

# Guide de l'animateur INVBC

## “Inventons Nos Vies Bas Carbone”

Kit pédagogique destiné à déclencher, mesurer et orienter les actions rapides et de grande ampleur nécessaires à la préservation de conditions climatiques viables.

Ce kit INVBC est constitué du présent guide, d'une vingtaine de “cartes constats” en A3 et d'une cinquantaine de “cartes solutions” en A4. Une version utilisable [en ligne](#) est disponible.



# RESISTANCE CLIMATIQUE

Rédacteurs : Claire et Gildas Véret, Arnaud Brulaire, François-Joseph Grimault et Mathieu Hestin

V2.0 Juillet 2020

License : Creative Commons BY-NC-ND 4.0

<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>Cartes Constats</b>	<b>7</b>
Carte constats “Empreinte carbone moyenne en France en t CO <sub>2</sub> e /pers. /an - 11 à 12 t CO <sub>2</sub> e” 8	
Carte constats “UNE VIE QUI PERMETTE LA VIE < 2 t CO <sub>2</sub> e /pers/an”	11
Budget carbone	11
Trajectoires de réduction	12
2 t CO <sub>2</sub> e, un bon ordre de grandeur pour se projeter	13
Un point de vigilance en préambule : neutralité carbone et compensation, des notions ambiguës	17
Carte constats “Alimentation - 2,4 t CO <sub>2</sub> e”	21
Carte constats “Transports - 2,9 t CO <sub>2</sub> e”	22
Carte constats “Logement - 2,7 t CO <sub>2</sub> e”	30
Carte constats “Consommation - 2,6 t CO <sub>2</sub> e”	32
Carte constats “Services publics - 1,5 t CO <sub>2</sub> e”	38
<b>Cartes Solutions</b>	<b>39</b>
<b>ALIMENTATION</b>	<b>39</b>
Carte N°A1 - Viande 1 fois /jour - 2,2 t CO <sub>2</sub> e	39
Carte N°A2 - Boeuf 1 fois /semaine -1,2 t CO <sub>2</sub> e	39
Carte N°A3 - Régime végétarien - 0,9 t CO <sub>2</sub> e	40
Carte N°A4 - Régime végétarien sans produits laitiers - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	41
Carte N°A5 - Régime végétalien local, de saison, bio ++ - 0,3 t CO <sub>2</sub> e	41
<b>TRANSPORTS</b>	<b>48</b>
Carte N°T1 - Avion - 1 Aller-Retour Paris/New York - 1,8 t CO <sub>2</sub> e	48
Répondre aux questions pièges : le forçage radiatif de l’aviation	48
Répondre aux questions pièges : bientôt des avions écologiques ?	50
Carte N°T2 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 10 000 km - 2,1 t CO <sub>2</sub> e	51
Carte N°T3 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 6 000 km - 1,3 t CO <sub>2</sub> e	51
Carte N°T4 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 2 000 km - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	52
Carte N°T5 - Grosse voiture amortie sur 10 ans - 5 000 km - 3 t CO <sub>2</sub> e	53
Carte N°T6 - Voiture électrique moyen de gamme - 5 000 km- 0,6 t CO <sub>2</sub> e si amortie sur 30 ans	54

<b>CONSOMMATION</b>	<b>65</b>
Carte N°C1 - 2 000 € à 5 000 € de biens neufs standards - 2 t CO <sub>2</sub> e	65
Carte N°C2 - Habillement - Garde robe changée au bout d'un an - 1,4 t CO <sub>2</sub> e	65
Carte N°C3 - Habillement - Garde-robe changée au bout de 2 ans - 0,7 t CO <sub>2</sub> e	66
Carte N°C4 - Habillement - Garde-robe changée au bout de 10 ans - 0,14 t CO <sub>2</sub> e	67
Carte N°C5 - Numérique - usage intensif - 0,7 t CO <sub>2</sub> e	67
Une forte incertitude	67
Le numérique : un réseau bien matériel et une consommation en très forte hausse	68
Carte N°C6 - Numérique - Équipements numériques et électroniques nombreux, changés tous les 2 à 5 ans - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	69
<b>LOGEMENT</b>	<b>72</b>
Carte N°L1 - Chauffer un logement mal isolé - Classe E - 2 t CO <sub>2</sub> e	72
Carte N°L2 - Chauffer un logement moyennement isolé - Classe C - 0,8 t CO <sub>2</sub> e	73
Carte N°L3 - Chauffer logement très bien isolé - Classe A - 0,2 t CO <sub>2</sub> e	74
Carte N°L4 - Construction neuve en béton ou parpaing (40 m <sup>2</sup> /pers) - 30 ans - 0,8 t CO <sub>2</sub> e	77
<b>INFLUENCE</b>	<b>78</b>
<b>ACTIONS QUI N'ÉMETTENT PAS DE GES</b>	<b>79</b>

# Introduction

Vous tenez entre vos mains un outil pédagogique invitant au passage à l'action.

Le kit "Inventons Nos Vies Bas Carbone" (INVBC) a été inventé par Gildas Véret en septembre 2019, membre fondateur de Résistance Climatique, et amélioré et enrichi par lui-même, ainsi que par Claire Véret, Arnaud Brulaire, François-Joseph Grimault et Mathieu Hestin, aussi membres fondateurs.

Ce guide vous est remis suite au suivi d'une formation par les formateurs de Résistance Climatique, ou des formateurs habilités ; il est aussi [téléchargeable](#) en ligne pour permettre une diffusion large de ces données.

Ce guide a pour objectif de vous aider à animer des sessions de sensibilisation à ce qu'est une vie bas carbone avec ce kit.

Avant tout, ce qui fait de vous un bon animateur ou formateur, c'est votre incarnation de la vie bas carbone et votre compréhension des mécanismes complexes qui se jouent.

Ce kit a vocation à être transmis par des personnes déjà bien lancées sur le chemin de la vie bas carbone.

Même si vous êtes au début du chemin, vous pouvez aussi bien sûr transmettre ce kit : il doit être diffusé massivement. Nous vous demandons a minima de vous être engagé-e sur [le niveau 1](#) de Résistance Climatique à savoir de ne plus prendre l'avion, et d'être en chemin sur [le niveau 2](#)<sup>1</sup>.

Le partage de votre expérience personnelle sera précieux auprès de votre auditoire, quel qu'il soit.

## Informations importantes

Ce kit a pris comme indicateur les émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e), c'est-à-dire l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, etc...) lorsque les chiffres sont disponibles. Le sujet principal est bien le changement climatique. Néanmoins, il y a bien sûr d'autres enjeux, liés à nos modes de vie, sur lesquels Résistance Climatique est engagé : préservation de la biodiversité, réduction des pollutions, des déchets, etc. (voir par exemple les 9 axes des [limites planétaires](#) formalisées par le [Stockholm Resilience Center](#)). Tout au long de la lecture, nous vous invitons à

---

<sup>1</sup> Dans les 2 à 5 ans qui viennent, je m'engage à :

(1) repenser ma manière de me déplacer et ne plus prendre l'avion, redécouvrir les transports doux et rouler moins de 2 000 km/an en voiture,

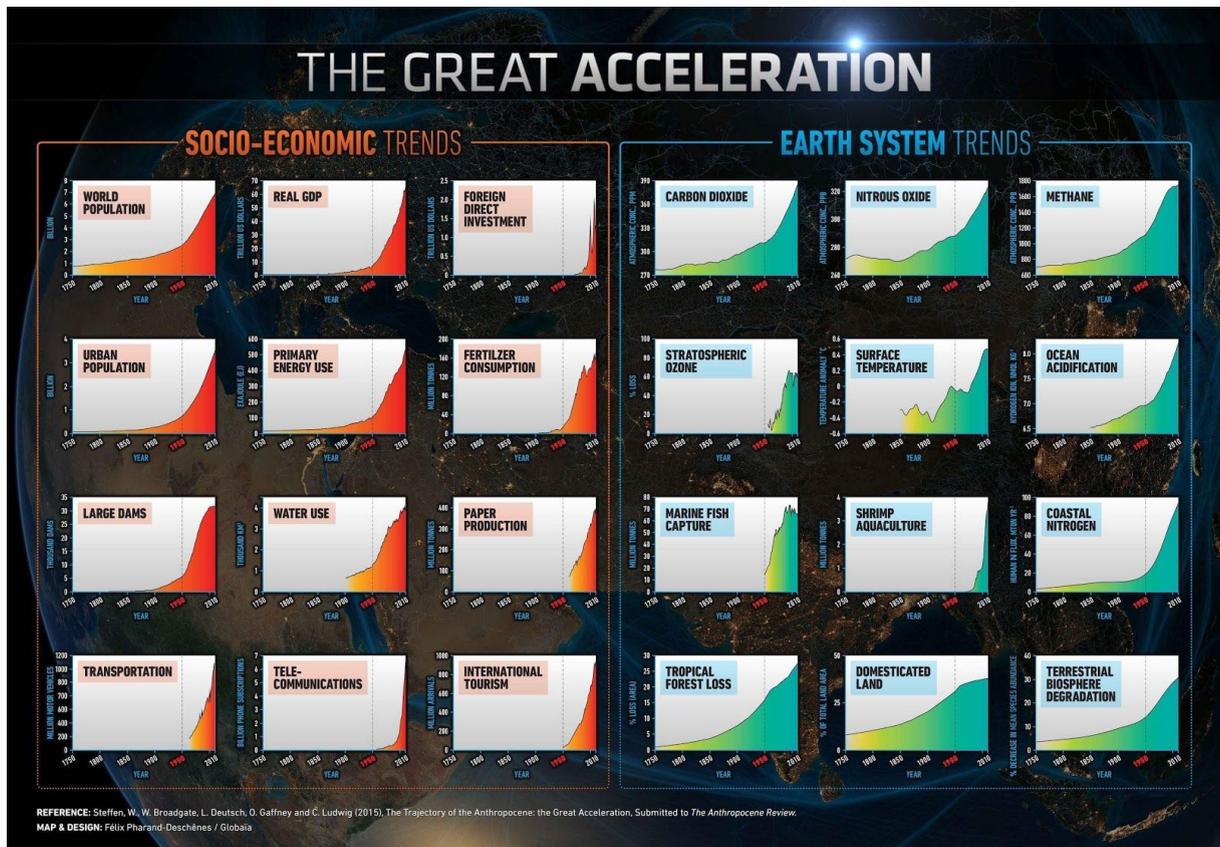
(2) développer la cuisine végétarienne et me nourrir d'aliments biologiques, locaux au maximum et de saison, avec de la viande maximum 2 fois/mois,

(3) réinterroger mes véritables besoins pour limiter les achats neufs au strict minimum,

(4) agir collectivement en portant des actes politiques traduisant ces choix à l'échelle de la société.

Lien : [https://www.resistanceclimatique.org/jentre\\_en\\_resistance\\_climatique](https://www.resistanceclimatique.org/jentre_en_resistance_climatique)

garder en tête que les GES (gaz à effet de serre) ne sont qu'un aspect (sans doute le mieux connu scientifiquement et le plus urgent en terme de date de non-retour) d'une transformation globale planétaire due à l'action humaine que certains appellent Anthropocène. L'[IGBP décrit "The great acceleration"](#) (la grande accélération) de la pression humaine dans bien des domaines.



Ce problème systémique appelle des réponses systémiques et des changements profonds dans la "logique de développement". La permaculture, mise en oeuvre par de nombreux résistants climatiques, est une [approche globale, notamment à travers ses 12 principes](#), offrant une cohérence et une alternative à ces logiques de destruction. David Holmgren, dans son ouvrage majeur *Permaculture, Principes et pistes d'action pour un mode de vie soutenable*, définit la permaculture comme "la culture de [la descente énergétique heureuse](#)". La méthode de conception permaculturelle (Design) a été créée dans les années 1970-80 dans l'idée de bâtir des civilisations post-pétrole. C'est un sujet vaste qui dépasse largement l'objet de ce guide, mais qui nous servira de repère lorsqu'il nous faudra nous éloigner de la notion de GES, notamment pour les questions concernant l'impact de l'agriculture sur la biodiversité et le cycle de l'azote, ou l'effet global de "la voiture électrique" ou encore l'artificialisation des sols. Les possibles désirables que nous ébaucherons seront toujours dans une logique permaculturelle : ils visent à construire une alliance fonctionnelle entre humanité et nature.

Les modes de vie bas carbone permettent d'agir à la fois sur le réchauffement climatique et sur une grande partie des enjeux cités ci-dessus. Moins de voitures signifie moins d'émissions de GES mais aussi moins de pollution (particules fines, etc.), moins de déchets, moins besoin d'étendre le réseau routier, moins de goudron et donc plus d'espace pour la biodiversité, plus de commerces de proximité, moins d'heures passées dans les embouteillages, etc. Cette interdépendance des impacts négatifs se retrouve vraie pour la plupart des données du kit.

## Les sources des données chiffrées

Nos sources sont les suivantes : Base Carbone de l'ADEME, les publications du GIEC ([résumé technique AR5 - WGI, SR15](#)), statistiques des Instituts français ou européens (Insee, CITEPA, Eurostat), documents publiés par le gouvernement français ([SNBC, Commissariat Général au Développement Durable](#)), les cabinets privés Carbone 4, BIO Intelligence Service et BL Evolution ainsi que la compilation réalisée par Régis Janvier sur son site [Ravijen](#) et les publications du think tank [The Shift Project](#). Un grand merci à eux, pour leur travail de diffusion et d'explication des données sur ce sujet complexe et essentiel !

Nous citons nos sources tout au long du guide du formateur.

Il existe parfois des différences notables entre les données issues différentes sources. Certaines s'expliquent par des différences de convention, ou de périmètre, d'autres sont liées à l'incertitude inhérente à tout bilan carbone (précision du recueil des données de terrain, incertitude des facteurs d'émissions), certaines demeurent mystérieuses... toutes montrent qu'un grand effort d'étude et d'explication du sujet est encore nécessaire (la connaissance des émissions causées par les usages d'internet est très lacunaire, ainsi que celle de la construction). Il nous a fallu arbitrer, en confrontant les sources, en les enrichissant, et en faisant des choix méthodologiques débattus et validés par le comité rédactionnel.

Ainsi, le kit rassemble des ordres de grandeur indéniables et cohérents, montrant que la marche pour atteindre une vie bas carbone est haute par rapport au mode de vie moyen français actuel.

## Pour utiliser ce kit

Résistance Climatique organise des formations pour devenir animateur du kit (½ journée) ou formateur (3 à 5 jours). Nous vous conseillons de suivre ces formations.

Toutes les infos <https://www.resistanceclimatique.org/>

### Licence et droits d'utilisation à des fins commerciales et non commerciales

Néanmoins, pour permettre la large diffusion du kit, celui-ci est téléchargeable et utilisable gratuitement aux conditions précisées ci-dessous. Il est sous licence **Creative Commons** [BY-NC-ND 4.0](#). Cette licence autorise toute diffusion de l'œuvre originale (partager, copier, reproduire, distribuer, communiquer), sauf à des fins commerciales, par tous moyens et sous tous formats, tant que l'œuvre est diffusée sans modification et dans son intégralité. A chaque utilisation de ce kit, le mouvement Résistance Climatique doit être présenté, les participants doivent être invités à s'engager sur le site internet <https://www.resistanceclimatique.org> (explication des niveaux 1 et 2 d'engagement), et son créateur, "Gildas Véret", doit être mentionné.

Si le kit est utilisé pour des prestations rémunérées (usage commercial), 10 % du chiffre d'affaires doivent être reversés au collectif Résistance Climatique via le site <https://www.resistanceclimatique.org/invbc>, ou directement via ce [lien](#). Si le kit est utilisé pour des formations internes (entreprise collectivité ou association formant ses salariés) 5 € par personne formée/sensibilisée grâce à cet outil doivent être reversés là encore sur le site de Résistance Climatique.

Si le kit est utilisé pour usage non commercial, il est simplement demandé d'inscrire votre animation via [le site resistanceclimatique.org](https://www.resistanceclimatique.org) et de présenter le mouvement, son site et les auteurs lors de l'animation.

#### Comment lire le guide du formateur ?

Le guide explique chaque carte du kit, en précisant les sources des données chiffrées.

Pour toute remarque, proposition d'amélioration, vous pouvez nous contacter ici : <https://www.resistanceclimatique.org/contact>.

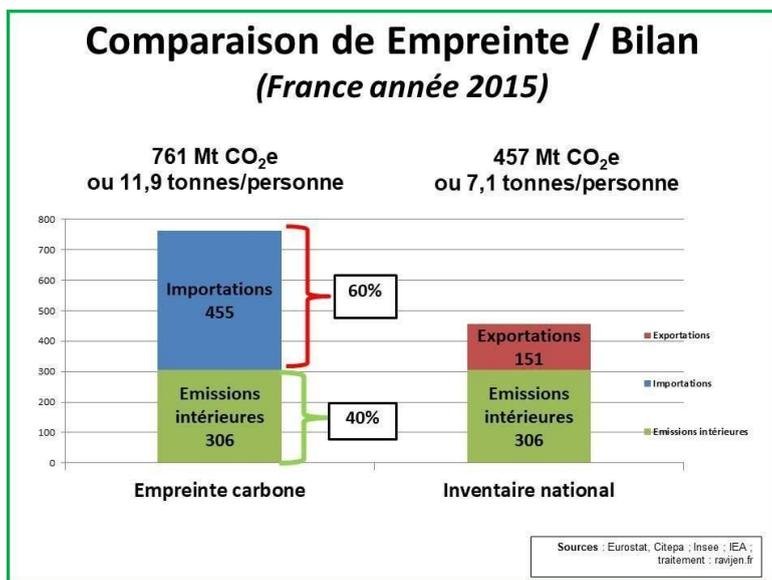
# Cartes Constats

Carte constats "Empreinte carbone moyenne en France en T CO<sub>2</sub>e /pers. /an - 11 à 12 t CO<sub>2</sub>e"

Sources :

- <https://www.gouvernement.fr/indicateur-emprunte-carbone> : 11,9 t CO<sub>2</sub>e /pers/an en 2015
- <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-01/datala-b-essentiel-204-l-empreinte-carbone-des-francais-reste-%20stable-janvier2020.pdf> : 11,0 t CO<sub>2</sub>e /pers/an en 2015 (le qui donne une idée de l'imprecision de la mesure, sans que cela nuise à l'analyse générale)

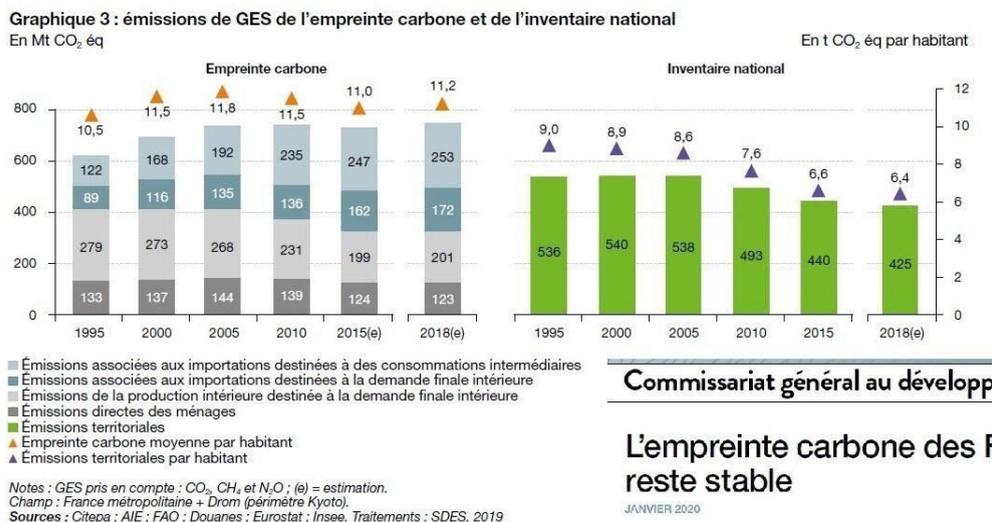
**L'empreinte carbone** correspond aux émissions de gaz à effet de serre liées à **notre consommation**, c'est-à-dire notre mode de vie. Cette approche se distingue de l'inventaire national des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre), qui lui mesure les émissions directes liées à **l'activité** sur notre territoire. Dans l'inventaire national, le calcul permet aussi de déduire le carbone fixé par la forêt et l'agriculture. Par exemple pour la France, en 2015, avec la méthode de l'inventaire national, la France avait des émissions brutes de 7,1 t de CO<sub>2</sub>e par habitant, mais 6,5 seulement, si l'on considère la fixation de carbone par notre forêt et nos sols. Par contre, l'empreinte carbone de la consommation des Français, qui ajoute les importations et soustrait les exportations, est estimée à ~12 t de CO<sub>2</sub>e. Sur l'année 2015, cette empreinte, comparée aux émissions territoriales, montre que celle-ci est à 60 % liée à des importations. Autrement dit la majeure part de notre impact sur le climat est lié à nos achats de biens fabriqués dans d'autres pays. Les émissions nationales représentent donc un indicateur assez trompeur qui fait croire que nos émissions diminuerait à chaque fois qu'une usine est délocalisée dans un pays à main d'oeuvre sous payée (ce qui n'est évidemment pas le cas). L'empreinte carbone n'a pas ce défaut et permet d'attribuer à chaque pays les émissions liées à son mode de vie.



De manière paradoxale, les objectifs nationaux et les accords internationaux sont rédigés en émissions territoriales et non en empreinte carbone. C'est ce qui permet à l'Etat français d'affirmer que nos émissions baissent (de fait, un peu moins de CO<sub>2</sub> et autres GES s'échappent des frontières hexagonales, mais pas de manière suffisante pour respecter les objectifs de la loi, SNBC) alors que notre empreinte carbone a nettement augmenté depuis 1995 (nos modes de vies nécessitent

d'émettre de plus en plus de CO<sub>2</sub>, dont la plus grande part est émise dans les usines des pays dit "émérgents" où nous avons délocalisé nos industries et nos mines).

Actuellement, comme le titre le CGDD "l'empreinte carbone des français reste stable."



