

# Revue critique de méthodologie : algorithme de compensation carbone

## 1ère hypothèse - L'utilisation des serveurs et des appareils électroniques

### 1. Consommation en énergie des serveurs et appareils électroniques

#### 1.1. Consommation en énergie d'une requête par le serveur

On ne peut pas totalement mesurer réellement la consommation en énergie d'un serveur sans intégrer des sondes de mesures dans le serveur en lui-même. Cependant, on peut estimer sa consommation en électricité grâce à plusieurs critères : les caractéristiques d'une page et la provenance de ses éléments.

La capacité et le dimensionnement d'un serveur peut se calculer par rapport à la métrique requêtes par seconde (ReqS). C'est la capacité du serveur à délivrer le nombre de requêtes pendant une seconde. Ce chiffre va dépendre de la technologie du serveur.

Nous pouvons ensuite en déduire le temps serveur utilisé par une requête, c'est l'inverse du nombre de requêtes par seconde ( $1/ReqS$ ).

Nous devons enfin prendre comme métrique la puissance d'un serveur web. Dans la plupart des centres de données moderne, les serveurs web sont hébergés sur des machines physiques. La puissance du serveur web sera donc la part de la puissance du serveur physique ( $P_{\text{Serveur}} / Nb_{\text{Serveur}}$ ). De plus, il est nécessaire de prendre en compte la consommation d'énergie des éléments qui constituent le centre de données. En effet, il faut considérer les consommations des climatisations, des éléments de puissance... Nous prendrons pour cela le Power Usage Effectiveness (PUE) qui caractérise l'efficacité énergétique du centre de données. Celui-ci varie entre 1.2 et 2.5 selon l'hébergeur (OVH étant l'hébergeur avec le PUE le plus petit).

#### 1.2. Consommation en énergie du serveur

Etablissons une estimation de la consommation en énergie du serveur en prenant en compte la durée de visite du client sur un site web, le nombre de pages visitées, le nombre d'éléments chargés par page et la consommation moyenne du serveur en état "Idle", c'est-à-dire sans aucune charge.

#### 1.3. Consommation en énergie d'un appareil électronique

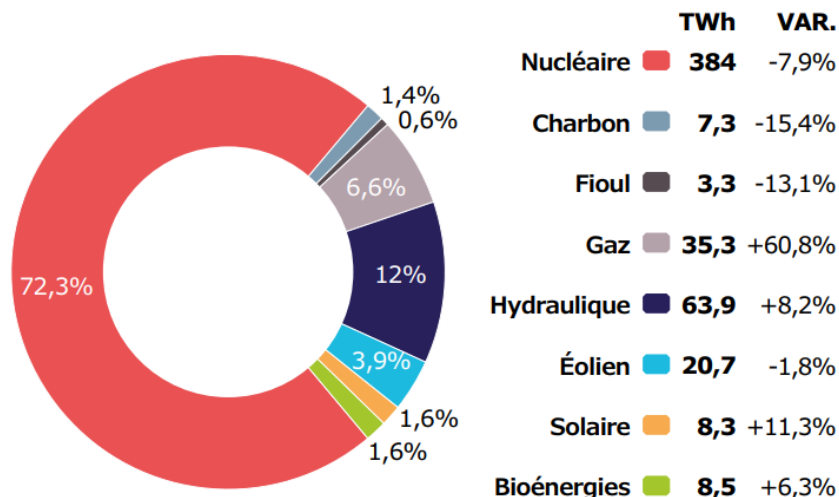
Enfin, il est nécessaire de prendre en compte la consommation de l'appareil électronique utilisé pour réaliser l'achat en ligne. Ainsi, un ordinateur fixe ou portable consomme en moyenne 50Wh en consultant un site e-marchand pendant une heure, tandis qu'un appareil mobile consomme beaucoup moins. De même, certains navigateurs nécessitent plus de ressources lors de l'utilisation. Ainsi, Chrome consommerait en moyenne 70mWh par page visitée, contre 49mWh pour Firefox et Internet Explorer.

## Production d'électricité en France

### 2.1. Chiffres clé de la production d'électricité en France

Suite à la publication du bilan électrique français 2016 du Réseau de Transports d'Énergie (RTE) disponible sur [RTE-France](http://RTE-France), on peut observer la répartition de production d'énergie suivante :

**Énergie produite : 531,3 TWh**  
(-2,8% par rapport à 2015)



Source : *Bilan électrique français 2016 - RTE-France*

Avec ce diagramme, on voit que la part des énergies fossiles représente 8,6% de la production d'énergie, suivies des énergies renouvelables s'élevant à 19,1% de la production totale, mais que le nucléaire reste encore majoritaire avec 72,3% de la production totale d'électricité en France.

**Le facteur d'émission de l'algorithme doit donc prendre en compte 2 facteurs : la consommation d'électricité et sa production, puisque 80,9% de l'énergie produite (nucléaire + énergie fossile) en France provient d'une source polluante.**

### 2.2. Émissions de CO2 par source d'énergie

L'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) a publié sur la Base Carbone les [facteurs d'émissions en CO2 des différentes sources d'électricités, en kgCO2eq par kWh](#).

