Allemagne,
- Autriche,
- Belgique,
- Danemark,
- Espagne,
- Finlande
- France,
- Irlande,
- Italie,
- Luxembourg,
- Norvège,
- Pays-Bas,
- Portugal,
- Royaume-Uni,
- Suède,
- USA,
- Japon.

L'onglet « Utilisation du produit » comprend aussi, **indépendamment du reste du tableur**, quelques ordres de grandeur concernant la consommation de différents appareils électriques en France.

Ce même onglet comprend aussi un petit tableau pour calculer la quantité de **kg équ. C** émit lors de la production d'électricité à partir d'éoliennes ou de panneaux photovoltaïques (calcul effectué en prenant en compte le cycle de vie complet des éoliennes ou des panneaux photovoltaïques).

III-8. Onglet : « Valorisation du produit usagé » :

L'onglet (ou la feuille de calculs) « Valorisation du produit usagé » calcule l'Analyse Carbone en **kg équ. C** à partir de la masse des différents matériaux en fin de vie recyclés ou non. Les différents matériaux étant ceux composant le produit analysé.

L'onglet ne calcule que l'Analyse Carbone en France en fonction de la situation actuelle des circuits de recyclage.

Chaque matériau recyclé ou non possède son propre facteur d'émissions qui prend en compte l'énergie utilisée lors du transport pour la mise en décharge ou en cycle de valorisation ou dans un circuit de recyclage. Ces facteurs prennent aussi en compte le procédé de valorisation des déchets (émanation de méthane ou autres).

Cet onglet correspond à la valorisation du produit usagé en fin de vie en France.

Les matériaux ou composants listés sont :

- Les plastiques
- Les métaux (acier, aluminium, cuivre, zinc, nickel, plomb...)
- Les verres
- Les papiers
- Les cartons
- Les batteries, piles, accumulateurs, adaptateurs électriques...