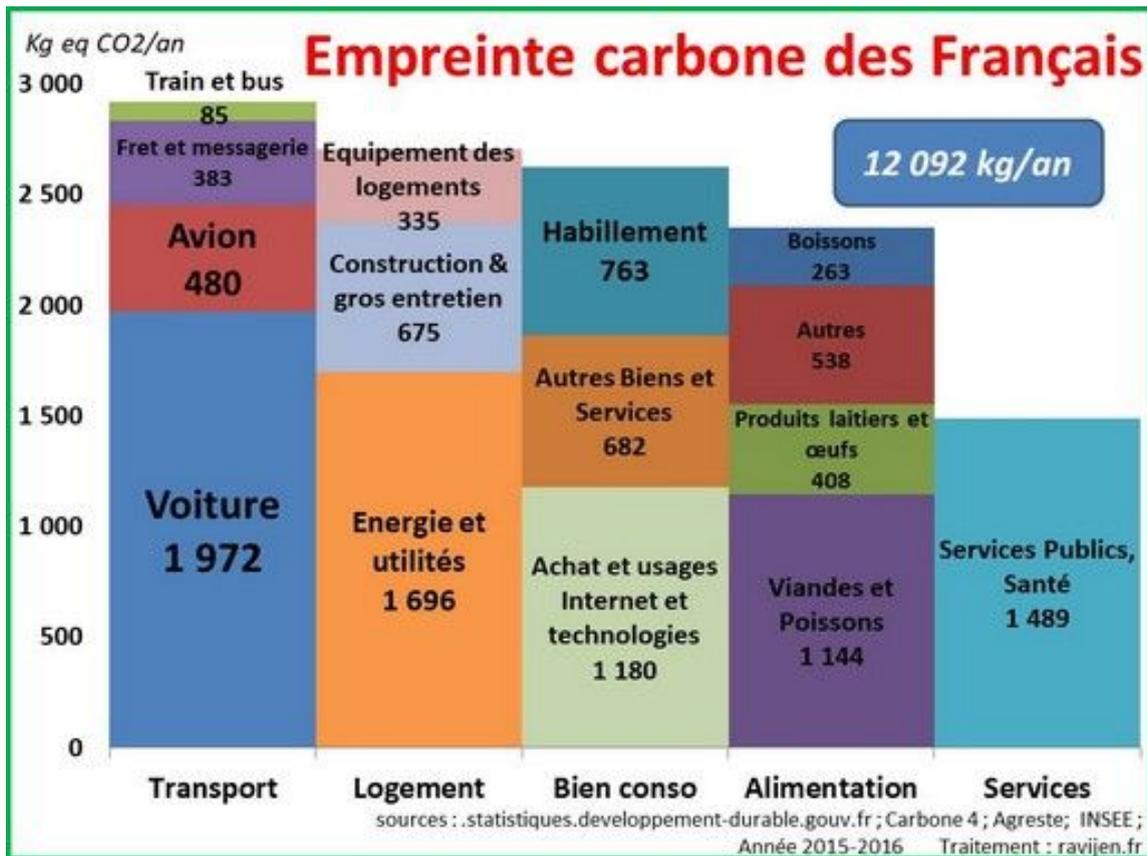
A titre de comparaison :

- Émissions mondiales (tous types de GES) : 53,5 Gt CO<sub>2</sub>e en 2017 soit environ 7 t CO<sub>2</sub>e/an/pers par humain (moyenne mondiale) ;
- Elles ont progressé de plus de 60 % entre 1990 et 2017 ;
- Elles ont doublé depuis 1970 ;
- Émissions de CO<sub>2</sub> seul par habitant (moyenne mondiale) : 5 t CO<sub>2</sub>/an/pers ;
- Les Français émettent donc plus de deux fois plus que la moyenne mondiale.

Les chiffres des "cartes constats" suivantes sont issus du travail de répartition détaillée des émissions nationales par secteurs effectué par Régis Janvier. Les hypothèses de calcul ainsi que le fichier du tableur de répartition sont disponibles sur son site [Ravijen.fr](http://Ravijen.fr).

Article : [L'empreinte carbone des français, un sujet tabou ?](#)

Nous le remercions pour la précision et la transparence de son travail.



## Carte constats “UNE VIE QUI PERMETTE LA VIE < 2 t CO<sub>2</sub>e /pers/an”

Cette carte formule un impératif partagé : maintenir des conditions viables sur terre ! La physique du climat indique que cela signifie “diviser par 2 les émissions mondiales d’ici 2030 et atteindre la neutralité carbone en 2050” ([rapport SR15](#) du GIEC publié en novembre 2018). Mais si essentiels que soient ces objectifs, il n’est pas aisé de se les représenter. C’est là que l’empreinte carbone individuelle permet de personnaliser l’approche : tout cela signifie qu’il nous faut, très rapidement, émettre moins de 2 tonnes de CO<sub>2</sub>e par personne et par an.

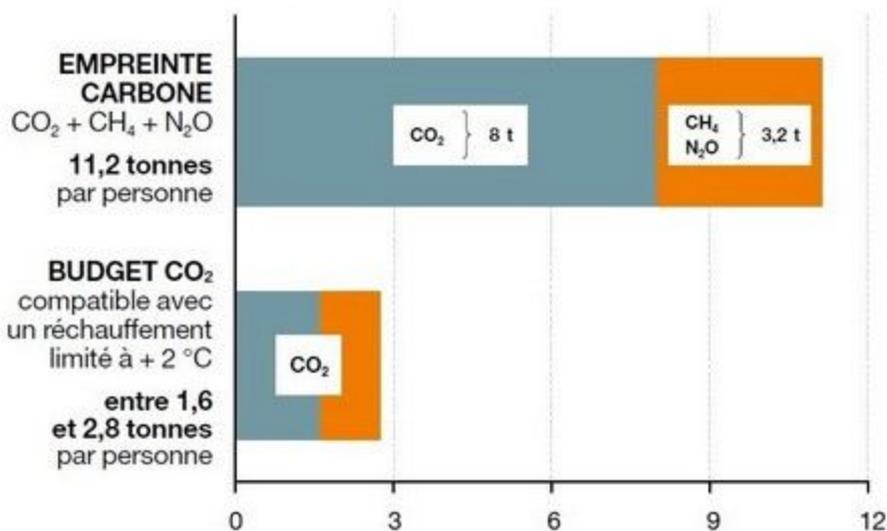
Afin de bien comprendre la justification de ces 2 tonnes, il est nécessaire d’introduire plusieurs notions :

### Budget carbone

Il s’agit, à un instant donné, de ce que l’humanité peut encore émettre, d’ici la fin du siècle, pour avoir une chance de contenir le réchauffement sous les +2°C. Le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), à partir des scénarios du GIEC, a [estimé ce budget](#) : « le GIEC présente la quantité totale de CO<sub>2</sub> qu’il est encore possible d’émettre tout en limitant le réchauffement à + 2 °C à l’horizon 2100. Cette quantité est appelée « budget carbone ». En prenant l’hypothèse d’une répartition égalitaire de cette quantité de CO<sub>2</sub>, le **budget carbone est compris entre 1,6 et 2,8 tonnes de CO<sub>2</sub> par an et par habitant sur la période 2018-2100 (soit, en tenant compte de l’ensemble des GES, environ 3 tonnes équivalents CO<sub>2</sub>)** »

### Graphique 1 : empreinte carbone des Français en 2018

En t CO<sub>2</sub> éq, par an et par habitant, pour l’empreinte carbone  
et en t CO<sub>2</sub>, par an et par habitant, pour le budget CO<sub>2</sub>



Champ : France métropolitaine + Drom (périmètre Kyoto).  
Sources : GIEC ; Citepa ; AIE ; FAO ; Douanes ; Eurostat ; Insee.  
Traitements : SDES, 2019

Commissariat général au développement durable

L’empreinte carbone des Français  
reste stable

JANVIER 2020

Le graphique parle de lui-même : alors que notre budget carbone est – théoriquement - d’un peu moins de 3 t CO<sub>2</sub>e par an, un Français a une empreinte de 11 à 12 t CO<sub>2</sub>e.

Un [rapport gouvernemental précise](#) : *“Cette moyenne s’appliquant de manière fictive à l’ensemble de la période, tout dépassement pendant un certain nombre d’années devrait être compensé sur les années restantes par un niveau encore moins élevé.”*

C’est exactement ce qui est en cours. Chaque année, nous consommons chaque année près de 4 fois notre budget carbone.

### *Trajectoires de réduction*

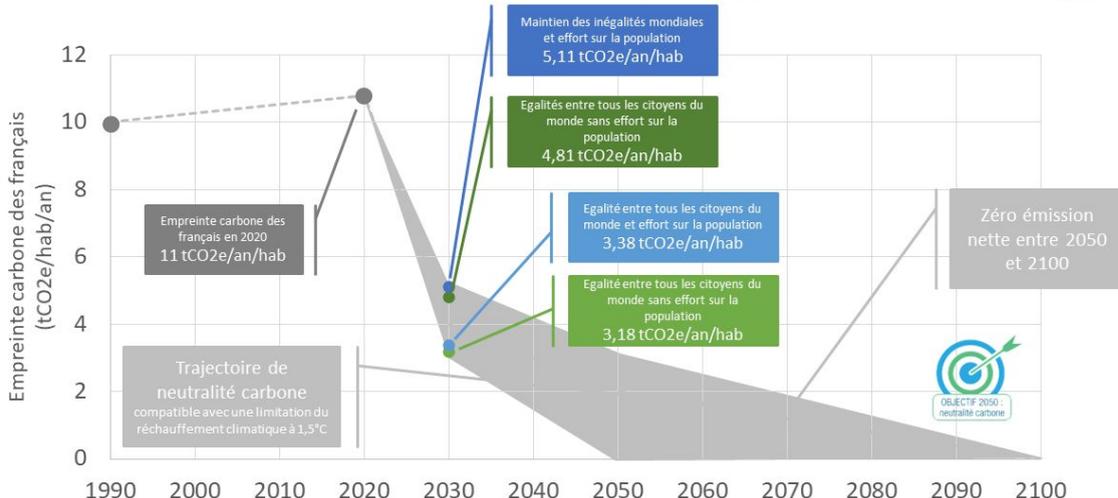
Compte tenu du niveau extrême de dépassement du budget carbone actuel, nous sommes contraints, non seulement de réduire très rapidement, mais aussi d’atteindre un objectif, à terme, bien en deçà de ce budget : tout ce que nous émettons « en trop » aujourd’hui, il nous faudra le compenser en émettant beaucoup moins demain !

Il est donc plus pertinent, afin de se fixer des objectifs, d’étudier les trajectoires de réduction. Là encore, c’est le [rapport spécial « 1.5°C »](#) du GIEC qui nous fournit les éléments, et notamment deux points d’étape :

- d’ici 2030, nos émissions nettes doivent passer sous ~3 t CO<sub>2</sub>e par an et par habitant,
- d’ici 2050, elles doivent passer sous ~1 à 1,5 t CO<sub>2</sub>e par habitant,
- entre 2050 et 2070, elles devront être nulles et le rester jusqu’en 2100.

[Le Rapport de synthèse L’environnement en France – édition 2019](#), nous en donne la déclinaison française : *« Conformément aux engagements pris dans le cadre de l’Accord de Paris, la France a adopté une stratégie nationale bas-carbone (SNBC) dont l’objectif consiste à atteindre en 2050 la neutralité carbone. [...] Les émissions de GES devront par ailleurs être divisées, en 2050, par un facteur supérieur à 4 à 5 par rapport à leur niveau actuel, pour atteindre **environ 85 Mt CO<sub>2</sub> équivalent par an**, ce qui, compte tenu de la taille probable de la population à cette date, selon les projections moyennes de l’Insee, représentera **moins de 1,15 tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent par habitant et par an** »*

Ce graphique publié par *Avenir Climatique* et *B&L Evolution* résume un certain nombre des paramètres qui peuvent être pris en compte pour dessiner des trajectoires, ce qui donne quelque chose d’assez complexe.



Source : Calculs Cabinet B&L évolution

Hypothèses : Effort sur la population = 8 Ghab en 2030, Sans effort sur la population = 8,5 Ghab en 2030, Budget CO<sub>2</sub> 1,5°C issu de l'IPCC SR1,5 = 27 GtCO<sub>2</sub>e (scénario avec faible dépassement), Egalité = tous les citoyens du monde ont la même empreinte carbone, Maintien des inégalités = l'empreinte carbone actuelle est diminué de la même manière pour tous les citoyens du monde

Une chose est simple : la rupture de pente nécessaire ! Notre empreinte carbone a augmenté depuis 1990 et il nous faut maintenant la diminuer très rapidement.

### 2 t CO<sub>2</sub>e, un bon ordre de grandeur pour se projeter

Nous l'avons vu, fixer un objectif unique n'est pas suffisant pour appréhender la trajectoire nécessaire. Pour autant, il est utile pour se représenter la « marche » à franchir par rapport à notre empreinte actuelle. Dans le cadre de ce kit, nous avons retenu l'objectif de 2 t CO<sub>2</sub>e :

- il doit être atteint, en tout état de cause entre 2030 et 2050, et le plus tôt possible sera le mieux ;
- il reste toutefois insuffisant à terme, et ce d'autant plus que nous tarderons à réduire nos émissions.

À titre d'illustration, les données de *Ravijen* ont été analysées et comparées, poste par poste, à nos objectifs de réduction des GES dans le livre "[Sauvons le Climat : 10 actions pour entrer en Résistance Climatique](#)" dont est extrait le tableau ci-dessous :

**Comment diviser notre empreinte carbone personnelle par 8 pour arriver à 1,6 t CO<sub>2</sub>e/pers./an**

	<i>Empreinte moyenne 2015 par personne en France</i>	<i>Empreinte cible pour tenir nos engagements sur le climat</i>	
<b>EMPREINTE CARBONE</b>	<b>12 092 kg CO<sub>2</sub>e</b>	<b>1625 CO<sub>2</sub>e</b>	Soit une division par 8 en moyenne ; toute augmentation d'un poste doit entraîner des diminutions ailleurs pour atteindre l'objectif
	<i>kg CO<sub>2</sub>e</i>	<i>kg CO<sub>2</sub>e</i>	
<b>ALIMENTATION</b>	<b>2 353</b>	<b>215</b>	
<b>Boissons</b>	<b>263</b>	<b>26</b>	
Alcool	145	14	diviser par 10
Sans alcool ( <i>soft drink</i> )	118	12	diviser par 10
<b>Produits végétaux et autres</b>	<b>538</b>	<b>134</b>	Quantités doublées, émissions divisées trois fois par 2 (passage en bio avec pratiques agricoles peu émissives + de saison, 0 gaspi, 0 déchet + local et auto-production permaculturelle)
(Fruits et légumes, céréales, légumineuses, condiments, etc.)	538	134	
<b>Produits laitiers et œufs</b>	<b>408</b>	<b>16</b>	
Lait	74	2	diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Yaourt et produits frais	110	4	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Fromage	120	4	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Beurre	76	2	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Œuf	28	4	Diviser par 8
<b>Viandes et poissons</b>	<b>1 144</b>	<b>38</b>	
Produit de la mer	168	5	Diviser par 30
Ruminants	650	22	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Porc	199	6	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Volailles	109	4	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
Autres	17	1	Diviser par 30, en manger 1 à 2 fois par mois
<b>BIENS DE CONSOMMATION</b>	<b>2 626</b>	<b>262</b>	
<b>Habillement</b>	<b>763</b>	<b>76</b>	Diviser par 10 en faisant durer 10 fois plus longtemps
<b>Autres biens et services</b>	<b>683</b>	<b>68</b>	
Services privés (restos, banques, etc.)	532	53	Diviser par 10
Autres biens	151	15	Diviser par 10
<b>Informatique, Internet et technologie</b>	<b>1 180</b>	<b>118</b>	
Informatiques électroniques	1 034	103	Diviser par 10 en faisant durer 10 fois plus longtemps
Internet (usages)	146	14	Diviser par 10, par diminution du <i>streaming</i>
<b>TRANSPORTS</b>	<b>2 919</b>	<b>708</b>	
<b>Voiture</b>	<b>1 972</b>	<b>500</b>	
Voiture (achat)	424	107	Au plus de 2 000 km/an/pers. En faisant durer les voitures actuelles (250 g CO <sub>2</sub> e/km) plutôt que d'en construire de nouvelles
Voiture (usage)	1 548	392	
<b>Avion</b>	<b>480</b>	<b>0</b>	Arrêter de voyager en avion
<b>Train et bus</b>	<b>85</b>	<b>170</b>	Forte augmentation des voyages en train
<b>Fret et messagerie</b>	<b>383</b>	<b>38</b>	Diviser par 10 en relocalisant
<b>SERVICES</b>	<b>1 489</b>	<b>297</b>	
<b>Services publics, santé</b>	<b>1 489</b>	<b>298</b>	Diviser « seulement par 5 » pour préserver certains services prioritaires (santé, pompiers, etc.)
<b>LOGEMENT</b>	<b>2 705</b>	<b>141</b>	
<b>Énergie et utilités</b>	<b>1 696</b>	<b>85</b>	Diviser par 10 le besoin en isolant les maisons, et usage d'énergie 2 fois moins carbonées (ENR)
<b>Construction et gros entretien</b>	<b>675</b>	<b>23</b>	
Neuf	492	5	Diviser par 100 : il faut arrêter de construire du neuf
Rénovation	134	13	Multiplier par 5 le volume de travaux pour isoler les maisons, diviser par 50 les émissions en n'utilisant que des matériaux biosourcés locaux (remplacement du béton + laine de verre par bois + chanvre, etc.)
Entretien bricolage	49	4	Divisée par 10
<b>Équipement des logements</b>	<b>335</b>	<b>33</b>	
Gros électroménager	157	16	Diviser par 10 en faisant durer 10 fois plus longtemps
Mobilier	120	12	Diviser par 10 en faisant durer 10 fois plus longtemps
Autres biens durables	57	5	Diviser par 10 en faisant durer 10 fois plus longtemps

Sources : [ravijen.fr](http://ravijen.fr) et calculs de Gildas Vêret.

Dans le livre "[Sauvons le Climat : 10 actions pour entrer en Résistance Climatique](#)" paru en 2019, nous avons retenu la cible de 1,6 t CO<sub>2</sub>e /pers/an proposée par J.M. Jancovici en 2006, pour un horizon 2050.

Dans tous les cas, la conclusion est la même : il nous faut diviser par beaucoup nos émissions et vite ! Toute baisse de quelques pourcents (ou quelques dizaines de pourcent) serait largement sous proportionnée et ne permettrait pas de maintenir le réchauffement dans des limites viables. Seule une baisse d'au moins 85 % de nos émissions peut permettre d'atteindre nos objectifs. La SNBC (Stratégie Nationale Bas Carbone : fixe nos objectifs de réductions des émissions de GES) est basée sur une "division par 6 et plus" de nos émissions de GES pour atteindre la neutralité carbone au plus tard en 2050.

L'urgence actuelle est d'initier très rapidement (avant 2025) une baisse rapide et pérenne (c'est-à-dire décidée et orchestrée et non pas subie comme lors de la pandémie de la COVID19) de notre empreinte carbone. Alors, seulement, discuter plus précisément de la cible 2050 aura du sens.

Il est bon de rappeler que **la physique ne se négocie pas**. Cet objectif de réduction de 85% de nos émissions semblera peut-être excessif, d'un point de vue humain, vu les bouleversements qu'il implique. Mais les opinions humaines ne permettent pas de changer les lois de la physique qui régissent l'évolution du climat. Si nous venions à ne pas atteindre ces objectifs dans les délais, les conséquences seraient dramatiques. Elles ont été largement décrites par le GIEC depuis plusieurs décennies, mais en des termes techniques qui frappent peu l'imaginaire. Courageusement, quelques experts se sont livrés à un effort de traduction :

Selon Gaël Giraud, en Octobre 2017, en séminaire à l'École Normale Supérieure :

*« L'enjeu du changement climatique est majeur et gravissime. [...] On assiste à une sous-estimation de la gravité du scénario du "business as usual". Ça nous emmène à plus de +4°C à la fin du siècle. Et à partir du moment où c'est +4°C, c'est très difficile de mesurer si ce sera +5°C, +6°C, il peut y avoir des effets d'emballement, il y a de très fortes non-linéarités. Ce qui est sûr, c'est qu'à **+6°C, les récents travaux ont montré que les trois quarts de l'humanité se trouvent toute l'année en situation caniculaire impropre à la vie humaine.** Donc +6°C, ça veut dire que les images que l'on trouve dans le Livre de l'Apocalypse sont à lire de manière littérale et non plus de manière allégorique. C'est aussi simple que ça malheureusement. »*

Source : [En 2020, il précise ce vers quoi nous mènerait une continuation des tendances des dernières décennies](#) :

*"Si les gens ne migrent pas, les trois quarts de la population humaine devraient connaître plus de 20 jours par an de condition létale [soit le moment où le corps humain ne peut plus survivre à cause de la chaleur et de l'humidité]. Toute l'Amazonie est condamnée, le bassin du Congo, le golfe de Guinée, la façade est de l'Afrique, le littoral indien, l'Asie du Sud-Est, où le nombre de jours « mortels » pourrait excéder 200 par an. Ces zones vont être désertées. Sur les côtes Est américaine et chinoise, on pourrait approcher les 100 jours par an de condition létale. La Banque mondiale chiffre à deux milliards le nombre de réfugiés climatiques dans la seconde moitié du siècle. Je pense que cela demeure très sous-estimé : si l'Inde et l'Asie du Sud-Est deviennent invivables, **au moins trois milliards de personnes vont devoir migrer.**"*

Source : <https://reporterre.net/Gael-Giraud-Si-l-Inde-et-l-Asie-du-Sud-Est-deviennent-invivables-trois>

En même tant, Jean-Marc Jancovici, autre expert français de renom sur les questions climatiques, [dans un article intitulé "Pour résoudre le problème écologique, il faudra baisser notre pouvoir d'achat"](#) nous rappelait : "Dans son rapport « changement climatique et terres », le GIEC a indiqué que, **au-delà de trois degrés de réchauffement climatique, l'insécurité alimentaire sera généralisée sur Terre. Et l'insécurité alimentaire généralisée provoquera des mouvements de population massifs, puis des conflits généralisés...**" or la trajectoire actuelle nous mènerait plutôt entre +5°C et +7°C.

Source :

<https://www.marianne.net/politique/jean-marc-jancovici-evoque-la-decennie-2020-pour-resoudre-le-probleme-ecologique-il-faudra>

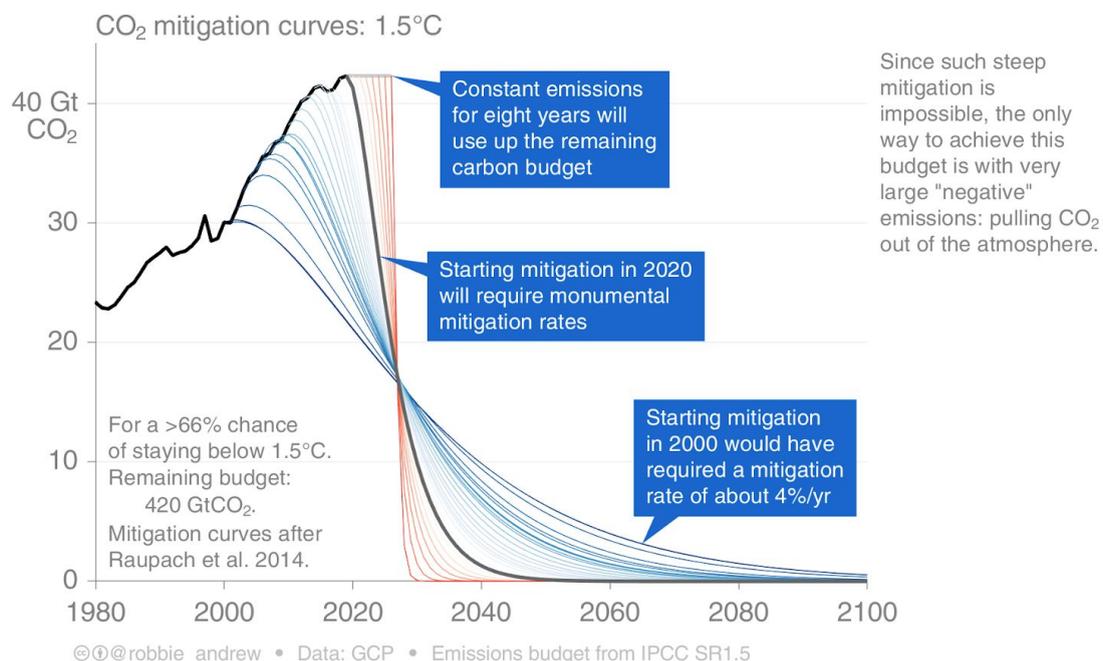
Pour éviter ces tragédies, il faut éviter d'enclencher **les nombreuses boucles de rétroactions positives** (emballements) qui pourraient mener à un changement climatique qui s'accélérerait de manière inexorable.