Ainsi, l'ADEME établit les facteurs d'émissions suivants en production:

<p><b>Electricité - centrale charbon - production</b></p> <p>France continentale ADEME</p> <p>Voir la documentation </p>	<p><b>1.06</b> kgCO<sub>2e</sub>/kWh</p> <p>Afficher détails</p>
<p><b>Electricité - centrale fioul - production</b></p> <p>France continentale ADEME</p> <p>Voir la documentation </p>	<p><b>0.73</b> kgCO<sub>2e</sub>/kWh</p> <p>Afficher détails</p>

## Electricité - centrale gaz - production

0.418 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

## Electricité - centrale nucléaire - production

6.00E-3 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

## Électricité - éolien - production

7.00E-3 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

## Electricité - géothermie - production

0.045 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

## Electricité - hydraulique - production

6.00E-3 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

## Électricité - photovoltaïque - production

0.055 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

De même, le facteur d'émission en consommation d'énergie est le suivant pour l'année 2014 :

## Electricité - 2014 - mix moyen - consommation

0.082 kgCO<sub>2e</sub>/kWh



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)

[Afficher détails](#)

2.3. Calcul de l'émission en CO2 selon la consommation et la production d'énergie  
Avec les formules de calcul d'émission en CO2 selon l'énergie (EE), de la consommation d'un serveur (Cs) et d'un appareil électronique (Ca), et avec les facteurs d'émissions définis, on peut estimer la quantité de CO2 rejeté lors de la navigation sur un site d'e-commerce.

## 2ème hypothèse - Les émissions CO2 par le transport

### 1. Facteurs pris en compte par le calcul

Le calcul de l'émission en kg équivalent CO2 d'un transport prend en compte différents facteurs :

- La distance parcourue par le véhicule de transport

N'ayant pas connaissance de la provenance du bien acheté sur internet, nous supposons que celui-ci part directement de l'adresse de la boutique d'un client PayGreen. La distance correspond donc à celle entre l'adresse du client et l'adresse de la boutique utilisée.

- Le poids du colis et le nombre de colis

Ces informations sont indiquées par le site e-commerce.

- La consommation en carburant du véhicule à charge pleine et la contenance maximale du véhicule

Nous utilisons ici les données des transporteurs **Routier Express** correspondant à un transport de marchandise inférieur à 3 tonnes et utilisé pour les livraisons rapides.

- La charge du véhicule

Celle-ci est une donnée hypothétique calculée à partir de la charge maximale du véhicule de transport.

### 2. Les types de transports utilisés

Selon la [Base Carbone ADEME](#), nous utilisons les transporteurs Routiers Express pour récupérer les données théoriques de consommation en carburant du véhicule, la charge maximale, la charge moyenne par transport et l'émission en CO2 au kilomètre du véhicule.

Catégorie de moyen de transport	Poid / Volume	Usage du moyen de transport	Capacité maximale du moyen de transport	Taux d'utilisation du moyen de transport (charge + vide)	Taux de consommation kilométrique (l / 100 km)		Nombre d'unités transportées dans le moyen de transport (trajets à vide compris)
					Moteur	Groupe Froid	
<b>Express</b>							
VUL	3,5 t PTAC	Express / ramasse, distribution / pli,course	1,3 t	20%	16,0		0,26 t
VUL	3,5 t PTAC	Express / ramasse, distribution / colis	1,3 t	35%	16,0		0,46 t
Porteur	19 t PTAC	Express / traction	10,0 t	25%	27,0		2,50 t

#### Données extraites de la Base Carbone

On retrouve ainsi dans notre algorithme le choix entre ces différents véhicules :

### 2.1. Camion porteur - express, traction, PTAC 19T - Véhicule générique - BASE CARBONE ADEME

Les données utilisées concernant ce véhicule sont :

- Nombre d'unités transportées par camion porteur : 2.5 tonnes
- Consommation kilométrique du véhicule : 0.27 L/ km
- Capacité maximale du véhicule : 10 T

## Camion porteur - express, traction, PTAC 19T - nombre d'unités transportées

2.5 tonne



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)



[Afficher détails](#)

## Camion porteur - express, traction, PTAC 19T - consommation de gazole

0.27 litre / km



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)



[Afficher détails](#)

### 2.2. Véhicule utilitaire léger, express, ramasse distribution, colis - Véhicule générique - BASE CARBONE ADEME

Les données utilisées concernant ce véhicule sont :

- Nombre d'unités transportées par camion porteur : 0.46 tonne
- Consommation kilométrique du véhicule : 0.16 L/ km
- Capacité maximale du véhicule : 1,3 T

## Véhicule Utilitaire Léger - express, ramasse distribution, colis - nombre d'unités transportées

0.46 tonne



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)



[Afficher détails](#)

## Véhicule Utilitaire Léger - express, ramasse distribution, colis - consommation de gazole

0.16 litre / km



France continentale  
ADEME

[Voir la documentation](#)



[Afficher détails](#)

### 2.3. Véhicule utilitaire léger électrique

Dans le cas d'un véhicule électrique, la quantité de CO2 est calculée par rapport aux facteurs d'émission et de consommation d'électricité cités dans "1ère hypothèse : Émissions de CO2 par source d'énergie". Véhicule de référence : Peugeot Partner ou Nissan e-NV200.

#### 2.4. Véhicule sans moteur - vélo ou livraison à pied

Dans le cas d'une livraison dans la même ville, en fonction du nom du transporteur, le vélo ou la livraison à pied seront sélectionnés, pas d'émission de CO2 dans ce cas.

### 3. Formule de calcul des émissions du transport

Etant donné que nous ne connaissons pas le processus de livraison de chaque prestataire de transport, nous partons de l'hypothèse que le véhicule de transport parcourt la distance totale entre le Point A correspondant à l'adresse de la boutique d'un client PayGreen et le Point B correspondant à l'adresse du client.