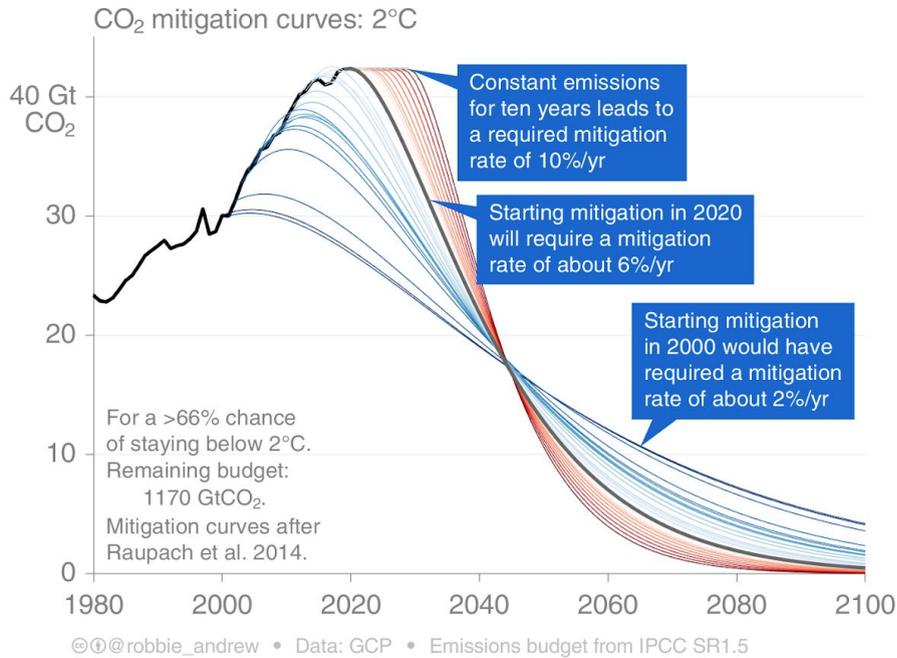
Source : <https://transitionvoice.com/2013/08/19-ways-climate-change-is-now-feeding-itself/>

L'étude "la planète étuve" a popularisé ce concept, rappelant que la condition pour éviter l'emballement, c'est de rester en-dessous de +2°C : <https://theconversation.com/hothouse-earth-heres-what-the-science-actually-does-and-doesnt-say-101341>

Dans cet [article publié en 2020 par Voice of Action](#), le professeur Hans Joachim Schellnhuber, directeur du Potsdam Institute for Climate Impact Research insiste sur la non linéarité de la réponse climatique: si nous ne divisons pas par 2 les émissions mondiales avant 2030, nous dépasserons les +2°C, et si nous dépassons les +2° les effets d'emballements (tipping points) nous mèneront à +4°C. Son collègue, le chercheur Johan Rockström, directeur du Stockholm Resilience Centre, précise que **dans un monde à +4° l'effectif de l'humanité serait probablement compris entre 500 millions et 1 milliards de personnes**. Will Steffen, chercheur spécialiste de l'Anthropocène, ayant dirigé l'IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme) nous alerte sur **le risque d'effondrement de la civilisation en raison du dépassement des points de bascule climatique**.

Nous avons déjà réchauffé l'atmosphère de plus de 1°C depuis l'ère préindustrielle. Vue l'inertie du système **il nous reste très peu de temps, et seuls des changements de grande ampleur pourront nous permettre d'éviter ces futurs monstrueux**. Néanmoins, **pour quelques années encore, le choix est ouvert. Nous avons dans nos mains le futur de l'humanité et de la biosphère**. Le budget carbone 1,5°C sera dépassé d'ici moins d'une décennie, durant laquelle nous pouvons transformer en profondeur le monde tel que nous le connaissons pour respecter le budget carbone +2°C.





Source : <http://folk.uio.no/roberan/GCB2019.shtml> et <https://www.globalcarbonproject.org>

Ces tristes rappels auront clarifié ce que recouvre l'expression "une vie qui permette la vie". La question est bien "Quelles sociétés et quels modes de vie permettront d'éviter ces catastrophes ?" La réponse est nette : "en dessous de 2 t CO<sub>2</sub>e par personne et par an".

### Un point de vigilance en préambule : neutralité carbone et compensation, des notions ambiguës

Depuis son cinquième rapport (AR5, 2013), le GIEC définit des budgets carbone associés à chaque scénario. Le budget carbone représente la quantité totale de CO<sub>2</sub> émis par l'humanité qui permet de maintenir le réchauffement sous une certaine limite, avec 66 % de probabilité. Ce budget comprend toutes les émissions depuis l'ère pré-industrielle jusqu'à la fin du siècle et plus. [En 2019 le CGDD résumait ainsi la situation](#) :

« Un budget carbone correspond à une quantité maximale d'émissions de CO<sub>2</sub> pour laquelle il y a une probabilité raisonnable d'éviter la hausse moyenne des températures au-dessus d'un certain niveau. Seuls les RCP (Representative Concentration Path - simulation des scénarii) les plus ambitieux, que sont les RCP2.6 et 1.9, donnent une probabilité supérieure à 50 % de limiter la hausse des températures respectivement à 2 °C et à 1,5 °C à l'horizon 2100. Le scénario tendanciel, le RCP8.5, a plus de 50 % de probabilité d'aboutir à une hausse supérieure à 4 °C.»

Pour avoir une probabilité supérieure à 66 % de limiter à 2 °C l'augmentation moyenne des températures par rapport à l'ère pré-industrielle, le budget carbone restant à partir de 2018 est de 1170 Gt CO<sub>2</sub> et de seulement 420 Gt CO<sub>2</sub> pour le limiter à 1,5 °C. »

On voit que le chiffre dépend naturellement des hypothèses (50 % ou 66 % de probabilité de rester sous +1,5° C ou +2° C ou +4° C). Mais dans tous les cas, stabiliser la température nécessite de respecter un budget carbone donné. Ceci signifie qu'à partir d'une certaine date, nous ne devons plus émettre de GES du tout. Initialement annoncé aux alentours de 2070, l'arrêt de l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> se rapproche au fur et à mesure que nous prenons du retard. Il est

maintenant fixé à 2050, et le retard pris entre 2018 et 2020 nous indique déjà qu'il faudrait l'atteindre plus tôt.

Cette contrainte physique du climat (pour stabiliser la température, il faut que la quantité de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère n'augmente plus) a de fortes implications pour les sociétés humaines. Refusant d'adopter un objectif de « zéro émissions », nous avons bâti l'accord de Paris et la SNBC française sur la notion de « neutralité carbone en 2050 », qui avec « zéro émissions nettes » permettrait d'arrêter la hausse de la concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Cette neutralité ne correspond pas à une situation où nous n'émettons plus aucun GES, mais où nous captions autant de GES que nous en émettons. Mais un grand flou sur la notion « d'émissions négatives » permet une large interprétation du concept.

On peut résumer cette diversité à 3 approches de la neutralité carbone :

**1ère approche** : fortes émissions et forte compensation : puisque c'est le total (émissions - émissions négatives) qui compte, en théorie de fortes émissions négatives autoriseraient de fortes émissions de GES tout en respectant l'objectif de neutralité et de stabilisation du climat. En théorie seulement car ces « émissions négatives » soit n'existent pas, soit ne sont pas disponibles à l'échelle nécessaire, comme l'explique le rapport [Absolute Zero](#) de l'Université de Cambridge (voir ci-dessous pour critique argumentée des différentes technologies : CCS, bio-Energy CSS, CCU). Cette approche est donc trompeuse et dangereuse. Elle est utilisée par de nombreuses entreprises et gouvernements pour faire croire que leur incapacité à réduire les émissions n'implique pas de renoncer à leurs promesses sur le climat : les « émissions négatives » viendront nous sauver ! Ainsi [de nombreuses compagnies aériennes](#) ([Easy jet](#), [Air France](#), [Total](#)...) promettent la neutralité carbone de leur activité, ce qui est naturellement une promesse mensongère, voir à ce sujet la tribune "[Planter des arbres pour mieux polluer](#)" de Sylvain Angerand. Le climatologue [Kevin Anderson](#) affirme que miser sur d'hypothétiques émissions négatives revient à affirmer que l'on va changer le passé.

[Absolute Zero](#) p.33 Les technologies de capture du CO<sub>2</sub> sont non-matures ou non fonctionnelles :

Emissions capture

« Although not all related to the energy system, several novel approaches have been proposed to capture carbon emissions. Carbon Capture and Storage (CCS) is used to a very small extent by the oil industry to increase production through the process called "Enhanced Oil Recovery": compressed CO<sub>2</sub> is pumped into the rocks in which oil is stored to drive more of it to the well. For over twenty years CCS has been proposed as the key technology to allow continued generation of electricity from gas and coal. However, the only power plant operating with CCS – the Boundary Dam project at Saskatchewan in Canada, a very small 0.1GW power station – does not produce transparent figures on performance, and when last reported on by researchers at MIT, was capturing but then releasing its emissions. This technology, despite the very well-funded lobby supported by the incumbent oil and gas industry, is far from mature or ready to be included in meaningful mitigation plans. Plans for "Bio-energy CCS" or "BECCS" claim to be carbon negative – burning biomass and storing carbon permanently underground – are entirely implausible, due to the shortage of biomass, and should not be considered seriously. Carbon Capture and Utilisation (CCU) has become a key technology promoted by the industrial operators of conventional plant, particularly the steel and cement industry, but it requires significant additional electrical input, which clearly will not be available before 2050. In future CCU allow conventional steel and cement production to re-start, but only when we have excess non-emitting electricity.

In fact, the idea of carbon capture and storage requires no new technology, as it could be developed by increasing the area of land committed to forestry or “afforestation”. We aren’t short of tree-seeds, and instead the world is experiencing deforestation under the pressure of needing land for agriculture to provide food. Planting new trees is the most important technology on this page, and does not require any technological innovation. »

**2eme approche** : Neutralité = Zéro émission : vu qu’aucune technologie mature et à l’échelle ne permet de créer « des émissions négatives », il faut préserver les puits naturels (forêt et océan) et arriver à 0 émission absolue en 2050. C’est le propos de l’étude Absolute Zero publiée par l’université de Cambridge en 2019 qui montre que le seul moyen pour l’Angleterre de respecter ses engagements sur le climat c’est de ramener ses émissions de GES à zéro (sans compensation) en 2050. La situation est la même en France. Ceci implique une production d’énergie 100% renouvelable et passe par une division par 2 à 10 de la conso énergétique actuelle.

**3ème approche** : diviser par "6 et plus" les émissions actuelles absolues et augmenter les puits de carbone anthropique (sols agricoles, reforestation) pour compenser 1 t CO<sub>2</sub>e/pers et par an en 2050 (85 Mt CO<sub>2</sub>e en France). C'est ce que propose la [SNBC](#) ainsi que [le Cabinet de conseil Carbone 4](#). Ce scénario pourrait sembler une voie médiane si nous tenions nos engagements de réduction des émissions de GES, ce qui est loin d’être le cas actuellement. Le risque est fort de voir la "compensation" remplacer la division par 6 et plus des émissions absolues.

La première approche est évidemment inacceptable puisqu’elle repose sur des « émissions négatives » hypothétiques futures pour justifier l’actuel non-respect des engagements de réduction des émissions. C’est l’attitude qui domine depuis de nombreuses décennies : « Nous cherchons à maintenir notre confort actuel et renvoyons tous les efforts et effets négatifs sur les générations futures (qui aujourd’hui sont déjà là) ».

La discussion entre les 2 autres approches (un peu de compensation après une division par 6 des émissions ou pas de compensation et pas d’émissions) n’aura de sens que quand les émissions seront déjà divisées par 2 et que l’on discutera de l’éventualité de compenser moins de 2 t CO<sub>2</sub>e/pers/an. Tout discours sur la compensation avant cela est contre-productif, freinant l’incontournable baisse du binôme émissions-énergie.

### Neutralité et compensation

La « neutralité carbone » implique la gestion de « puits carbone anthropiques » qui actuellement donne lieu à des démarches dites de « compensation » : une entreprise émettrice de GES paie d’autres acteurs pour diminuer d’autres émissions ou capter du CO<sub>2</sub>, ce qui serait censé « annuler » ses émissions.

La compensation soulève de nombreux problèmes :

- décalage dans l’espace : les pays « du Nord » polluent et ce sont surtout les pays du Sud qui « compensent » ce qui est une forme d’accaparement de leur territoire ;
- décalage dans le temps : Sylvain Angerand, coordinateur de l’association Canopée, « il va falloir plusieurs dizaines d’années à un arbre pour absorber l’équivalent du CO<sub>2</sub> émis lors d’un vol Paris-New York » ;
- la majorité des projets sont trompeurs cf [article Le Monde](#).  
Une analyse validée en mars 2016 par les résultats d’une étude fouillée sur la compensation carbone du MDP du Oko-Institut, un institut allemand de recherche sur l’environnement. Sur

5 655 projets étudiés (couvrant les trois quarts du total), 85 % d'entre eux avaient une « faible probabilité » d'assurer les réductions d'émissions promises et l'additionnalité du projet. Seuls 2 % des projets – représentant 7 % des crédits – satisfaisaient les critères de qualité requis.

- incertitude sur la pérennité : si une forêt brûle en 2080 ou qu'elle meurt des effets de sécheresse et de parasites, ou qu'elle est finalement exploitée, tout le CO<sub>2</sub> qu'elle avait « compensé » se retrouvera de nouveau dans l'atmosphère. Il s'avérera alors que la promesse de « séquestration carbone » n'est pas tenue, mais ce sera visible après le décès des personnes ayant vendu et acheté cette compensation pour justifier des émissions bien réelles ;
- déléguer à autrui la responsabilité du changement de comportement ;
- une terminologie trompeuse : cf. [article Le Monde](#)  
« ce qui pose problème, c'est peut-être que l'on puisse revendiquer un impact nul dans un monde qui ne cesse de se dégrader »
- pas de résultats probants : après plusieurs décennies de compensation, les émissions mondiales et la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmentent toujours.
- des tarifs irréalistes : « Un Français, qui émet en moyenne 5,5 tonnes par an de CO<sub>2</sub>, peut compenser ses émissions pour moins de 18 dollars. Cela n'incite pas à changer son mode de vie ni à réduire ses émissions.» [Augustin Fragnière, docteur en science de l'environnement et auteur de La compensation carbone : illusion ou solution ?](#)
- remet le problème à plus tard : [Augustin Fragnière](#) souligne que ces mécanismes ne peuvent être que transitoires. «Si l'on veut atteindre les objectifs de l'[accord de Paris](#), les émissions mondiales de gaz à effet de serre doivent drastiquement être réduites afin d'atteindre le zéro net d'ici à 2050. Or, lorsque l'on compense, cela signifie que l'on émet. C'est incompatible avec la trajectoire que nous devons prendre.»
- stratégie paradoxale : promettre de résoudre le problème climatique en plantant des arbres alors que la déforestation ne ralentit pas et qu'elle est la seconde cause mondiale de changement climatique après l'usage des énergies fossiles.
- de très grandes incertitudes : les mesures de séquestration de carbone dans les sols sont difficiles et comprennent d'importantes incertitudes, par ailleurs il est impossible de prévoir le futur de la parcelle et donc d'assurer la pérennité de la séquestration.
- une astuce comptable sans réalité ? Il y a un grand flou sur la définition des « puits de carbone anthropiques » : certaines forêts considérées gérées seront des puits carbone anthropiques quand d'autres seront exclues de cette comptabilité, des discussions visent le même objectif sur les écosystèmes littoraux : le risque est grand que les futures « émissions négatives » ne soient que de jeu de passe-passe comptable attribuant à l'humanité ce que la nature a toujours fait (rappelons qu'océans et forêts captent 50 % des émissions de CO<sub>2</sub> de l'humanité depuis le début de l'ère industrielle).

## Carte constats "Alimentation - 2,4 t CO<sub>2</sub>e"

### **Boissons, Végétaux, Œufs et produits laitiers, Viandes et poissons**

L'alimentation est un poste fortement émissif (environ 20% de l'empreinte carbone en France), en particulier du fait des produits d'origine animale.

*Viande et poisson : 1,14 t CO<sub>2</sub>e /personne/an, dont 1 t pour la viande (viande rouge, porc et volaille) ; produits de la mer 0,17.*

*Produits laitiers et œufs : 0,4 t CO<sub>2</sub>e /personne/an.*

*Boissons (avec et sans alcool) : 0,26 t CO<sub>2</sub>e /personne/an, soit 2,5 fois plus que l'impact carbone de la consommation de volaille.*

*Autres (végétaux dont légumes et céréales) : 0,54 t CO<sub>2</sub>e /personne/an.*

A l'échelle mondiale, l'alimentation (de la terre à l'assiette) représente 30 % des GES (production, transport, industrie agro-alimentaire, etc.), hors changement d'usage des terres.

Les émissions associées à la fabrication des biens et services consommés se produisent dans les usines, bureaux, commerces, établissements publics ou exploitations agricoles, localisés en France ou à l'étranger. À un produit sont associées les émissions relevant directement de la branche d'activité concernée mais également les GES résultant de la production des biens ou services intermédiaires nécessaires à la fabrication de ce produit. L'empreinte d'un produit alimentaire est ainsi constituée d'émissions directes, issues des usines agroalimentaires, et d'émissions indirectes provenant de l'agriculture, des transports, du commerce, etc.

Les Français mangent en moyenne 80 kg de viande par an, soit 200 g/jour (un peu plus d'une portion).

Les Français consacrent 14 % de leur budget alimentaire aux produits laitiers (lait, fromage, yaourt, beurre, etc). La consommation moyenne en France est de 55-60 litres de lait par personne et par an. A cela, il faut ajouter 24 kg de fromage, 8 kg de beurre et 37 kg sous d'autres formes. En tout, 130 kg de produits laitiers par an.

A l'inverse, la consommation de légumineuses et de pain a beaucoup baissé en 40 ans.

## Carte constats "Transports - 2,9 t CO<sub>2</sub>e"

### **Voiture, Avion, Fret, Train bus**

Les transports représentent 25 % de l'empreinte carbone du "français moyen" (sans compter les transports d'approvisionnement des industries, du bâtiments et de l'agriculture qui sont intégrés dans ces différents postes dans la méthode "empreinte carbone").

La voiture (amortissement de l'achat et usage inclus) représente 2 t CO<sub>2</sub>e /personne/an ; l'avion 0,5 t ; le fret 0,3 t ; le train et le bus 0,1 t. (*source : Ravijen*)

Cette carte ne comprend pas les émissions GES liées à la construction et entretien des infrastructures routières (comptés dans « Services publics »).

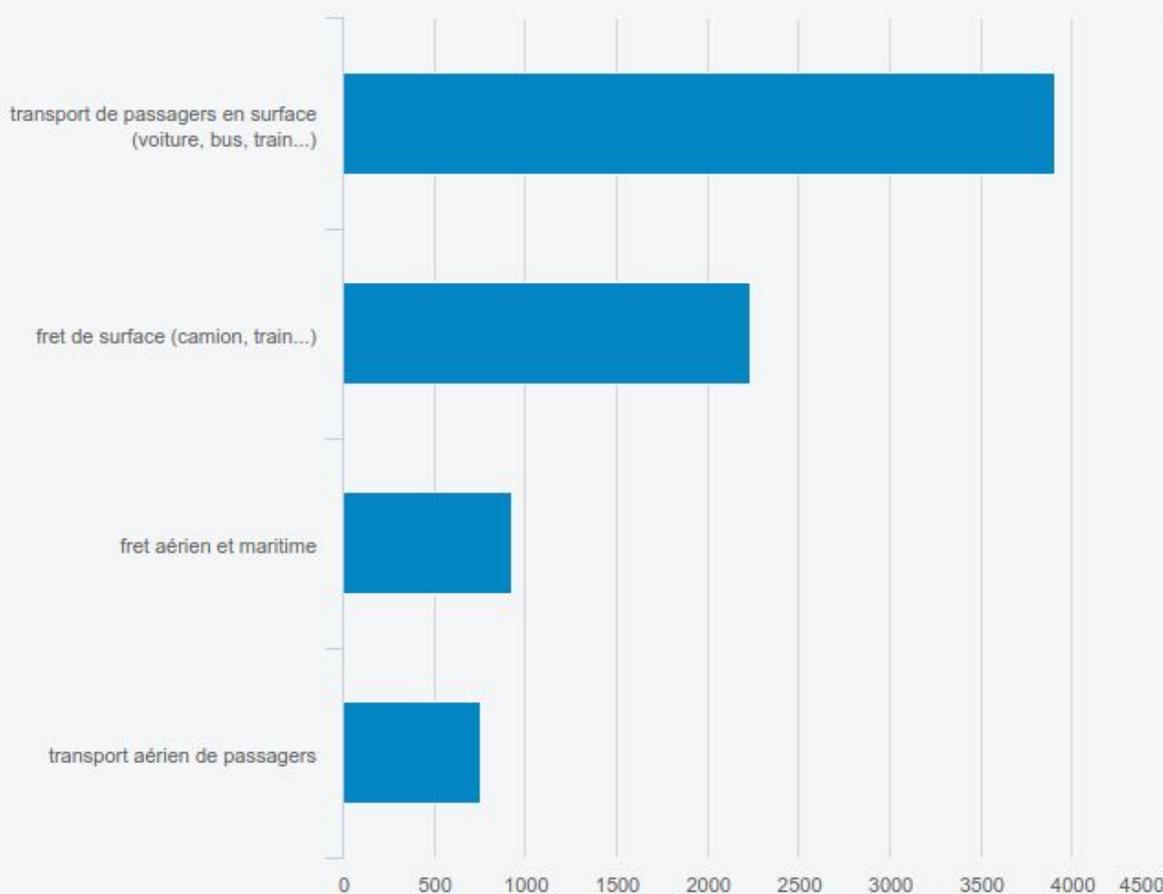
La partie « fret » comptabilise les livraisons et transports directement commandés par le consommateur final. Tous les transports intermédiaires nécessaires à la fabrication des différents biens (camions d'engrais pour l'alimentation, approvisionnement des usines textiles, transports des minerais pour l'industrie...) n'apparaissent pas ici car ils sont déjà comptabilisés dans l'empreinte carbone de ces biens et services.

### **Perspective mondiale sur les transport dans leur ensemble**

Au niveau mondial, le plus gros volume d'émissions est lié aux voitures, viennent ensuite les transports terrestres (camions) qui représentent plus que le fret maritime et aérien, puis vient le transport aérien de passagers.

## Emissions de CO<sup>2</sup> : la voiture, de loin le transport le plus polluant

En millions de tonnes de CO<sup>2</sup> produit par chaque catégorie pour les transports nationaux et internationaux

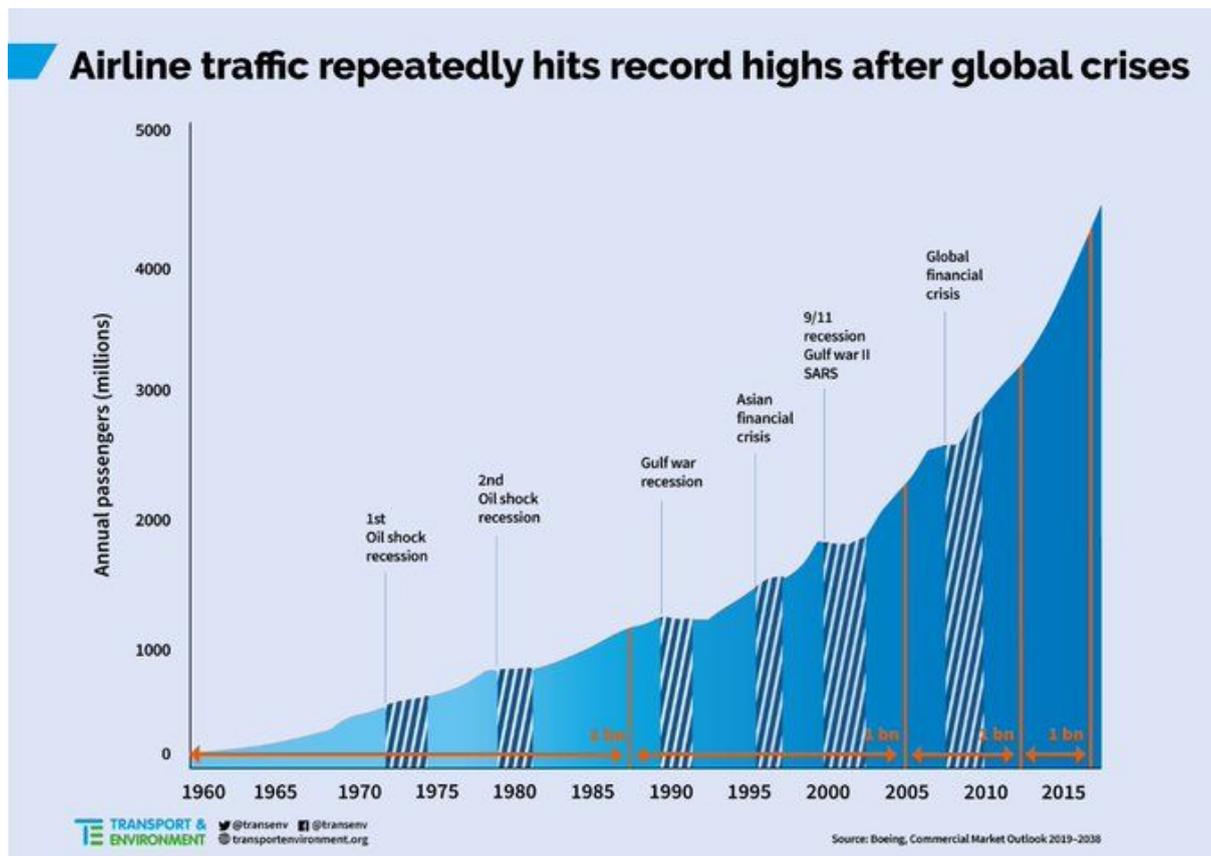


Source : [ITF Transport Outlook 2017](#)

Selon [le rapport 2017 de l'International Transport Forum \(ITF\)](#), dans ce graphique, le fret maritime et aérien regroupe les émissions dues aux 50 000 milliards de tonnes.miles du fret maritime, et celles dues aux 200 milliards de tonnes.kilomètre du fret aérien.

Le fret maritime est à l'origine de 96 % des tonnes.kilomètres des produits livrés en France, mais 55% des émissions de GES seulement, le bateau ayant des émissions par tonne.km plus basses que le camion ou a fortiori l'avion. Néanmoins les émissions actuelles de ce secteur et sa croissance ne sont pas compatibles avec les contraintes climatiques. De nombreux projets d'alternatives bas carbone, notamment [le transport maritime à la voile, sont matures techniquement](#) mais ne se développent pas par absence de marché. The [International Windship Association](#) recense un grand nombre de projets de ce type dans différents pays.

[Le transport aérien de passagers concerne une petite minorité de privilégiés](#) : seuls 10 % des humains ont déjà pris l'avion. Ceci revient à dire que 90 % des personnes vivants sur terre ne sont jamais montées dans un avion ! Et ce sont elles les plus impactées par les conséquences du réchauffement. De plus ce secteur connaît une croissance totalement absurde aux regards des contraintes climatiques.



## Les transports en France

Au global le secteur des transports est le principal émetteur de CO<sub>2</sub> en France. Il représente également 33 % de la consommation d'énergie finale en France en 2015, contre 29 % en 1990. Les voitures représentent plus de 61 % des consommations du transport routier, devant les véhicules utilitaires légers (20 %), les camions (14 %), les bus et autocars (4 %) et les deux-roues (1,5 %).

## Voitures

Les voitures roulent en moyenne 13 000 km par an, dont près de 40 % liés aux déplacements pour le travail. Le taux d'occupation moyen des véhicules en France sur la mobilité quotidienne est de 1,25 et sur grande distance il passe à 2,1 ; soit une moyenne autour de 1,6 passager par véhicule. Enfin, rappelons qu'à plus de 90 % du temps, les voitures sont garées et à l'arrêt sur leur emplacement de stationnement (garage, parking, etc.).

**Figure 6 – Voitures particulières**

	1990	2000	2016
Parc moyen (en millions de voitures)	23,3	27,8	32,2
Parcours moyen <sup>1</sup> (en milliers de km/véhicule)	13,4	13,5	13,3
<i>dont : véhicules diesel</i>	<i>21,3</i>	<i>18,8</i>	<i>16,1</i>
<i>véhicules essence</i>	<i>11,9</i>	<i>10,7</i>	<i>8,6</i>

1. Parcours annuel moyen.

Champ : véhicules immatriculés en France métropolitaine.

Source : SDES.

Source : [INSEE](#)

Un fort potentiel de progrès facilement accessible ? [Selon l'INSEE 75% des trajets de moins de 5 km \(donc facilement réalisables en vélo\) sont aujourd'hui réalisés en voiture](#)

**Répondre aux questions pièges** : 13 000 km en moyenne, multipliés par le facteur d'émission ADEME pour la voiture moyenne (193 g CO<sub>2</sub>e/km) donnent des émissions de 2,5 t CO<sub>2</sub>e ! Alors pourquoi lit-on que les émissions moyennes liées à la voiture sont de 2 t par "Français moyen" ? tout simplement parce que nombreux sont les français qui ne possèdent pas de voiture (enfants, urbains, personnes âgées, écologistes...) ce qui fait baisser la moyenne. Attention, le "Français moyen" est une abstraction parfois trompeuse. Les émissions moyennes sont donc de plus de 2,5 t CO<sub>2</sub>e par voiture individuelle.

**Facteur d'émission d'une voiture moyenne par km**

Voiture particulière - puissance fiscale moyenne, motorisation moyenne

ADEME - Motorisation moyenne 2018

0,193

kg CO<sub>2</sub>e/km

Source : [Base Carbone ADEME](#)

Selon l'ADEME, la fabrication des carburants et la construction des véhicules sont responsables chacun pour un quart des émissions. Les émissions directes (à la sortie de l'échappement) ne représentent environ qu'une moitié de l'impact climatique d'une voiture.

**Avions**

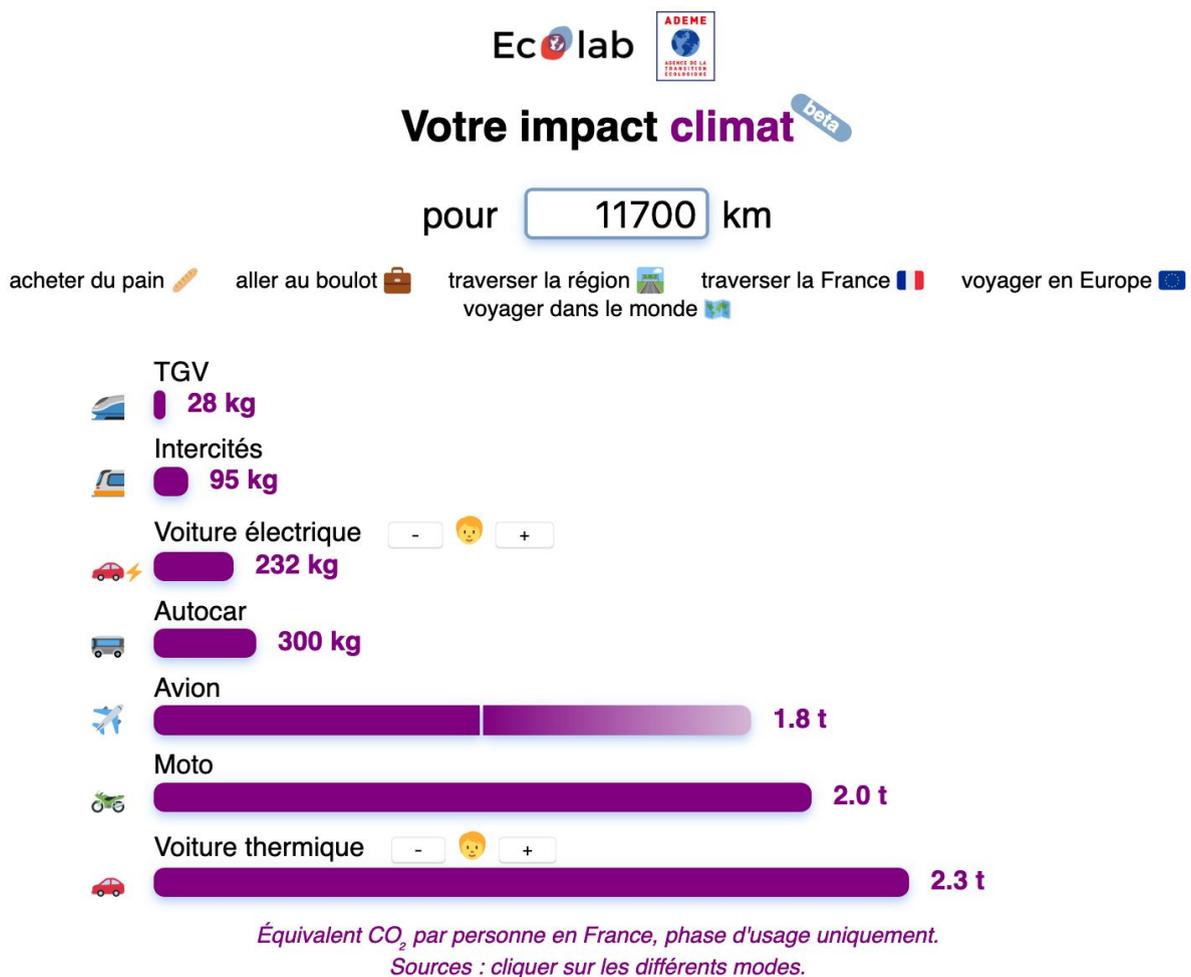
En France, [seuls 36% des français ont pris l'avion au cours des 12 derniers mois](#), que ce soit pour des raisons personnelles (35%) ou professionnelles (7%).

[La moitié des déplacements par avion est le fait des 2 % de personnes dont les revenus sont les plus élevés.](#)

Une grande partie des vols sont non essentiels. Selon [l'enquête de la DGAC en 2016](#), les motifs des déplacements en avion se répartissent ainsi :

- Loisirs/Tourisme : 49 %
- Professionnel : 28 %
- Autres (dont famille et visite à des amis) : 23 %

**Répondre aux questions pièges** : dans l'empreinte carbone moyenne par français, comment se fait-il que l'avion (500 kg CO<sub>2</sub>e/pers en moy) pèse beaucoup moins lourd que la voiture (2 t CO<sub>2</sub>e/pers en moyenne)? Les moyennes sont trompeuses ! C'est tout simplement qu'une grande partie de la population ne prend pas l'avion (ou très rarement) alors que la majorité des actifs possèdent et utilisent régulièrement une voiture. Par contre pour un utilisateur de l'avion, celui-ci devient son premier poste d'émission, un aller-retour Paris New-york en avion émettant plus de 2 t CO<sub>2</sub>e. L'avion est de loin le moyen de transport le plus polluant. A distance égale, il émet 45 fois plus que le train et pour un temps de trajet équivalent (par exemple 10h de transport pour partir en vacances) [l'avion est 1500 plus émetteur qu'un voyage en train](#).

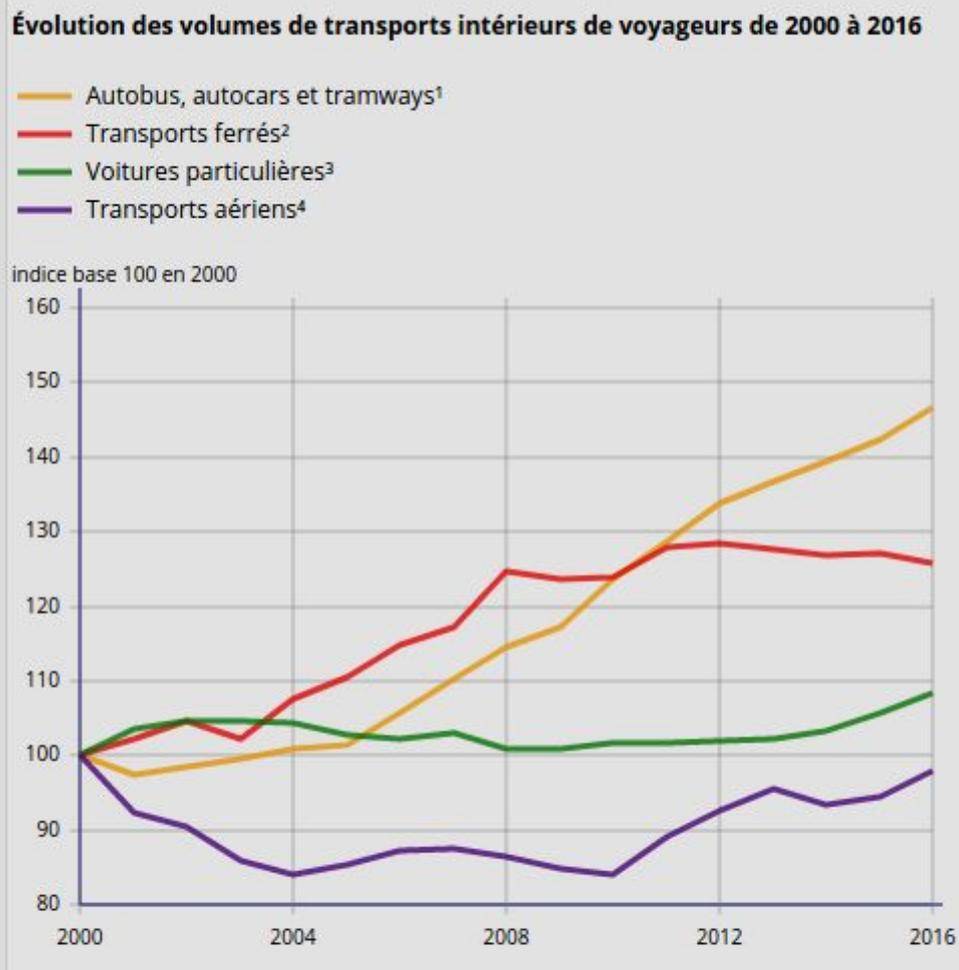


[11700 km en avion via le calculateur de l'ADEME](#)

**Tendances actuelles et à venir dans les transports**

La voiture est responsable de la majeure part des émissions des transports, l'avion est le mode de transport le plus polluant, le plus inégalitaire et le moins nécessaire. Néanmoins actuellement son usage ainsi que celui de la voiture sont en augmentation alors que l'usage du train diminue.

**Figure 3 – Évolution des volumes de transports intérieurs de voyageurs de 2000 à 2016**



1. Y c. transport en autocars étrangers.

2. Trains, RER et métro.

3. Y c. véhicules légers immatriculés à l'étranger et deux-roues motorisés.

4. Vols intérieurs à la métropole uniquement.

Champ : France métropolitaine, transports intérieurs en voyageurs-kilomètres.

Source : SDES.

Source : [INSEE](http://www.insee.fr)

**Figure 5 – Demande de transport aérien de voyageurs**

*en milliers de passagers*

	1990	2000	2016 (p)	16/15 en %
<b>Métropole - International</b>	<b>36 959</b>	<b>66 954</b>	<b>121 080</b>	<b>3,0</b>
<i>dont : métropole - Europe</i>	22 954	42 030	80 630	4,4
<i>métropole - Afrique</i>	7 126	9 790	16 200	1,1
<i>métropole - Amérique</i>	4 384	9 661	12 940	0,9
<i>métropole - Asie</i>	2 489	5 406	11 310	-2,1
<b>Métropole - Intérieur</b>	<b>20 855</b>	<b>27 030</b>	<b>24 780</b>	<b>3,2</b>
Paris - régions	17 281	21 180	16 490	1,4
Régions - régions	3 574	5 850	8 290	6,8
<b>Métropole - outre-mer</b>	<b>1 785</b>	<b>3 750</b>	<b>4 000</b>	<b>4,4</b>
<b>Total métropole</b>	<b>59 599</b>	<b>97 734</b>	<b>149 860</b>	<b>3,0</b>
Outre-mer - international	1 458	1 910	2 480	7,8
Outre-mer - outre-mer	1 312	2 060	2 290	5,0
<b>Total</b>	<b>62 368</b>	<b>101 704</b>	<b>154 630</b>	<b>3,1</b>

p : données provisoires.

Source : SDES, comptes des transports.

Source : [INSEE](#)

Le nombre de passagers en avion a plus que doublé depuis les années 1990. Il va nous falloir inverser très rapidement ces tendances pour respecter les budgets carbone. [Voir la proposition de loi](#) pour instaurer des quotas révisés à la baisse entre 2020 et 2050.

### Mise en perspective

Sur une échelle de temps plus longue, l'évolution est encore plus impressionnante. Nous parcourons 20 fois plus de kilomètres que nos arrières grands-parents ! En 1900, sur les 4 km parcourus chaque jour par un Américain, l'essentiel se faisait à pied. En 2000, sur environ 80 km journaliers, près de 70 se faisaient en automobile (2 fois plus qu'un français moyen), 10 en avion, 1 à pied. Par ailleurs, depuis les années 1960, le parc automobile a été multiplié par 5, entraînant 7 fois plus de kilomètres parcourus en voiture, contre seulement 2 fois plus pour le train. Quant à l'avion, nous sommes 17 fois plus nombreux à l'utiliser depuis 1960 et effectuons 24 fois plus de kilomètres. En France, la voiture est utilisée dans plus de 80 % des déplacements. Même si 70 % des Français ont déclaré

utiliser régulièrement les transports publics (bus, TER, métro, tramway et RER) en 2018 (contre 63 % en 2014), ils ne représentent qu'un peu plus de 1 % des kilomètres parcourus. Aujourd'hui ce sont seulement 4 000 communes qui sont desservies par des transports publics... sur 36 000 communes. Le coût annuel d'une voiture particulière (6 000 € à 8 000 €) est près de 20 fois supérieur à celui lié à l'utilisation des transports publics (310 €) et 60 fois supérieur au coût d'un vélo équipé et entretenu (96 €).

Source : « [Tous consommateurs](#) » ; Rustica 2020

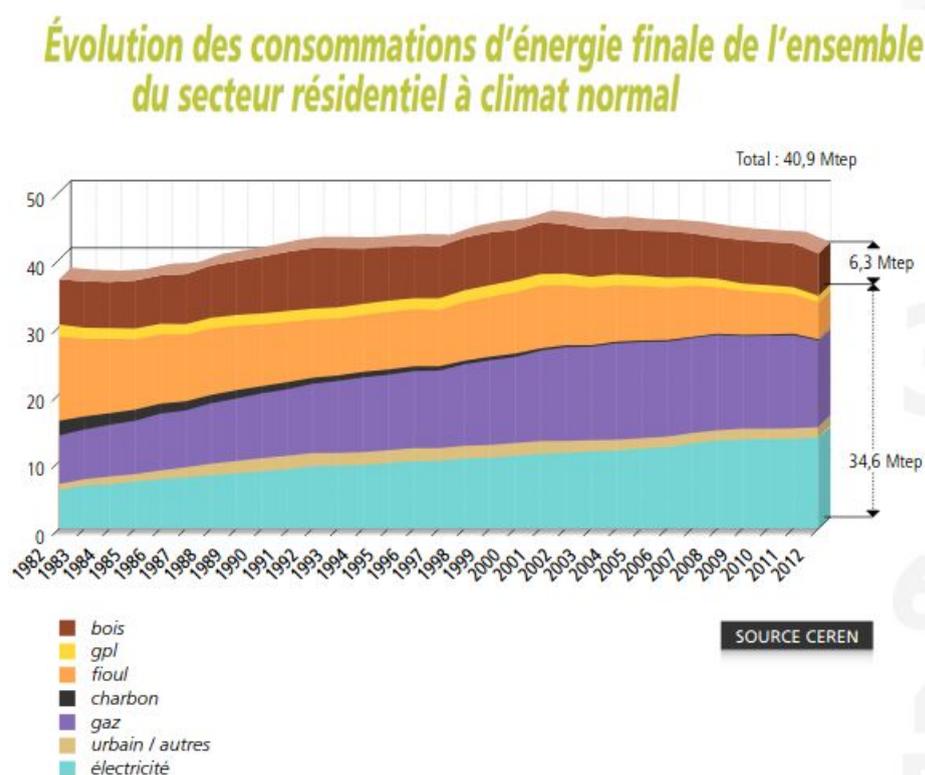
## Carte constats "Logement - 2,7 t CO<sub>2</sub>e"

### Energie, Construction, Equipements

L'énergie dans les logements représente 1,7 t CO<sub>2</sub>e/an/personne. La construction et le gros entretien représentent 0,6 t CO<sub>2</sub>e/an/personne. L'équipement des logements (électroménager, mobilier, autres biens durables) représente 0,335 t CO<sub>2</sub>e/an/personne. Au global le logement représente environ 22% de notre empreinte carbone.

Selon l'ADEME, depuis 1973, les consommations unitaires moyennes de chauffage par superficie ont baissé de 58 %. Ainsi, [la consommation unitaire moyenne totale est passée de 352 kWh/m<sup>2</sup> en 1973 à 186 kWh/m<sup>2</sup> en 2011](#). Attention à ces affichages de progrès impressionnants. Ces chiffres sont des performance unitaire, soit par mètre carré, or le nombre de mètre carrés augmente, ainsi que divers usages.

La taille moyenne des logements a augmenté depuis 40 ans, en doublant presque la surface habitable par personne. [Entre 1970 et 2013, nous sommes passé de 23 à 40 m<sup>2</sup>/personne](#). Cela explique l'impact énergétique du logement : à efficacité énergétique comparable, il faut plus d'énergie pour chauffer... plus de surface. Pendant cette même période, la consommation unitaire moyenne d'électricité spécifique a plus que doublé : de 13 kWh/m<sup>2</sup> en 1973, elle est passée à 30 kWh/m<sup>2</sup> en 2011. Au global sur cette période la consommation énergétique des logements a nettement augmenté. elle est relativement stable depuis 2005 avec une très légère baisse.



Source : ADEME, Les chiffres clés du bâtiment, 2013

L'INSEE présente le même tableau que l'ADEME, quoique sur un horizon de temps plus court : [des logements de plus en plus grands et de plus en plus équipés](#).

Entre 1985 et 2006, la surface des logements a augmenté en France de 9 m<sup>2</sup> en moyenne.

En 1985, l'équipement électrique des ménages se résumait au lave-linge, au réfrigérateur et à la télévision. Ces vingt dernières années, sont apparus les lave-vaisselle, fours à micro-onde, magnétoscopes et lecteurs DVD, consoles de jeux vidéo, ordinateurs et téléphones portables. Les ménages ont eu également tendance à multiplier le nombre de téléviseurs : aujourd'hui un ménage sur deux possède au moins deux postes de télévision (source Médiamétrie).

La performance énergétique s'est améliorée en 20 ans[...] Les logements neufs sont moins consommateurs en énergie de chauffage, car mieux isolés et bénéficiant de systèmes de chauffage central individuel plus performants. À l'inverse[...], l'augmentation de la surface des logements et de leur niveau d'équipement électrique a généré une croissance de la consommation en énergie domestique. Les progrès énergétiques n'ont pas fait baisser la facture.

**Le logement représente environ 25 % de nos émissions de GES, dont 15 % pour le chauffage, 5 % pour la construction et l'entretien et 2 % pour les équipements. Aujourd'hui encore, ce sont le fioul et le gaz qui représentent environ 70 % des émissions du chauffage.** Or, on dénombre 7 à 8 millions de passoires thermiques en France (sur environ 31 millions de logements). Parmi celles-ci, 3,8 millions sont occupées par des ménages modestes, dont 1,5 million sont propriétaires de leur logement. L'État français s'est donné pour objectif de rénover ces 8 millions de passoires thermiques d'ici 2025, soit un rythme de 500 000 logements par an. Le cabinet B&L évolution dans son [rapport "Trajectoire +1,5 °C"](#) rappelle que le nombre de rénovation effective serait plutôt de 200 000 en 2019 (et l'efficacité de celles-ci est très discutée...). Il recense les actions à mener d'ici 2030 dans le secteur du bâtiment pour tenir l'engagement de l'accord de Paris :

- 1 million de logements rénovés par an ;
- division par 2 de la consommation électrique (hors chauffage, par personne) ;
- chauffage à 19 °C pour tous en journée et 16 °C la nuit ;
- toutes les nouvelles constructions sont en habitat collectif (surface moyenne : 30 m<sup>2</sup>/pers.) et sans augmentation du parc bâti total.

**L'essor de l'habitat individuel dispersé, couplé à l'usage de la voiture, est un facteur majeur de nos émissions de gaz à effet de serre (GES).** Chaque année, en France, la construction de nouveaux lotissements est responsable de l'artificialisation de 55 000 ha. Ce mode d'habitat est non seulement consommateur d'espace agricole, la première atteinte à la biodiversité, mais est la manière de se loger la plus émettrice de GES, tant dans la construction des logements, que la consommation énergétique de ceux-ci.

## Carte constats "Consommation - 2,6 t CO<sub>2</sub>e"

### Habillement, Informatique / Electronique / Usage numérique, Autres

22 % de l'empreinte carbone moyenne d'un français.

L'habillement représente 0,7 t CO<sub>2</sub>e ; l'informatique et l'électronique (achat équipement et usage avec serveurs et réseaux) 1,1 t CO<sub>2</sub>e, les autres services privés (restaurants, banques, etc) et biens 0,7 t CO<sub>2</sub>e.

On achète en France en moyenne 10 kg de vêtements par personnes et par an. L'industrie textile mondialisée a doublé ses volumes entre 2000 et 2014 et fait partie des secteurs les plus polluants et les plus émissifs. 10 milliards de smartphones ont été vendus dans le monde entre 2007 et 2019. On les conserve en moyenne 2 ans et on les change alors qu'ils fonctionnent encore dans 88 % des cas. En 2015, 577 927 tonnes de déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) ménagers ont été collectées, soit 9 kg /an /habitant. C'est plus de 2 fois plus qu'en 2007. D'après le Shift Project, le numérique (production et utilisation des ordinateurs, smartphones, écrans, réseaux et datacenters) est déjà responsable de 4 % des émissions de GES mondiales et si rien n'est fait pour limiter sa croissance rapide ce chiffre pourrait doubler en 2025. De manière générale, dépenser 2 000 € à 5 000 € de biens de consommation neufs revient à émettre 2 tonnes de CO<sub>2</sub>e.

Source : Ravijen.fr, The Shift Project

600 000 tonnes de textiles, linge de maison, chaussures (TLC) sont mis sur le marché en France chaque année à destination des ménages, soit [près de 10 kilos par an et par habitant](#). En moyenne une personne achète 60 % de vêtements en plus qu'il y a 15 ans et les conserve moitié moins longtemps.

[La production mondiale de vêtement a doublé entre 2000 et 2014](#) faisant de l'industrie textile une des plus polluantes et émissives. La garde robe des consommateurs a augmenté et le temps d'usage s'est réduit. Bien des vêtements sont portés moins d'une dizaine de fois avant que leur acheteur ne s'en sépare.

Nos vêtements sont composés de matières synthétiques à plus de 60%. Leur lavage en machine les use et produit beaucoup de microparticules. Ce sont ainsi [500 000 tonnes de microparticules de plastiques qui sont déversées chaque année dans les océans](#).

En 2015, 577 927 tonnes de [déchets d'équipements électriques et électroniques \(DEEE\) ménagers ont été collectées, soit 9 kg par an par habitant](#). Cela représente une augmentation de 263 % de la quantité de DEEE collectés par rapport à 2007. Les ménages jettent donc [entre 17 et 24 kg de déchets électroniques par an](#)<sup>2</sup>. Les achats de téléphones portables, téléviseurs et autres appareils électroniques continuent d'augmenter (en moyenne 11 appareils par habitant et par an en 2018)<sup>3</sup>. 10 milliards de smartphones ont été vendus dans le monde entre 2007 et 2019. [On les conserve en moyenne 2 ans et on les change alors qu'ils fonctionnent encore dans 88 % des cas](#).

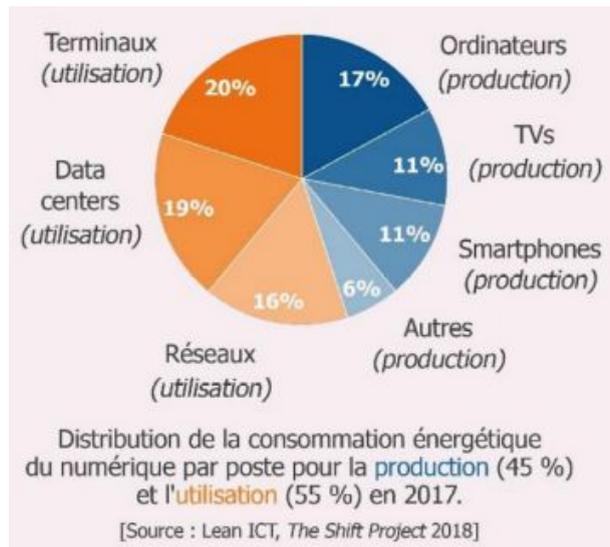
---

<sup>2</sup> Évaluation du gisement de DEEE ménagers et mixtes (2013). Étude téléchargeable sur le site de l'ADEME : [http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/91235\\_rapport-gisement-deee.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/91235_rapport-gisement-deee.pdf)

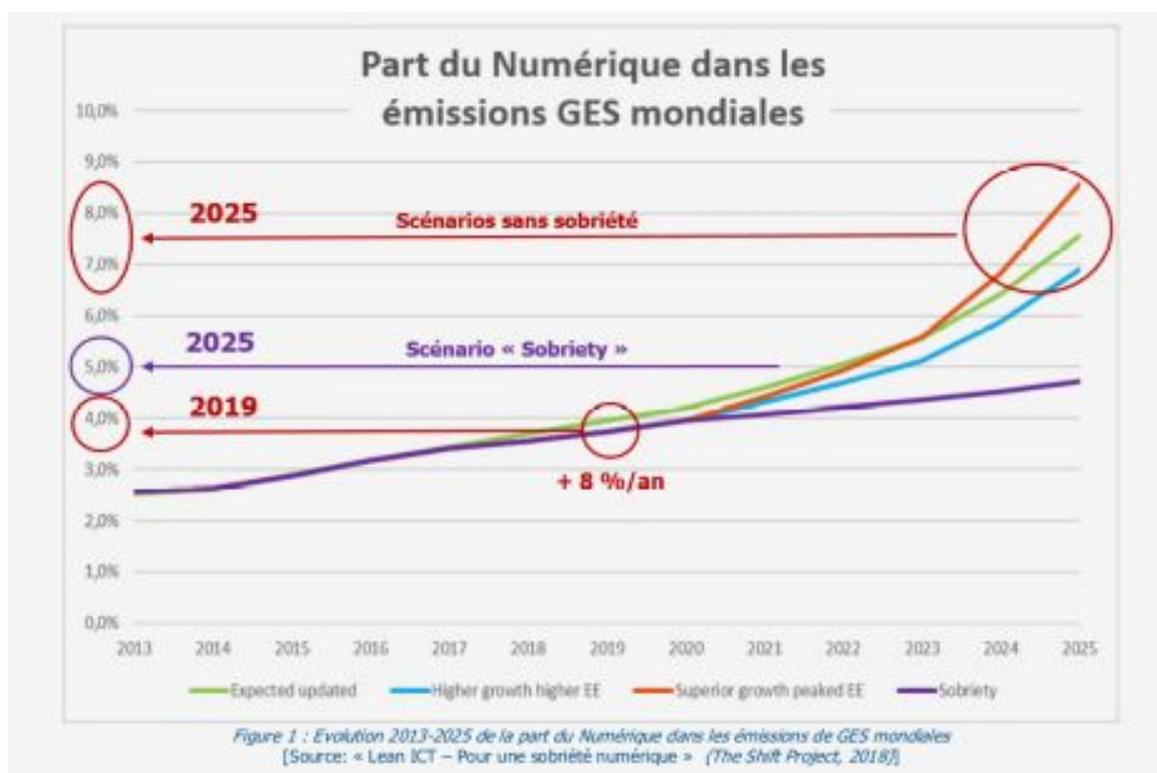
<sup>3</sup>

<https://www.ademe.fr/rapport-annuel-registre-dechets-dequipements-electriques-electroniques-donnees-2018>

8



D'après [le Shift Project, le numérique](#) (production et utilisation des ordinateurs, smartphones, écrans, réseaux et datacenters) est déjà responsable de 4 % des émissions de GES mondiales et si rien n'est fait pour limiter sa croissance rapide ce chiffre pourrait doubler en 2025.

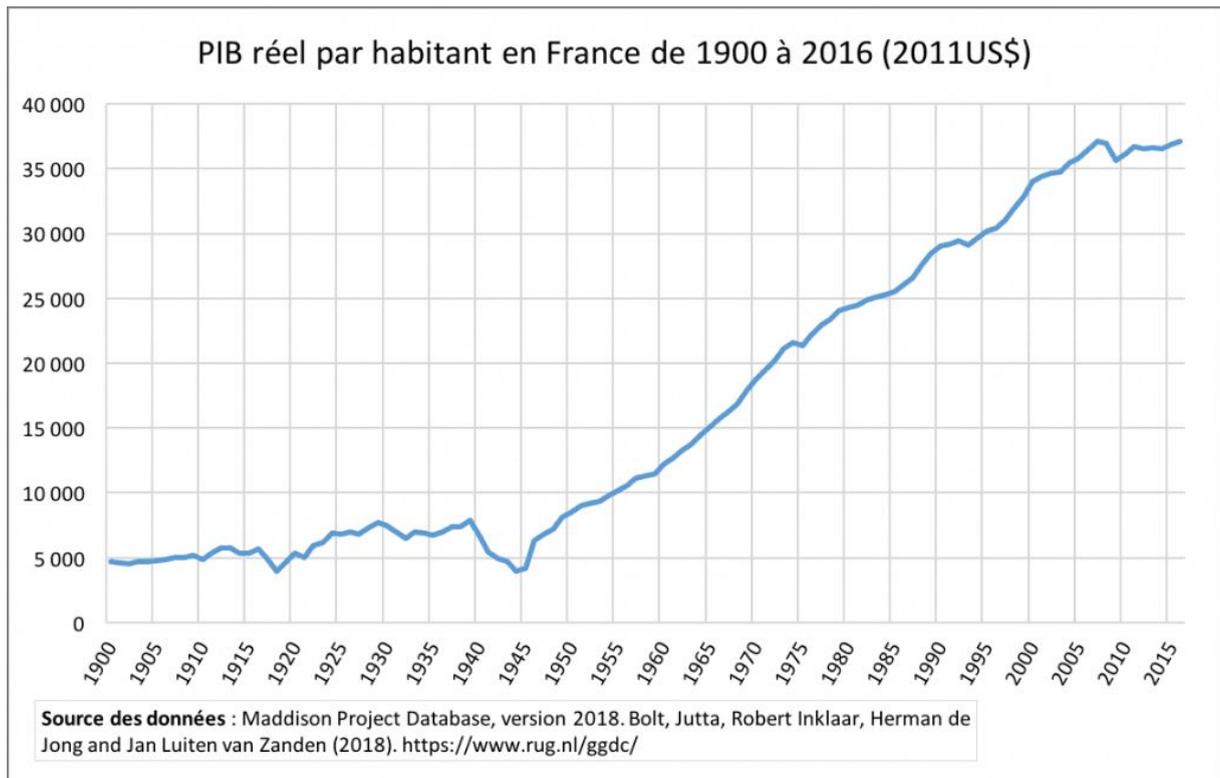


De manière générale, dépenser 2 000 € à 5 000 € de biens de consommation neufs revient à émettre 2 tonnes de CO<sub>2</sub>e.

“Je consomme donc je suis.” tel semble être le credo de notre société pilotée par le PIB, le pouvoir d’achat et la croissance. Toujours exprimé par rapport à l’an passé, en annonces anxieuses de quelques “points”, les discours sur la nécessité de la croissance masquent souvent que le PIB par

personnes en France a été multiplié par plus de 4 depuis les années 1960. Les individus ayant 40 ans aujourd’hui sont donc matériellement 4 fois plus fournis que leurs parents durant leur enfance !

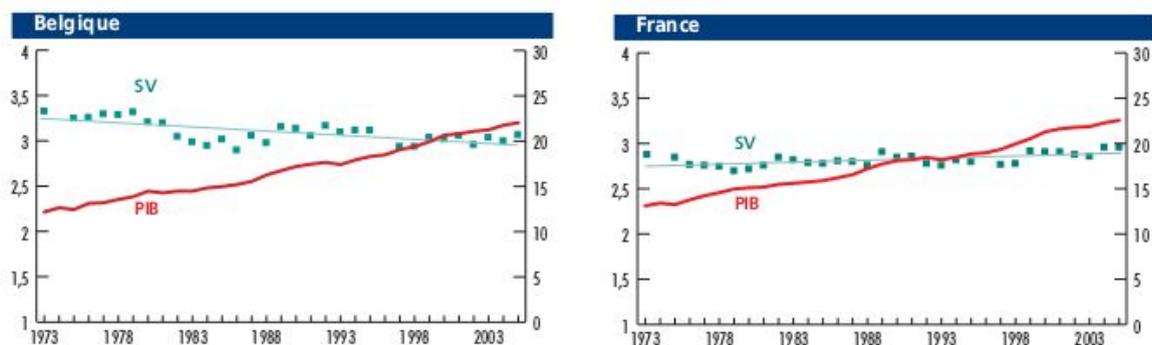
Pourtant [Alain Granjean nous rappelle](#) : [“La croissance du PIB s’accompagne de la hausse d’émissions de gaz à effet de serre](#), et plus généralement de celle de la pression sur les ressources et sur les pollutions” sur les écosystèmes et le vivant dans son ensemble. Ce serait donc un mal pour un bien ? Pas si sûr.



Isabelle Cassiers et Catherine Delain dans leur études [“La croissance ne fait pas le bonheur : les économistes le savent-ils ?”](#) nous rappellent que l’énorme augmentation du PIB des pays riches n’améliore nullement la “satisfaction de vie” de leurs habitants.

La croissance ne fait pas le bonheur : les économistes le savent-ils ?

**PIB réel par habitant (en milliers de dollars GK, échelle de droite)  
et évaluation de satisfaction de vie (SV) moyenne (échelle de gauche)**



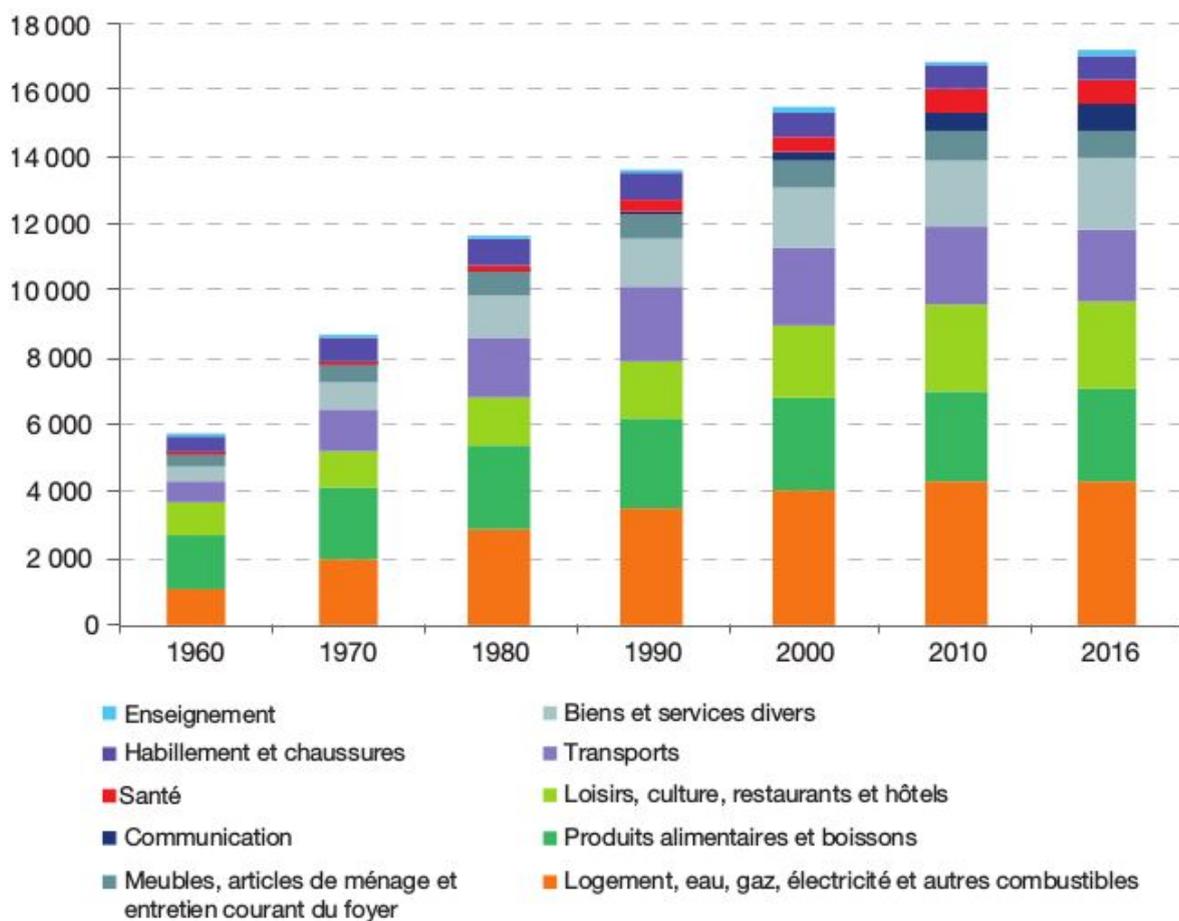
**Sources :** PIB: GGDC (2006) ; SV: European Commission (1973-2005) et Veenhoven (2006).

“Depuis la deuxième guerre mondiale, les pays occidentaux ont connu une croissance économique impressionnante. De 1958 à 2004, le PIB réel par habitant a triplé aux Etats-Unis et dans la plupart des pays européens, dont la Belgique ; il a été multiplié par six au Japon (GGDC 2006). La vie matérielle des populations s’est transformée à un rythme sans précédent dans l’histoire. Les Américains, les Européens en général et les Belges en particulier, les Japonais sont-ils de plus en plus satisfaits de la vie qu’ils mènent ? “Non” semblent répondre les sondages : à quelques exceptions près, l’évaluation de leur satisfaction de vie, d’ailleurs relativement élevée, est constante à travers le temps”.

Le CGDD montre que [cette évolution se retrouve dans la consommation des ménages.](#)

## ÉVOLUTION DES DÉPENSES DE CONSOMMATION DES MÉNAGES, PAR FONCTION

En euros par habitant



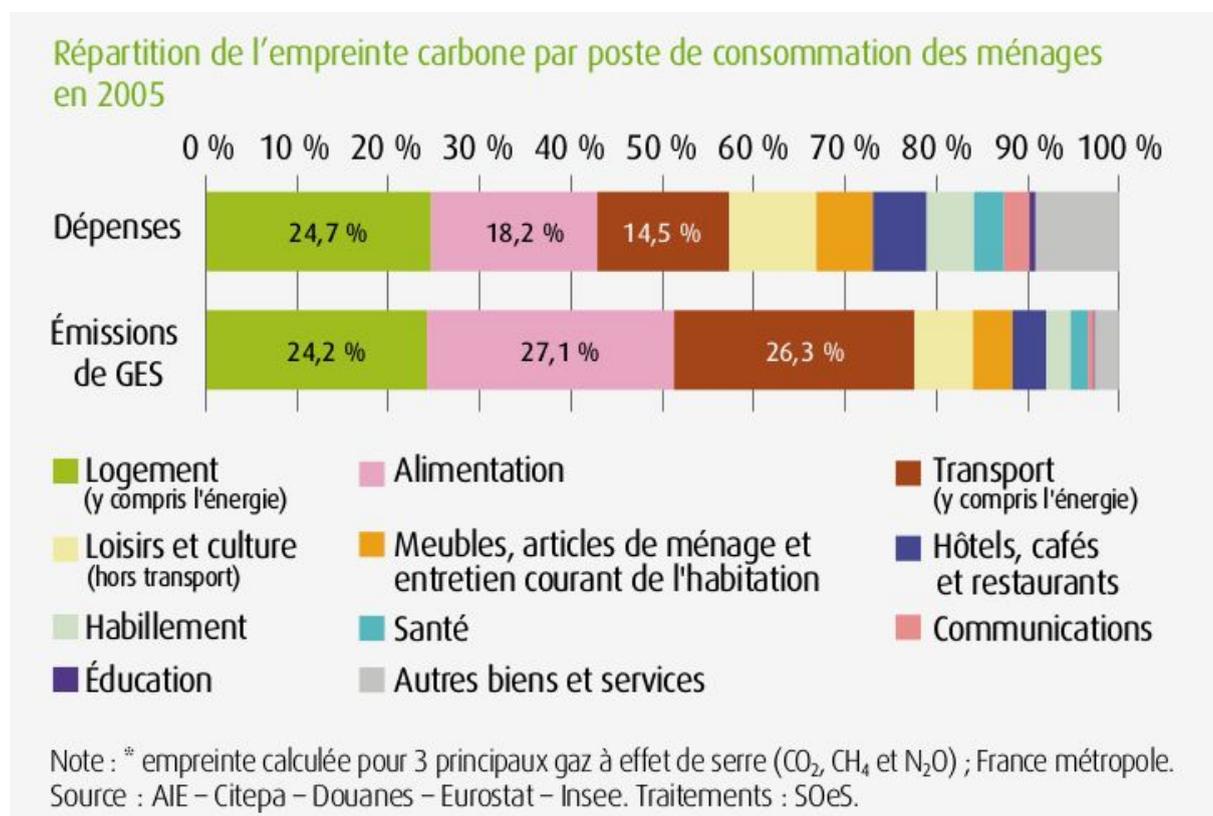
*Note : dépenses de consommation effective des ménages par fonction, en volume aux prix de l’année précédente chaînés.*

*Champ : France entière, DOM inclus.*

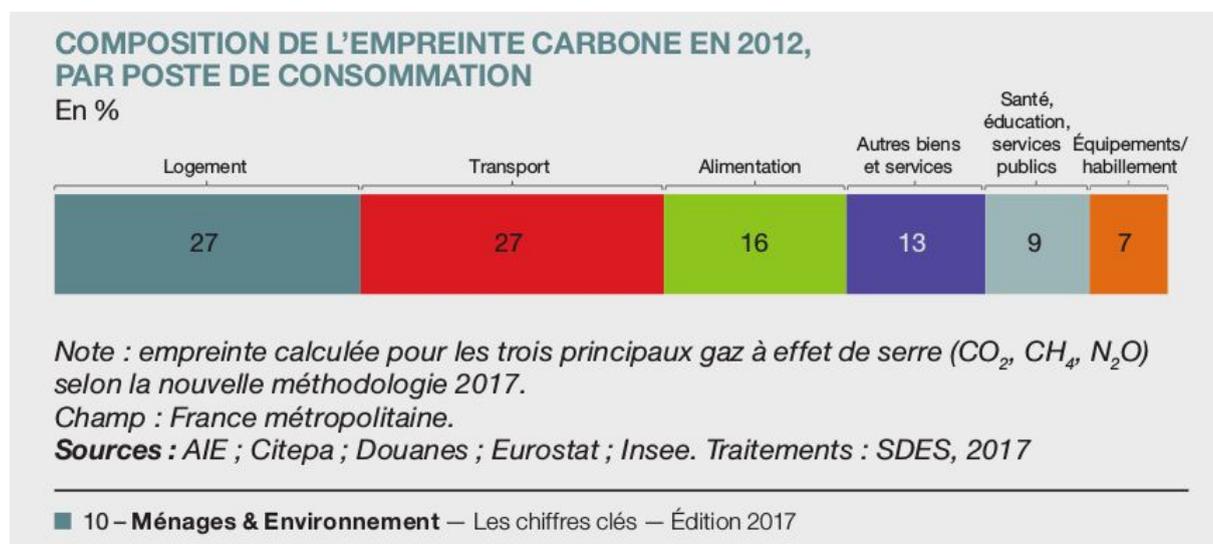
*Source : Insee (comptes nationaux, estimations de population). Traitements : SDES*

[L’édition de 2011 de cette même étude](#) précisait : “L’empreinte carbone totale de la France s’élève à 12 teq.CO<sub>2</sub> /personne en 2005. La consommation des ménages est responsable de 74 % de cette

empreinte.” Ces deux documents présentent une répartition de cette empreinte très proche de celle proposée par Ravijen et reprise dans ce kit.



Source : [Consommation des ménages et environnement, Édition 2011, CGDD](#)



Source : [Ménage et Environnement, les chiffres clés 2017, CGDD](#)

**Remarque sur les chiffres et leur précision :** on notera que la part attribuée à l'alimentation passe de 27% pour 2005 à 16% pour 2012. Ceci donne essentiellement une idée de l'imprécision (relative) de la statistique publique, l'empreinte carbone française ayant très peu évolué entre ces deux dates. Ceci confirme qu'il nous faut raisonner en ordre de grandeur (qui sont tous cohérents dans les différentes sources) sans se focaliser sur les valeurs exactes (qui sont toujours des constructions

discutables et discutées entre experts). La reconnaissance de ces incertitudes normales (de l'ordre de la dizaine de pourcent) ne change rien à l'objectif global : passer rapidement sous 2 t CO<sub>2</sub>e par an et par habitant, dans une trajectoire tendant vers la neutralité carbone à horizon 2050.

La consommation est une source majeure d'émissions de GES. Jean-Marc Jancovici rappelle à l'envi que toutes les usines et industries extractives consomment de l'énergie (essentiellement fossile) pour fonctionner et que par conséquent, acheter des objets neufs, c'est émettre des gaz à effet de serre.

Le titre de son article paru en janvier 2020 résume bien cette perspective : "[Pour résoudre le problème écologique, il faudra baisser notre pouvoir d'achat](#)"

Ceci n'est pas récent, dès octobre 2000, il expliquait déjà la notion d'empreinte carbone viable (qu'il fixait alors à 1,65 t CO<sub>2</sub>) et donnait déjà des ordres de grandeur de nos usages quotidiens compatibles ou non avec un futur viable. Nous le remercions vivement pour ce travail visionnaire qui a été un des éléments constitutifs de la création de Résistance Climatique (18 ans plus tard...). Il y a 20 ans, il cadrerait ainsi les limites d'une consommation non-suicidaire :

*Avec les technologies actuelles, la limite est vite arrivée, puisqu'il suffit, pour atteindre ce « droit maximal à émettre sans perturber le climat » (de [1650 kg de CO<sub>2</sub> par personne et par an]), de faire une seule des actions suivantes :*

- *faire un aller-retour de Paris à New York (en avion, pas en scaphandre autonome !),*
- *ou consommer 3 200 kWh d'électricité en Grande Bretagne (ou 3 000 kWh aux USA), mais 18 000 kWh en France (à cause du nucléaire mais chut, ce n'est pas politiquement correct...), sachant que la consommation annuelle par Français est de l'ordre de 8 000 kWh actuellement (dont 50% nous est « invisible », parce qu'il s'agit d'électricité « contenue » dans les divers produits de l'industrie ou de l'agriculture que nous achèterons ensuite),*
- *ou acheter 50 à 500 kg de produits manufacturés (soit au plus le tiers d'une petite voiture, moins s'il y a beaucoup d'électronique ou de matériaux rares) ; **en termes monétaires cela représente de 2 000 à 6 000 euros de dépenses (pour des produits)**,*
- *ou acheter 1 à 2 micro-ordinateurs à écran plat,*
- *ou construire 4 à 5 m<sup>2</sup> de logement béton,*
- *ou faire 5 000 km en zone urbaine dense en voiture « moyenne », ou 2 500 km en gros 4x4 ou en Mercedes (en ville dense aussi),*
- *ou consommer un peu plus de 7 000 kWh de gaz naturel (soit quelques mois de chauffage d'un logement).*

*Si l'on prend en compte les autres gaz à effet de serre il suffit même de :*

- *faire un aller simple à New York,*
- *ou acheter 90 kg de bœuf avec os ou 1 400 L de lait (la vache folle est donc une excellente affaire pour le réchauffement climatique).*

Ces données sont étonnamment peu diffusées et commentées. Dépenser 2 000 € à 6 000 € d'objets neufs cause l'émission de la totalité de notre budget carbone annuel (qui doit pourtant être partagé avec l'alimentation, les transports, le chauffage, la santé...).

Une bonne nouvelle donc, respecter les budgets carbone compatibles avec la vie sur Terre va nous faire faire des économies tout en permettant à d'autres humains de se développer légitimement. C'est un enjeu de justice sociale mondiale !

## Carte constats “Services publics - 1,5 t CO<sub>2</sub>e”

### **Santé, Éducation, Réseaux, Autres : 12 % de l’empreinte carbone en France**

*Les services publics regroupent l'éducation, les routes, la santé et les hôpitaux, la police, l'armée, la justice, les services sociaux, les services de l'Etat et des collectivités territoriales, etc. Ils sont essentiels pour la garantie des droits, permettent de soutenir les publics fragiles et visent pour certains une redistribution des richesses. Il est difficile d'avoir des données précises sur les empreintes carbone de ce secteur. Globalement, pour réduire l'empreinte carbone des services publics, il faut réduire les postes alimentation, transport, chauffage, énergie et achats de biens de consommation en leur sein. Les démarche proposées dans ce kit peuvent donc s'y appliquer.*

Les services publics à eux-seuls représentent presque l'empreinte carbone maximale par Français pour maintenir le réchauffement climatique en deçà de +2°C en 2100. Il est donc nécessaire de modifier profondément le fonctionnement de l'État et de toutes les collectivités. Leur empreinte carbone dépend moins de l'action de cohérence personnelle que les autres postes et nécessite évidemment des actions collectives d'envergure.

Les citoyens peuvent néanmoins contribuer à la réduire en faisant régulièrement pression sur leurs élus et en choisissant, lors des élections, les candidats s'engageant à faire une priorité de la réduction des GES des services publics et proposant des moyens réalistes pour cela (rénovations thermiques, réduction du recours à l'avion et des véhicules de fonction, introduction d'alimentation végétarienne locale de saison et bio++ dans la restauration collective publique, sobriété numérique, etc.). Les collectivités territoriales (EPCI) de plus de 20 000 habitants ont obligation d'adopter un Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET). Ces documents de planification doivent comporter un volet sur la réduction des GES liées au fonctionnement interne de l'administration. Pour que ces dispositifs soient utiles, il est indispensable que les citoyens demandent des comptes et exercent un contrôle attentif et une pression pertinente, souvent au travers des nombreuses ONG actives sur ce thème.

Des questions peuvent être soulevées : est-ce que les émissions des services publics doivent baisser autant ou moins leurs GES que les autres secteurs, sachant qu'ils contribuent à la cohésion sociale (ambulances, pompiers...) ? Comment répartir l'effort entre les différents services publics ?

**La nécessaire réduction des émissions du service public, ne signifie pas moins de service public, au contraire !** On peut et on doit renforcer une de ses missions principales : le lien humain. Ecouter un usager, répondre à ses questions, l'aider dans ses démarches, lui consacrer du temps, faire preuve d'attention et de considération n'émettent aucun CO<sub>2</sub> et sont des atouts de nos services publics à renforcer.

# Cartes Solutions

## ALIMENTATION

Carte N°A1 - Viande 1 fois /jour - 2,2 t CO <sub>2</sub> e	Alimentation

Les émissions de l'alimentation sont dues pour 50 % à la production des aliments pour animaux (protoxyde d'azote - N<sub>2</sub>O - libéré par la fertilisation azotée chimique pour l'essentiel), pour 40 % par le méthane - CH<sub>4</sub> - érucité par la bouche des ruminants, essentiellement les bovins. Le reste provient de divers postes dont le méthane produit par le stockage des fumiers et purin.

L'élevage représente environ 90 % des GES de la production agricole en France, car 80 % des céréales et des légumineuses produites en France nourrissent des animaux et non des humains (les émissions liées à ces cultures fourragères sont donc réaffectées à l'élevage). Source : l'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France, de la production à la consommation (CIRED/Solagro/EDF).

*Explications de la carte : régime alimentaire intégrant un « repas à dominante animale » une fois par jour (alternativement un jour bœuf, un jour volaille). Les autres repas sont végétariens.*

*Tous les chiffres « Alimentation » sont calculés sur la base de 3 repas par jour (2 repas + petit déjeuner + alimentation hors repas), en cohérence avec les niveaux d'émissions nationaux moyens.*

Type de repas	Emissions par repas kg CO <sub>2</sub> e/repas
Repas « à dominante animale » avec bœuf (180g), jambon (40g), fromage (50g)	7,3
Repas « moyen » en France	2
Repas « à dominante animale » avec poulet (150g), jambon (40g), fromage (50g)	1,6
Repas végétarien 2 œufs (100g), fromage (50g)	0,8
Repas végétarien sans produits laitiers (2 œufs)	0,5
Repas végétalien (sans produits animaux, légumineuses 100g, légumes locaux et de saison)	0,3

Source : ADEME, Base GES 2019,

<http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/Repas>

Manger de la viande une fois par jour (moitié volaille, moitié bœuf) consomme le quota admis de 2 t CO<sub>2</sub>e / an. Ainsi, si vous êtes dans ce cas, soit vous ne faites rien d'autre que manger de la viande (ce qui est impossible, il vous faut vous loger, déplacer, etc) soit vous dépassez nécessairement votre droit à émettre.

Les français-e-s mangent en moyenne 80 kg de viande par an, c'est-à-dire un peu plus d'une fois par jour.

Carte N°A2 - Boeuf 1 fois /semaine -1,2 t CO <sub>2</sub> e	Alimentation

La viande rouge est celle qui a le plus mauvais bilan carbone parmi toutes les viandes par kilo produit. En manger une fois par semaine, en optant pour des menus végétariens avec oeufs et fromage pour les autres repas représente, 1,2 t CO<sub>2</sub>e sur l'année. Or, cette consommation représente moins que la

consommation moyenne française, qui est de 50 kg/an, soit 950 g toutes les semaines. Les Français mangent en moyenne également 30 kg d'autres viandes par an.

*Explications de la carte : Régime alimentaire intégrant du bœuf une fois par semaine, les autres repas étant végétariens (avec 2 œufs (100g) et fromage (50g))*

*Repas « à dominante animale » avec bœuf (180g), jambon (40g), fromage (50g) : 7,3 kg CO<sub>2</sub>e.*

Source : ADEME, Base GES 2019,

<http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/Repas>

Carte N°A3 - Régime végétarien - 0,9 t CO <sub>2</sub> e	Alimentation

Le régime végétarien divise par plus de deux les émissions de GES par rapport au régime alimentaire moyen en France. En effet, la viande est un poste fortement émissif.

Un régime végétarien exclut la viande et le poisson, mais accepte les produits laitiers, les œufs et le miel.

*Explications de la carte : Le repas "végétarien avec produits laitier" comprend 2 œufs (100 g), fromage (50 g) ainsi que 200g de légumes de saison, 14 g d'huile, 200 g de pommes de terre, 50 g de pain et 200 g de fruits de saison : 0,8 kg CO<sub>2</sub>e*

*Hypothèse de 3 repas par jour (2 repas + petit déjeuner + alimentation hors repas)*

*L'empreinte de ce régime est 2 fois moindre qu'un régime avec un repas avec poulet, et 9 fois moindre qu'un régime avec un repas avec bœuf.*

*Cette carte est basée sur l'hypothèse que les protéines de viande sont remplacées pour partie par d'autres produits issus d'animaux (œufs, lait, etc) et pour partie, par des céréales et légumineuses.*

*Remarque : nous avons calculé les émissions de ce repas en ajoutant les données fournies pour les fromages au "repas végétarien sans produit laitier" décrit dans la base ADEME et qui fait l'objet de la carte suivante.*

Source : ADEME, Base GES 2019,

<http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/Repas>

Un régime végétarien avec produits laitiers à tous les repas reste insuffisant pour atteindre l'empreinte carbone totale de 2 t CO<sub>2</sub>e /personne/an. En effet, la consommation moyenne en France est de 55-60 litres de lait par personne et par an (un peu plus d'1 L par semaine). A cela, il faut ajouter 24 kg de fromage, 8 kg de beurre et 37 kg sous d'autres formes. En tout, 130 kg de produits laitiers, ce qui représente plus de litres de lait (il faut plus d'un litre de lait pour produire 1 kg de beurre). Tous ces produits, présents dans le régime végétarien, ont un impact carbone significatif. Leur quantité doit être réduite par 5 à 10 pour obtenir un régime alimentaire viable.

Carte N°A4 - Régime végétarien sans produits laitiers - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	Alimentation

*Explications de la carte : Régime alimentaire intégrant à tous les repas 2 œufs. Aucun produit laitier.*

*0,5 kg CO<sub>2</sub>e /repas*

*Sur cette carte, l'alimentation se base donc sur des végétaux, produits en agriculture conventionnelle (donc chimique), dont une partie est importée.*

Source : ADEME, Base GES 2019,

<http://bilans-ges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/Repas>

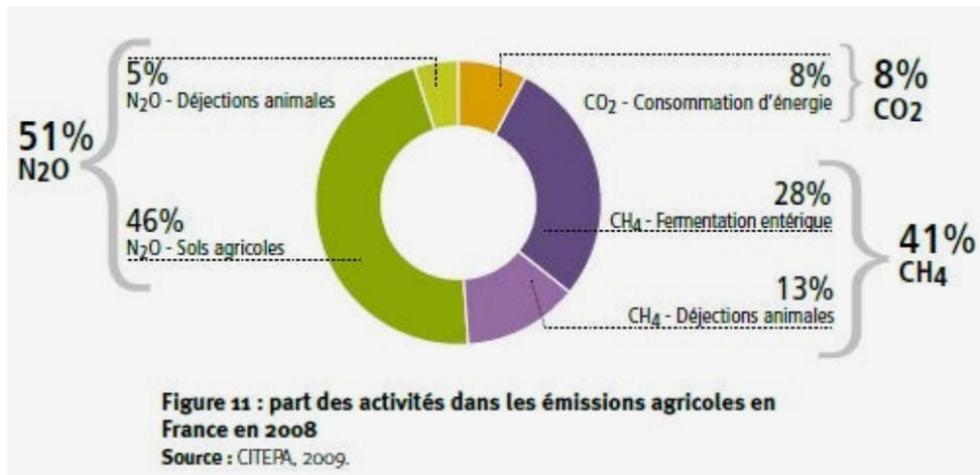
Suivre un régime végétarien sans produits laitiers (dans cette carte là, avec des produits issus de l'agriculture dite conventionnelle, c'est-à-dire utilisant des pesticides et engrais minéraux, fortement émetteurs de GES, en plus de tous les autres impacts négatifs sur la santé, sur l'eau, sur la biodiversité etc.) implique l'absence de viande, lait, fromage, poissons, beurre, etc. donc un impact carbone bien moindre que les régimes qui en comprennent. Cependant, cela représente encore 1/4 du droit à émettre. Pour diminuer ce poste, il est possible de passer à une alimentation de saison, locale et bio++.

Carte N°A5 - Régime végétalien local, de saison, bio ++ - 0,3 t CO <sub>2</sub> e	Alimentation

*Explications de la carte : hypothèses de calcul : 100 g de légumineuses à chaque repas, produits locaux (a minima français pour les céréales, et plus proches pour les produits frais), bio++ et de saison. 0,3 t CO<sub>2</sub>e /repas.*

Manger végétalien (gains vus sur la carte A4), ET local ET de saison permet de réduire les GES grâce aux réductions des GES liées au transport et à la conservation des produits.

Manger des produits issus de l'agriculture biologique permet d'éviter l'épandage des pesticides de synthèse sur tout le territoire qui sont une des cause majeures de l'effondrement de la biodiversité. De plus l'agriculture biologique interdit l'utilisation des ammonitrates, engrais de synthèse d'usage quasi systématique en agriculture conventionnelle. La synthèse de ces ammonitrates est très énergivore se fait essentiellement à l'aide de gaz, elle est donc fortement émissive de CO<sub>2</sub>. De plus, l'épandage d'ammonitrates entraîne des dégagements de N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote gaz à très fort effet de serre, de pouvoir de réchauffement global 265 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>) qui sont responsables de 46% des émissions de GES de l'agriculture. Enfin l'utilisation massive des ammonitrates est une cause majeure d'eutrophisation des cours d'eau et de création de "zones mortes" marines à la sortie des grands fleuves.



Pour toutes ces raisons, l'utilisation d'engrais organiques (les seuls autorisés en bio) sont donc très nettement préférables à la fertilisation de l'agriculture conventionnelle. Dans tous les cas, une réduction de grande ampleur de la fertilisation azotée est à envisager si l'on veut maintenir le réchauffement sous +2°C et sauvegarder une part de la biodiversité marine et fluviale.

Comme indiqué en introduction, Résistance Climatique vise à maintenir sur Terre des conditions favorables à la vie. Maintenir le réchauffement climatique en-deçà de +2°C est une condition hautement nécessaire mais non suffisante pour cela. La préservation de la biodiversité, alors que [nous venons de perdre deux tiers des insectes en seulement 10 ans](#), est un enjeu tout aussi vital. Les 9 limites planétaires identifiées dans l'article d'une équipe internationale de 26 chercheurs, menés par [Johan Rockström](#) du [Stockholm Resilience Centre](#), publié dans la revue Nature en 2009 synthétise bien cette approche systémique.

# Planetary Boundaries

after Johan Rockström, Stockholm Resilience Centre et al. 2009

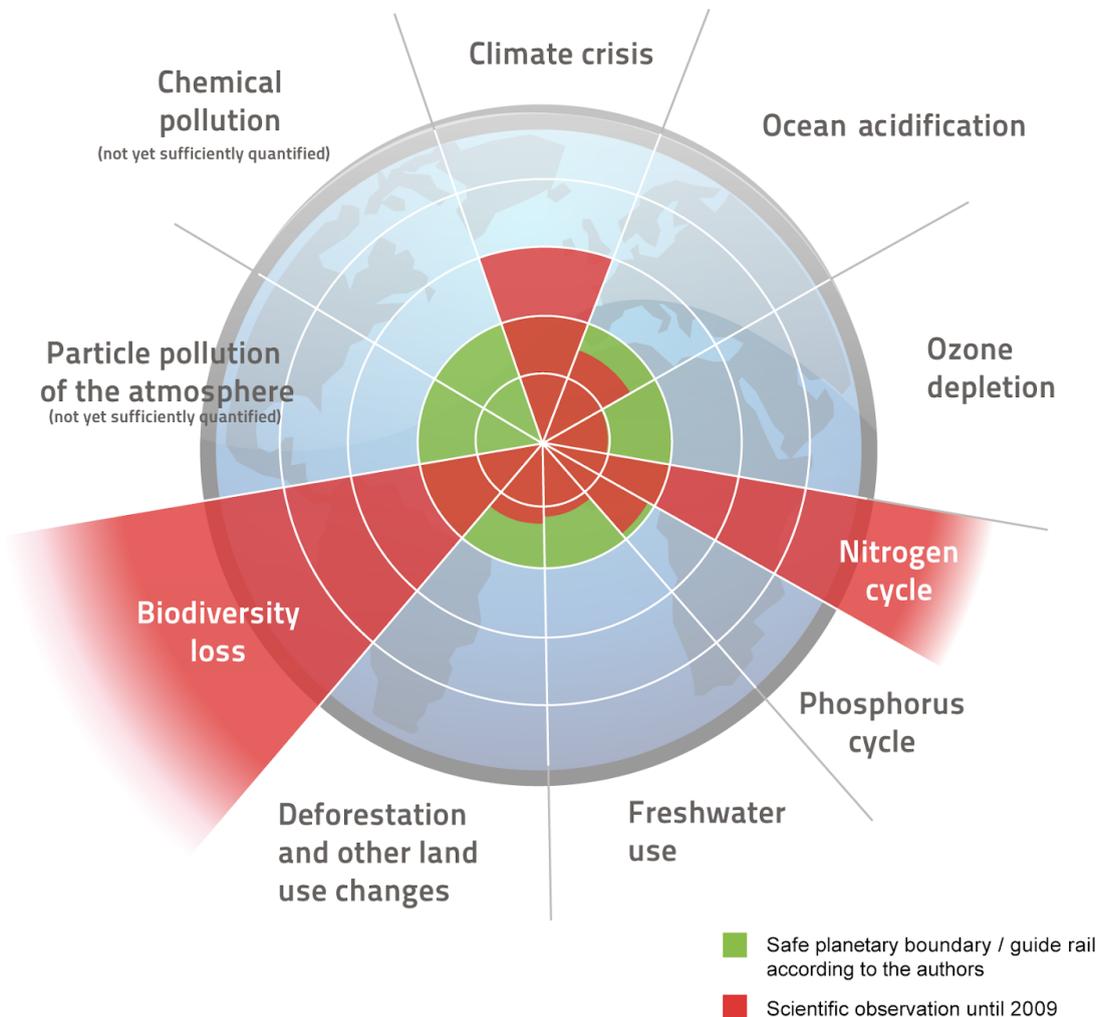


Illustration: Felix Müller (www.zukunft-selbermachen.de) Licence: CC-BY-SA 4.0

L'agriculture biologique, par son interdiction des pesticides de synthèse et des engrais minéraux, a une action positive sur les trois limites dont les seuils ont été dépassés : le cycle de l'azote, la perte de biodiversité et le réchauffement climatique. Sur ce dernier point, l'étude de Solagro "[le revers de notre assiette](#)" montre que c'est essentiellement le changement d'habitudes alimentaires des consommateurs mangeant bio (ils ont observé que ces consommateurs mangeaient moins de viande, plus de légumineuses, légumes et céréales, plus de produits de saison et locaux) qui permet la réduction de GES de ce mode de consommation, et non pas uniquement le fait que les produits soient bio.

Bien entendu la bio a ses défauts, et il est clair que certains acteurs de la grande distribution développent un "bio industriel" bien peu satisfaisant (qui a déjà l'avantage de bannir les pesticides de synthèse et les engrais minéraux, ce qui est un premier pas) tout en faisant pression pour tirer le cahier des charges vers le bas. Il faut donc être plus ambitieux et exigeants et soutenir ceux qui font progresser l'agriculture vers le respect des limites planétaires (telles que définies par le Stockholm Resilience Center). Plusieurs labels incluent toutes les garanties de la bio et vont au-delà pour

garantir la cohérence de l'approche : la FNAB vient de lancer le label français bio équitable, et aussi le label "territoires engagés dans la bio", "Biocohérence" assure les fondamentaux du cahier des charges AB et y rajoute des critères sur la biodiversité, la préservation des sols et l'équité sociale. Il en est de même pour le label "Nature et Progrès", et pour les pionniers de l'agriculture bio en conservation des sols (voir plus bas). C'est pourquoi dans la carte nous parlons de "Bio ++", c'est-à-dire un mode de production qui respecte le cahier des charges AB et va au-delà, notamment en intégrant aussi explicitement la préservation de la biodiversité, de la vie des sols et la juste rémunération des agriculteurs et de toute la chaîne de transformateurs / vendeurs.

Enfin, on peut encore diminuer l'empreinte carbone alimentaire avec une part d'autoproduction permaculturelle, et en développant une agriculture bas carbone : agroforesterie bio, sans labour (voir plus bas).

Associé à des cultures intermédiaires et intercalaires et une part de reboisement, cela permet d'[améliorer la qualité des sols, d'accroître leur taux de matière organique \(et donc de séquestrer du carbone dans le sol\) et leur vie.](#)

**Remarque** : l'agriculture biologique a globalement des impacts positifs sur la biodiversité qui n'apparaissent pas à travers le simple indicateur des GES. Les associations bio de France travaillent à préciser les actions à mettre en oeuvre au niveau des fermes pour complètement être respectueux de la biodiversité. <http://www.itab.asso.fr/activites/atouts-ab.php> : rapport de l'ITAB (institut technique sur l'agriculture biologique) et de l'INRA commandé par le Ministère de l'Agriculture "Quantification et chiffrage économique des externalités de l'agriculture biologique ?" en 2016. Ce rapport montre également les effets positifs de l'agriculture biologique sur la santé (moins de risques de cancers, moins d'obésité, etc).

**Cette carte permet, avec des choix de cartes adaptées dans les autres domaines, d'atteindre une empreinte carbone "viable".**

**On voit que seule une alimentation basée essentiellement sur les produits végétaux permet une empreinte carbone alimentaire compatible avec un mode de vie en-deçà des 2 t CO<sub>2</sub>e /an. C'est pourquoi Résistance Climatique propose de manger de la viande au plus une à deux fois par mois (viande issue d'élevages locaux, extensifs, bio à l'herbe), et de s'alimenter de produits bio++ locaux de saison. Ceci doit se doubler d'une réduction importante des produits laitiers par rapport aux usages dominants actuellement.**

## ANNEXES SUR LES CARTES ALIMENTATION

### *Emissions par type de repas*

Selon l'ADEME, le repas moyen en France émet 2 kg de CO<sub>2</sub>e, dont 1,4 kg vient des produits animaux, 0,2 kg des boissons et 0,4 kg des produits végétaux.

Ces moyennes recouvrent de grandes disparités selon les types de menus, un « repas à dominante animale avec bœuf » (7,3 kg de CO<sub>2</sub>e) émettant environ 25 fois plus qu'un repas végétalien.

Type de repas	Emissions par repas kgCO2/repas	Equivalent annuel T/CO2 <sup>e</sup> /an
Repas « à dominante animale » avec bœuf (180g), jambon (40g), fromage (50g)	7,3	8,0
Repas « moyen » en France	2	2,2
Repas « à dominante animale » avec poulet (150g), jambon (40g), fromage (50g)	1,6	1,8
Repas végétarien 2 œufs (100g), fromage (50g)	0,8	0,9
Repas végétarien sans produits laitiers (2 œufs)	0,5	0,5
Repas végétalien (sans produits animaux, légumineuses 100g, légumes locaux et de saison)	0,3	0,3

Données issues de la base ADEME [www.bilans-ges.ademe.fr](http://www.bilans-ges.ademe.fr)

### Émissions selon le type d'alimentation

Les contrastes sont plus nuancés si l'on raisonne en type d'alimentation à l'année :

Type d'alimentation	Emissions de l'alimentation annuelle, 3 repas/ jour ( dont petit déjeuner et alimentation hors repas)	
	T/CO2 <sup>e</sup> /an	hypothèses
Manger de la viande tous les jours	2,2	un « repas à dominante animale » chaque jour (alternativement bœuf et poulet) plus l'équivalent de 2 repas végétariens (1 autre repas + petit déjeuner + alimentation hors repas)
manger du bœuf une fois par semaine	1,2	52 « repas à dominante animale avec bœufs », tous les autres repas végétariens (3 repas par jours)
manger végétarien	0,9	3 repas végétariens par jour, pendant 365 jours
manger végétarien, sans produits laitiers	0,5	3 repas végétariens sans produits laitiers par jour, pendant 365 jours
manger végétalien bio local de saison,	0,3	3 repas végétaliens par jour, pendant 365 jours

Calculé par Résistance Climatique d'après les chiffres de la base ADEME [www.bilans-ges.ademe.fr](http://www.bilans-ges.ademe.fr)

### Agriculture bas carbone

Résistance Climatique estime qu'il est possible de diviser par 2 chacun des chiffres ci-dessus en adoptant une agroécologie peu émissive : agriculture biologique (suppression des ammonitrates qui sont cause des émissions de protoxyde d'azote - N<sub>2</sub>O, soit 46 % des émissions de l'agriculture) en non travail du sol (voir le rapport de la FNAB : [couverts végétaux, travail superficiel du sol et semis direct en Agriculture Biologique, expériences des paysans bio de France, 2017](#)), incluant des rotations longues et diversifiées, privilégiant les amendements d'origine végétale, les paillages, les engrais verts, les cultures intercalaires et intermédiaires, avec une très faible fertilisation azotée, en association avec des arbres nourriciers (noyers, noisetiers, amandiers...) et un maillage de haies pour la biodiversité et la production d'amendement (BRF - Bois Raméal Fragmenté).

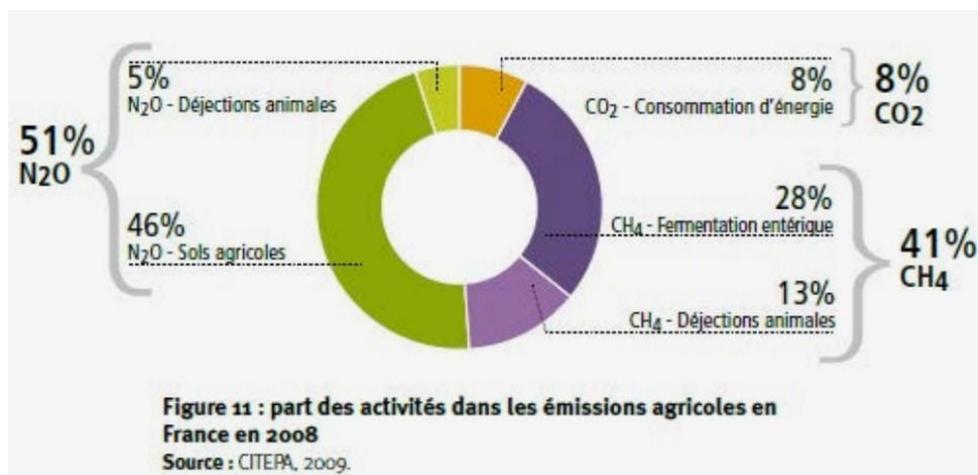
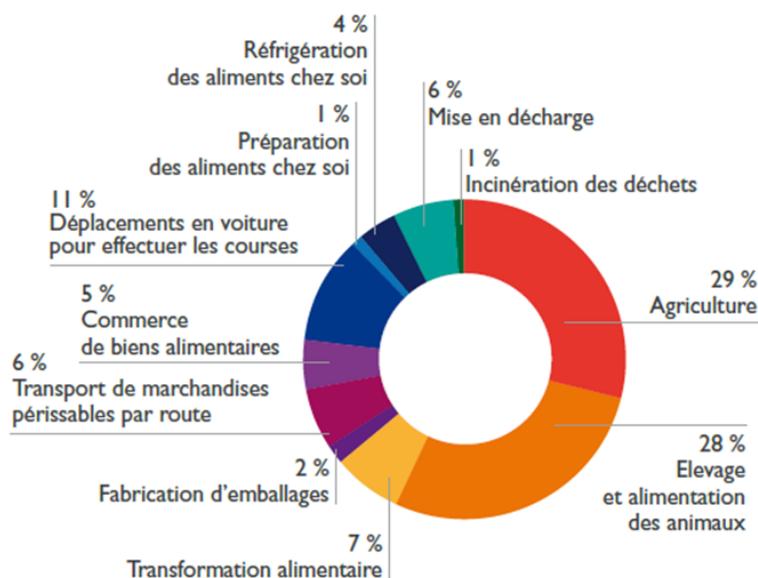


Figure 11 : part des activités dans les émissions agricoles en France en 2008  
Source : CITEPA, 2009.

### Séquestration carbone en agriculture

L'amélioration des sols agricoles par remontée des taux de matière organique est une nécessité agronomique qui fait consensus. Les volumes de carbone susceptibles d'être ainsi injectés dans les sols ainsi que la pérennité de ces stockages sont très débattus. De plus le risque est grand de voir ces potentielles « émissions négatives » servir de prétexte à retarder les efforts de réduction des émissions de GES (contre les recommandations de tous les scientifiques du domaine, y compris dans l'[initiative controversée « 4 pour 1000 »](#)). C'est pourquoi cette approche n'apparaît pas dans les éléments chiffrés du kit. Les pratiques à même de remonter le taux de matière organique des sols, telles que décrites dans le rapport [La séquestration de carbone par les écosystèmes, FESE, 2019](#), doivent néanmoins être rapidement généralisées, en tenant compte le plus possible des "10 messages clés à l'intention des décideurs" formulés en ouverture de ce rapport remarquable.

**Figure 6 : Répartition des émissions de GES dans la chaîne de production alimentaire en France**



Source: IFEN, 2006

Une grande part des émissions de GES de l'alimentation (43 %) n'est pas issue de l'agriculture, mais du système de distribution-transformation-conservation-consommation des aliments. L'adoption d'une démarche d'ensemble de transformation de tous ces éléments est un enjeu essentiel de la réduction des émissions de l'alimentation en France. La permaculture est une méthode de conception adaptée à ce type de défi. Elle permet notamment d'articuler une part d'autoproduction et des consommations de saison en lien avec les agriculteurs locaux, pour mettre en place une régénération des agro-écosystèmes et des paysages.

Dans cette perspective, une alimentation végétarienne ou végétalienne, de saison, en partie auto-produite, dans une dynamique de territoire permettant la régénération des sols et une commercialisation ultra locale, par des producteurs en agroforesterie biologique à faible travail du sol, pourrait avoir des émissions nulles voire négatives. Le chemin est long depuis les dynamiques actuelles de l'agriculture à cet objectif. Pour accélérer et orienter une transition efficace voir notamment le rapport [Vers la résilience alimentaire, Les Greniers d'Abondance, 2020](#). Nous peinons à imaginer des futurs différents, alors que le projet de diminuer nos émissions de plus de 85% est clairement une volonté de changement de monde. Sachons donc écouter ceux qui proposent des modèles réellement différents, comme ces [35 propositions pour un retour sur Terre](#) qui invitent à impliquer la totalité de la population économiquement active dans une agroécologie décarbonée largement manuelle, à temps partiel bien entendu ! Les non-agriculteurs partageraient donc leur temps de travail entre leur métier et une participation à l'agriculture. Ainsi, chacun passerait au moins une journée aux champs chaque semaine ! Cela paraît fou et impossible ? Pas plus que d'atteindre la neutralité carbone avant 2050.

## TRANSPORTS

Carte N°T1 - Avion - 1 Aller-Retour Paris/New York - 1,8 t CO <sub>2</sub> e	Transport

Explications de la carte : un aller retour Paris-New York (11 700 km) émet 1 t CO<sub>2</sub>e liée au CO<sub>2</sub>, et 0,8 t CO<sub>2</sub>e liée au forçage radiatif additionnel (particules azotées, traînées de condensation, etc.). Hypothèse d'un gros avion de plus de 220 passagers.

Par comparaison :

- Un aller retour Paris-Madrid : 0,34 t CO<sub>2</sub>e (2 100 km), avec un avion de plus de 220 passagers
- Un aller-retour Nantes-Bordeaux : 0,2 t CO<sub>2</sub>e (900 km) avec un avion de 100 passagers
- Un aller-retour en Australie : 5,1 t CO<sub>2</sub>e (34 000 km) avec un avion de plus de 220 passagers

Source : base carbone de l'ADEME 2020

L'avion est incompatible avec la neutralité carbone ! C'est ce que montre [Cambridge University dans son rapport Absolute Zero](#) qui préconise, pour respecter les engagements climatiques, de fermer tous les aéroports d'Angleterre avant 2050 (en proposant un point d'étape avec seulement 3 aéroports pour le pays en 2029). Mais s'il est remarquable que les universités anglaises prennent position sur ce sujet délicat, les données disponibles en France permettent facilement de démontrer ce constat.

Un vol aller-retour de Paris à New-York (env. 12 000 km) suffit à atteindre le quota annuel de moins de 2 t CO<sub>2</sub>e.

En effet la base carbone ADEME indique :

- Avion (voyageurs) - plus de 220 sièges, trajet de plus de 3 500 km ;
- Facteur d'émission : 0,151 kg CO<sub>2</sub>e /passager.km.

Ce qui donne bien 1,8 t CO<sub>2</sub>e pour un A/R Paris / New York.

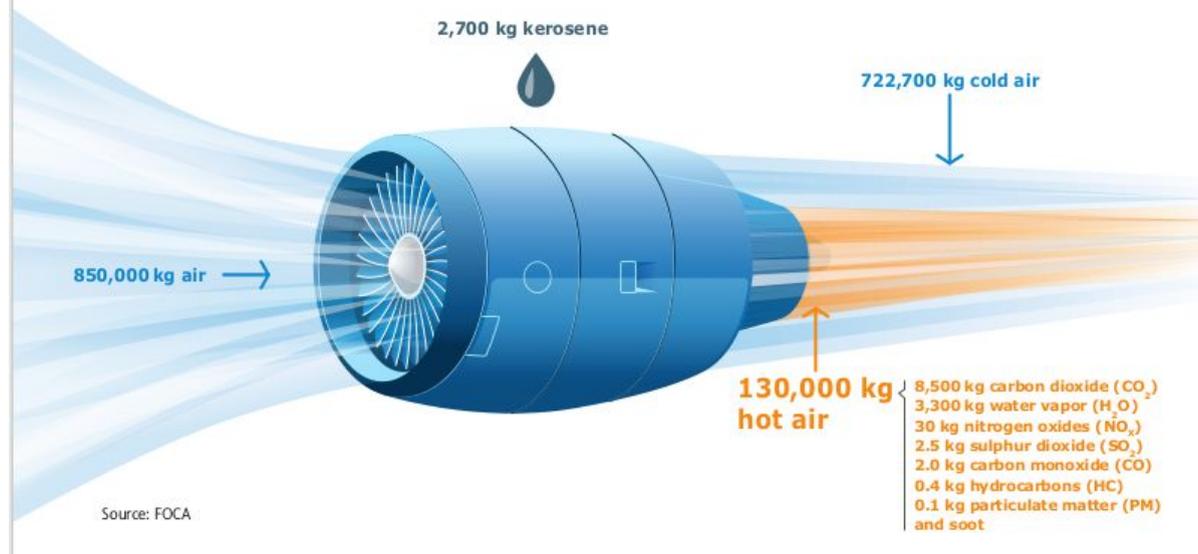
Pour ce même trajet le calculateur en ligne de [la DGAC indique 1050 kg CO<sub>2</sub>e](#). Soit presque 2 fois moins que la valeur ADEME ! C'est que la DGAC ne comptabilise que le CO<sub>2</sub> (amont et combustion) qui n'est qu'une partie du problème !

### Répondre aux questions pièges : le forçage radiatif de l'aviation

*L'effet réchauffant de l'aviation est presque 2 fois supérieur à ce qu'une comptabilité CO<sub>2</sub> semblerait indiquer.*

Un avion émet du CO<sub>2</sub>, mais pas seulement :

Figure 1.8 Emissions from a typical two-engine jet aircraft during 1-hour flight with 150 passengers



Source : [European Aviation Environmental Report 2019](#)

Les NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub> et H<sub>2</sub>O émis ont aussi des effets réchauffant complexes. La formation de traînées de condensation à haute altitudes (contrails) et les modifications des dynamiques des cirrus ont des effets importants. Au global, les effets “autres que le CO<sub>2</sub>” sont du même ordre de grandeur que le réchauffement dû au seul CO<sub>2</sub> issu de la combustion et amont. Ces différentes causes de réchauffement sont comptabilisées par les climatologues en additionnant leurs “forçages radiatifs”, qui est une mesure de “combien ça réchauffe”.

Ainsi [lorsqu'on comptabilise uniquement le CO<sub>2</sub> émis par l'aviation comme le fait la DGAC](#), on sous-estime de moitié l'impact de l'aviation.

La DGAC communique sur le fait que “[l'aviation civile représente environ 2 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>](#)”, omettant soigneusement de mentionner les effet autres que le CO<sub>2</sub> et le fait que le GIEC dans son quatrième rapport a évalué que [l'aviation était responsable de 4.9% du réchauffement en 2009](#). De plus, la très forte croissance du secteur aérien a naturellement nettement augmenté ce chiffre depuis.

Le facteur de forçage radiatif est le facteur multiplicatif à appliquer pour passer des émissions de CO<sub>2</sub> au forçage radiatif total ; la source la plus fiable pour ce RFI, Radiative Forcing Index, est le GIEC (cf IPCC).

- cf. Aviation and the Global Atmosphere (IPCC, 1999) <http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm>
- cf. chapitre 6. Potential Climate Change from Aviation, <http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/063.htm>

Précision : on notera que ce facteur est entaché d'une forte incertitude ([le coefficient variant de 2,2 à 3,4](#)), des études sont menées pour la réduire. Un sujet d'une telle complexité et d'une telle importance pour le secteur de l'aviation génère naturellement de nombreuses discussions voire polémiques. En 2009, l'étude [Aviation and global climate change in the 21st century](#), réexamine tous les aspects du forçage radiatif de l'aviation et confirme que les émissions autres que le CO<sub>2</sub> sont responsables de plus de la moitié du réchauffement dû aux avions (ce qui revient à dire que le RFI est supérieur à 2). Les discussions en cours autour de la publication du 6<sup>ème</sup> rapport du GIEC indiquent que le futur rapport de synthèse 6 (AR6) prévu pour 2021-2022 confirmera cela.

Nous suivons [l'ADEME dans sa conclusion prudente](#) :

*“A titre conservatoire, et faute de mieux, nous proposons donc de mettre ce **facteur multiplicateur à 2**. Dit autrement, pour un kg équivalent CO<sub>2</sub> dû au CO<sub>2</sub> de la combustion, nous rajouterons un kg équivalent CO<sub>2</sub> pour tenir compte du reste.”*

Ce facteur 2 est une valeur minimale très prudente. L'impact de l'aviation est ainsi probablement sous évalué. Mais même avec cette sous évaluation, il est flagrant que l'usage de l'avion n'est pas compatible avec nos engagements sur le climat.

En pratique, nous vous invitons donc à utiliser le calculateur de la DGAC pour évaluer les émissions de CO<sub>2</sub> d'un vol et à multiplier la valeur par 2 pour obtenir les émissions en CO<sub>2</sub>e (équivalent CO<sub>2</sub> qui tient compte de tous les forçages radiatifs). Passer par les facteurs d'émission de la base ADEME est une alternative plus fiable.

### **Répondre aux questions pièges : bientôt des avions écologiques ?**

La DGAC et les lobby de l'aérien tentent de promouvoir une “aviation verte”. Les principaux arguments mis en avant sont :

- *“Les progrès technologiques vont nous permettre de construire des avions qui consomment moins.”* Réponse : les marges de progrès en efficacité énergétique des avions communiquées sont surestimées. L'essentiel de la baisse de la consommation par passager.km vient du fait qu'on utilise des avions de plus en plus gros, donc qu'on divise la consommation par plus de passagers. Cette tendance au gigantisme des avions ne pourra pas se prolonger (cf. l'A380). Il est vrai que les avions les plus récents consomment moins que les plus vieux modèles. Néanmoins le chiffre avancé de “25% de consommation” en moins concerne uniquement le comparatif du pire avion de la flotte avec le meilleur et ne constitue en rien un potentiel de progrès de l'ensemble de la flotte. Pour voler, un avion doit avancer vite, et dans l'air, cela consomme nécessairement beaucoup d'énergie (c'est de la physique : “résistance en carré de la vitesse”). Pas de miracle à attendre de ce côté là.
- *“Les avions voleront bientôt avec des biocarburants donc des énergies renouvelables”.* Réponse : Ce serait possible et criminel. Vue la situation alimentaire actuelle et vue les difficultés prévues pour l'agriculture dans un monde à +2°C, les surfaces cultivées doivent servir à nourrir les populations (et/ou à stocker du carbone dans le sol en produisant du bois par exemple) mais certainement pas à faire voler des avions.
- *“Compensation / CORSIA : nous allons planter tellement d'arbres qu'ils vont absorber tout le CO<sub>2</sub> émis par votre vol”.* Réponse : il n'y a pas assez de terres disponibles pour cela. De plus, bloquer les terres des pays du Sud pour que les habitants du “Nord” continuent de voler est inacceptable (c'est la tendance actuelle). Enfin, si les arbres meurent d'une sécheresse ou d'un incendie en 2045 ou 2070, tout le carbone retournera dans l'atmosphère. La compensation est donc une tromperie qui vise à justifier de continuer d'émettre alors que nous devrions réduire drastiquement nos émissions.

Plus de détails et d'arguments sur ce sujet dans l'excellent [Rapport de Stay Grounded L'illusion de l'aviation verte](#) ou sur [le site de Résistance Climatique](#).

Voir aussi la tribune “Planter des arbres pour mieux polluer” de Sylvain Angerand ainsi que :

- <https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/ne-suffit-il-pas-de-planter-des-arbres-pour-compenser-les-emissions/>
- <https://youmatter.world/fr/arbres-stocke-carbone-combien/>
- [https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/01/26/dans-la-jungle-de-la-compensation-carbone\\_6027280\\_3234.html](https://www.lemonde.fr/economie/article/2020/01/26/dans-la-jungle-de-la-compensation-carbone_6027280_3234.html)

**A retenir :** [l'avion n'est pas compatible avec la neutralité carbone](#). Aujourd'hui bien moins de 20 % de la population mondiale monte dans un avion, et technologiquement (agrocarburants, avion électrique ou à hydrogène, etc.), aucune solution ne permet de passer à l'échelle ce mode de transport dans les délais.

Résistance Climatique propose dans son premier niveau d'engagement à ne plus prendre l'avion à titre individuel. Dans une optique de transition sociétale, nous appelons à la mise en place d'un quota non échangeable tel que formulé dans la proposition de loi décrite sur notre site : [https://www.resistanceclimatique.org/notre\\_proposition\\_sur\\_l\\_avion](https://www.resistanceclimatique.org/notre_proposition_sur_l_avion)

Carte N°T2 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 10 000 km - 2,1 t CO <sub>2</sub> e	Transport

*Explications de la carte : La fabrication d'une petite voiture de 800 kg émet environ 4,2 t CO<sub>2</sub>e. Amortie sur 30 ans d'utilisation, la fabrication (énergie grise) représente donc 0,14 t CO<sub>2</sub>e par an.*

*L'utilisation du véhicule sur 10 000 km par an entraîne l'émission de 1,93 t CO<sub>2</sub>e (fabrication de l'essence et combustion de l'essence). Au total avec l'amortissement de la construction, on arrive à 2,1 t CO<sub>2</sub>e. Dans ce cas (petite voiture utilisée longtemps) les émissions liées à la fabrication sont petites devant celles issues de l'usage.*

*Si le véhicule est amorti sur 15 ans, rouler 10 000 km par an représente 2,2 t CO<sub>2</sub>e /an.*

Sources :

- Ravijen [fabrication d'une voiture de 800 kg : 4,2 t CO<sub>2</sub>e](#)
- Base carbone ADEME pour la consommation d'un [Voiture - Motorisation moyenne - 2018](#), cette voiture moyenne consomme environ 7 L/100 km.

Elle émet 193 g CO<sub>2</sub>e/km (ce qui comprend la fabrication du carburant et n'est jamais indiqué sur les annonces alléchantes des constructeurs), ainsi que la combustion lors de l'utilisation du véhicule.

10 000 km par an, c'est moins de 200 km par semaine, c'est 27 km par jour en moyenne ou 45 km par jour ouvré, déplacements domicile-travail et professionnels, week-end et vacances incluses. Cela paraît peu, et c'est déjà trop ! Même avec une petite voiture, cela émet plus que la totalité de notre empreinte carbone viable (qu'il faut pourtant partager avec l'alimentation, la consommation, le logement et les services publics).

**A retenir :** la voiture (même petite) dans son utilisation actuelle n'est pas compatible avec les enjeux climatiques. Il faut beaucoup moins rouler, beaucoup plus partager les véhicules et les faire durer très longtemps (tout en garantissant leurs faibles émissions dans le temps) !

Enfin, rappelons qu'il y a environ 1 milliard de voitures dans le monde et que plus de 75 % de la population n'en ont pas. Là encore, ce mode de transport ne peut pas passer à l'échelle mondiale dans les conditions d'utilisation actuelle.

Carte N°T3 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 6 000 km - 1,3 t CO <sub>2</sub> e	Transport

*Explications de la carte : La fabrication d'une petite voiture de 800 kg émet environ 4,2 t CO<sub>2</sub>e. Amortie sur 30 ans d'utilisation, la fabrication (énergie grise) représente donc 0,14 t CO<sub>2</sub>e. L'utilisation du véhicule sur 6 000 km par an entraîne l'émission de 1,158 t CO<sub>2</sub>e (fabrication de l'essence et combustion du carburant). Dans ce cas (petite voiture utilisée longtemps) les émissions liées à la fabrication sont petites devant celles issues de l'usage.*

**A retenir :** rouler 6 000 km par an, soit deux fois moins que la moyenne française, avec un véhicule moyen qui durera 30 ans, consomme presque toute l'empreinte carbone annuelle soutenable.

A noter que le développement du covoiturage avec de grosses plateformes en ligne a suscité une augmentation du trafic routier, et non l'inverse selon [une étude du CGDD](#). En effet, rouler devient moins cher. Beaucoup de trajets [qui n'existaient pas \(trop chers, ...\) ou qui se faisaient en train](#) se reportent sur la voiture. C'est le fameux [effet rebond](#) !

Carte N°T4 - Petite voiture amortie sur 30 ans - 2 000 km - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	Transport

*Explications de la carte : L'utilisation du véhicule sur 2 000 km par an entraîne l'émission de 0,4 t CO<sub>2</sub>e (0,193 kg CO<sub>2</sub>e/km pour la fabrication et la combustion du carburant). Dans le cas d'une utilisation compatible avec 2 t CO<sub>2</sub>e/pers/an, on voit que la fabrication (**0,14 t CO<sub>2</sub>e/an**) n'est pas négligeable, même pour une voiture de 800 kg utilisée 30 ans !*

On parle ici de rouler moins de 160 km par mois ! Moins de 6 km par jour en moyenne ! C'est un changement d'univers. Le vélo, le train, les transports en commun, la marche et le télétravail sont devenu la règle, l'usage de la voiture l'exception. Nous indiquons de nombreux "trucs et astuces" pour inventer des vies heureuses respectant cette contrainte dans le livre "[Sauvons le Climat: 10 actions pour entrer en Résistance Climatique](#)". L'enjeu collectif et politique de réaménagement du territoire pour permettre de travailler proche de son lieu de vie est un point incontournable de ce futur possible (et c'est malheureusement le seul, les autres aboutissants à la cataclim) !

**A retenir :** c'est la seule hypothèse viable pour un monde bas carbone (avec l'autre hypothèse qui est de rouler entre 0 et 2 000 km par an bien sûr), puisqu'il reste encore 1,5 t CO<sub>2</sub>e pour les autres postes émetteurs de CO<sub>2</sub>e (alimentation, logement, services publics, consommation).

#### **Répondre au questions pièges : maintenant les voitures neuves consomment très peu**

En 2017, les émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules neufs sont de 111 g CO<sub>2</sub>/km (source ADEME - Édition 2018 évolutions du marché, caractéristiques environnementales et techniques) vs une moyenne européenne de 119 g CO<sub>2</sub>/km. Côté consommation, le diesel est à 4,2 litres / 100 km et essence à 5,1 litres / 100 km. Depuis le 1er janvier 2020, la nouvelle norme européenne impose que les ventes de véhicules neufs en moyenne par constructeur (sur toute leur gamme) n'émettent pas plus de 95 g CO<sub>2</sub>/km au lieu de 130 g CO<sub>2</sub>/km auparavant (testé sur banc d'essai et non en conditions réelles, en moyenne sur la flotte de véhicules vendus par les constructeurs).

La moyenne des conducteurs français roule entre 12 000 et 13 000 km /an, soit environ 1,4 t CO<sub>2</sub>e avec une voiture récente. Si on y ajoute l'énergie grise liée à la fabrication de cette voiture, amortie

sur 12 ans (durée de vie moyenne actuelle des véhicules français), on obtient un total de presque 2 t CO<sub>2</sub>e par an, soit plus que le quota annuel pour espérer atteindre la neutralité carbone en 2050 ! Il faudra donc impérativement rouler moins.

De plus, on sait que les chiffres donnés par les constructeurs ne sont guère réalistes. Selon le Shift Project : “les tests pratiqués par les constructeurs ne correspondent pas aux conditions réelles d’utilisation des véhicules. [Les émissions en «utilisation réelle» peuvent être jusqu’à 40% supérieures aux chiffres annoncés par les constructeurs](#) et ne respectent en définitive pas les plafonds fixés par la législation.”

Le Shift Project, dans ses “9 propositions pour décarboner l’Europe” vise la généralisation de [véhicules «2 L/100 km»](#):

*Les principaux leviers technologiques identifiés sont les suivants (par ordre décroissant de potentiel de réduction):*

- Allègement du véhicule (et donc diminution de leur puissance)
- Amélioration du rendement du groupe moto-propulseur
- Amélioration des pneumatiques
- Amélioration de l’aérodynamisme
- Diminution de la consommation électrique des équipements embarqués

Et mentionne “d’autres voies susceptibles de compléter les efforts entrepris pour atteindre le véhicule «2 L/100 km» (mais qui ne sont pas du tout suffisantes prises individuellement) :

- Augmentation du taux d’occupation des véhicules (covoiturage) ;
- Optimisation de la conduite et du trafic (signalisation, véhicule autonome) ;
- Abaissement éventuel des limitations de vitesse.”

Le Shift, soucieux de l’acceptabilité de ses propositions dans notre société du “tout voiture” s’arrête au milieu du guet. Les mesures clés sont clairement la division par 2 ou 3 des vitesses actuelles et une législation limitant les puissances des moteurs. Ceci entraînerait des modifications profondes de l’industrie et de l’aménagement du territoire, une relocalisation des activités et une véritable complémentarité avec le ferroviaire.

Ainsi la “voiture du futur”, si tant est qu’elle existe, pourrait ressembler à 2 vélos électriques assemblés avec une carrosserie légère (exemple : [Podride](#) et autre [podbike](#)). Pesant entre 100 et 300 kg elle pourrait atteindre 40 à 50 km/h au maximum. Dans de telles conditions, la consommation énergétique serait très basse et les usages réellement limités au nécessaire (courses, personnes ayant du mal à se déplacer). Les trajets longs étant entièrement reportés sur le train.

Carte N°T5 - Grosse voiture amortie sur 10 ans - 5 000 km - 3 t CO <sub>2</sub> e	Transport

*Explications de la carte : [La fabrication d’une voiture de type SUV de 2 500 kg émet 19 t CO<sub>2</sub>e](#). En amortissant sur 10 ans ces émissions, on obtient un niveau annuel de 1,9 t CO<sub>2</sub>e (uniquement pour l’énergie grise de fabrication). Il apparaît que la possession de tels véhicules neufs (renouvelé au bout de 10 ans) n’est pas compatible avec un budget carbone de 2 t CO<sub>2</sub>e /pers/an, et ce indépendamment de l’usage qui en est fait. Ces gros véhicules ont une consommation de carburant importante et sont souvent utilisés par des conducteurs réguliers.*

*Les 5 000 km annuels envisagés ici émettent 1 t CO<sub>2</sub>e, portant le bilan annuel total à 3 t CO<sub>2</sub>e. Une utilisation sur 10 000 km entraînerait l’émission annuelle de 4 t CO<sub>2</sub>e, bien au-delà du niveau compatible avec la neutralité carbone. La barre en pointillés, placée à 2,4 t CO<sub>2</sub>e montre que même l’utilisation pour 2 000 km est incompatible avec la neutralité carbone.*

La fabrication, la vente et l'usage de SUV sont donc en totale contradiction avec nos engagements climatiques (2 t CO<sub>2</sub>e/pers/an). Pourtant les SUV (véhicules lourds, sur élevés) ont représenté 40 % des ventes de véhicules neufs en 2019. Leur progression dans les ventes pourrait annuler la réduction de GES induite par le déploiement des véhicules électriques.

Carte N°T6 - Voiture électrique moyen de gamme - 5 000 km- 0,6 t CO <sub>2</sub> e si amortie sur 30 ans	Transport
	0,6 t CO <sub>2</sub> e si amortie sur 30 ans 1,6 t CO <sub>2</sub> e si amortie sur 10 ans

*Explications de la carte : La fabrication d'une voiture électrique moyen de gamme émet environ 15 t CO<sub>2</sub>e selon [l'étude de la FNH et FCH](#) (on voit ici clairement l'impact des batteries qui doublent l'énergie grise nécessaire à ces véhicules : une citadine électrique émet 10 t CO<sub>2</sub>e pour sa fabrication quand une berline émet 20 t CO<sub>2</sub>e). Pour 5 000 km /an, amortie sur 30 ans on obtient 0,6 t CO<sub>2</sub>e dont 0,5 t CO<sub>2</sub>e de fabrication ; amortie sur 10 ans, on obtient 1,6 t CO<sub>2</sub>e dont 1,5 t CO<sub>2</sub>e due à la fabrication.*

*Au km, l'impact dépend du mix-électrique du pays. En France, 5 000 km /an émettent 0,1 t CO<sub>2</sub>e car notre électricité est quasiment décarbonée (nucléaire, hydroélectricité, énergies renouvelables intermittentes - EnRi).*

*Même avec une voiture électrique (petite ou moyenne) il est impossible de conserver notre niveau de déplacement actuel (12 000 à 13 000 km /an).*

***Avertissement*** : *l'approche en empreinte carbone ne prend pas en compte l'enjeu de justice mondiale imposé par le changement climatique ; il ne faut pas oublier les conditions d'extraction des métaux nécessaires aux batteries entre autres (cobalt, lithium, etc.), l'impact environnemental induit par leur fabrication (consommation d'eau, pollutions, etc.), leur recyclage encore bien incertain, sans compter le passage à l'échelle des presque 8 mds d'humains que nous sommes, etc...*

*Dernier point, les batteries ont une durée de vie limitée (10 à 20 ans) donc un amortissement sur 30 ans semble bien optimiste !*

**Remarque** : nous utilisons les données produites par l'ADEME sur la consommation et l'étude de la FNH/ECF (l'ADEME et d'autres experts ont été associés) sur la fabrication (cf. ACV citée plus haut). L'impact de la voiture électrique ne se voit pas simplement. Par exemple, moins rouler de km augmente les émissions au km (le gros de l'impact étant à la fabrication), donc on pourrait hâtivement en conclure qu'on peut rouler beaucoup de km. L'enjeu là encore est bien de dépasser l'usage actuel de nos véhicules : sortir de la voiture individuelle, partager les véhicules, réduire les kilomètres par personne. Comme partager la voiture à 3 où chacun ferait 5 000 km par an.

Amortie sur 20 ans, en roulant 10 000 km par an, cette voiture électrique émettrait 0,95 t CO<sub>2</sub>e/an (0,75 d'amortissement de la fabrication et 0,2 liée à la consommation électrique). Ce qui ne laisserait que 1 t CO<sub>2</sub>e pour l'alimentation, le logement, la consommation et les services publics, ce qui est bien peu. Les voitures électriques ne peuvent pas permettre de prolonger les logiques actuelles.

Dans un pays fortement nucléarisé comme la France, la voiture électrique peut sembler un moyen efficace des réduire les émissions de GES. Cette vision découlerait d'une focalisation sur les émissions de gaz à effet de serre comme seul indicateur. Résistance Climatique a choisi son nom pour mettre l'accent sur l'urgence immédiate pour pouvoir tenir le budget carbone +2°C. Néanmoins, RC promeut une approche systémique, inspirée de la permaculture, qui vise à préserver le vivant dans tous ses

aspects. Comme nous le faisons pour l'alimentation avec les pesticides et les engrais azotés, ou pour la construction et l'artificialisation des terres, il nous faut porter un regard plus global pour évaluer l'intérêt de "la voiture électrique".

- **Consommation d'énergie** : [l'ADEME rappelle qu'une Voiture Électrique \(VE\) consomme autant \(voire plus\) qu'une Voiture Thermique \(VT\)](#). Elle n'est donc pas compatible avec la diminution de la consommation d'énergie globale. Pourtant, [la loi française prévoit de diviser par deux notre consommation énergétique](#) d'ici 2050, [Négawatt prévoit une division par 2](#) de cette même consommation énergétique, quand d'autres analyses (groupe "recherche systémique" d'Extinction Rébellion) mettent en avant qu'une division par 10 serait plus en phase avec nos objectifs climatiques. Au-delà de la nécessité de réduire la consommation d'énergie, cela arrivera de gré ou de force. Comme le rappelle [le Shift Project, le pic pétrolier](#) (passé en 2008 pour le pétrole conventionnel) rend probable une "contraction de l'offre pétrolière" (malgré la crise COVID). L'AIE a d'ailleurs alerté à ce propos. Le futur est donc un futur de descente énergétique planifiée ou de pénurie énergétique subie, la première étant naturellement préférable. "La voiture électrique" telle que présentée actuellement par l'industrie et par le gouvernement vient plutôt aggraver ce problème. Il nous faut diminuer la consommation énergétique à travers la sobriété.
- **Métaux rares : extractions polluantes dans des conditions souvent terribles**. Dans *La guerre des métaux rares*, Guillaume Pitron indique que : "les batteries lithium-ion sont composées à 80% de nickel, à 15% de cobalt, à 5% d'aluminium, mais aussi de lithium, de cuivre, de manganèse, d'acier ou encore de graphite. Nous savons [...] dans quelles conditions ces minerais sont extraits en Chine, au Kazakhstan et en RDC, à quoi il faut ajouter leur raffinage et toute la logistique nécessaire à leur transport et leur assemblage."

## Les voitures électriques et hybrides peuvent contenir de 9 à 11 kg<sup>1</sup> de terres rares

(Deux fois la quantité trouvée dans les voitures à essence)

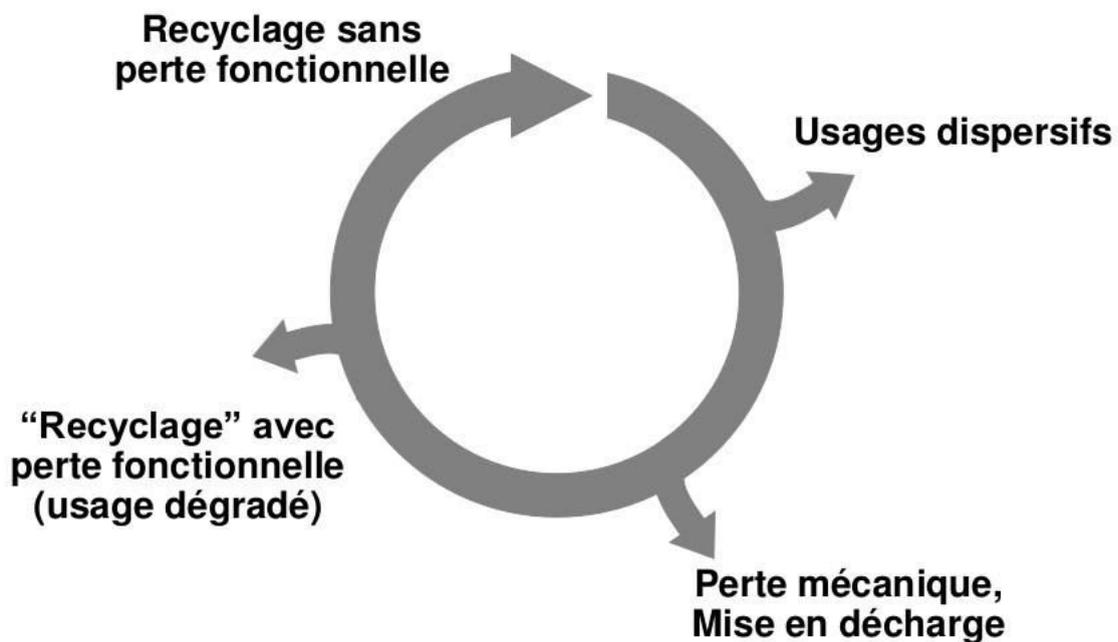


<sup>1</sup>Source : « The Race for Rare Metals », The Globe and Mail, 16 juillet 2011

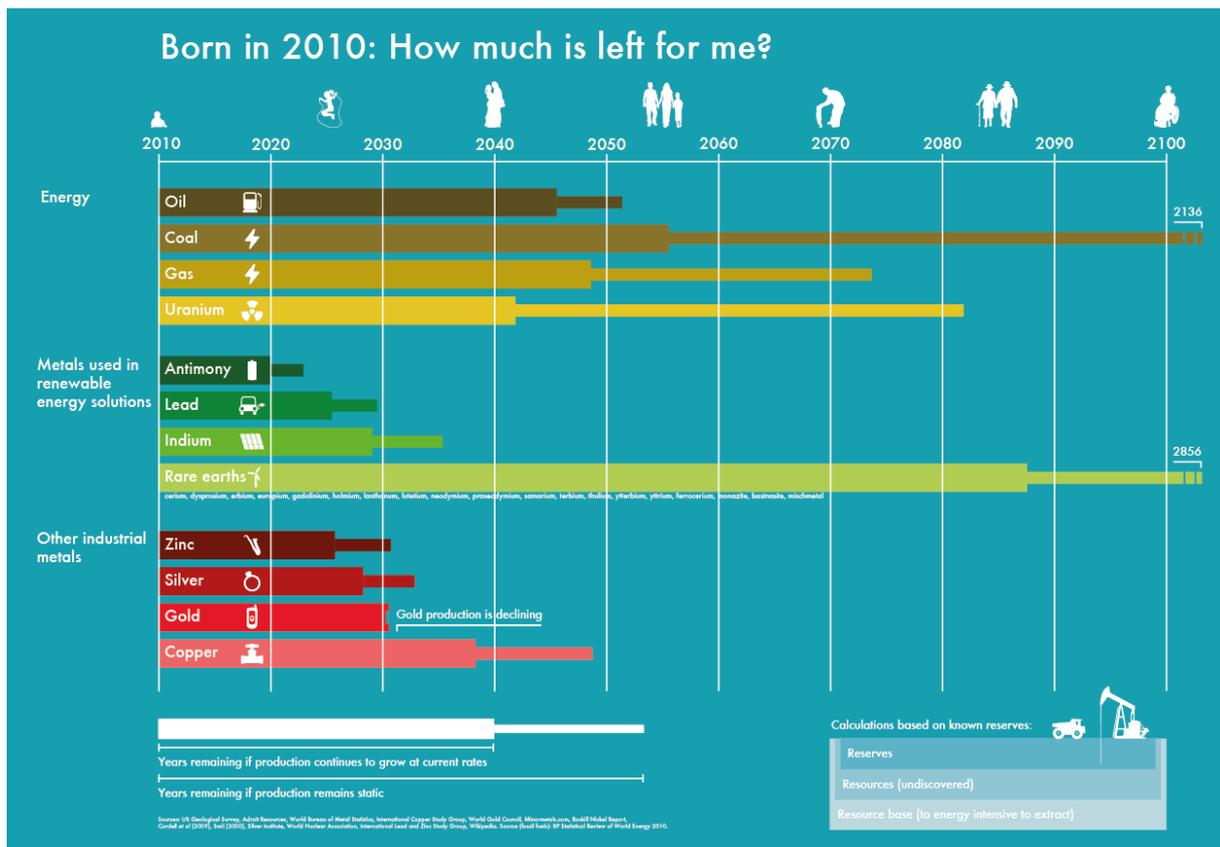
Il documente en détail comment l'industrie minière ravage des régions entières à tous les bouts du monde, dans des conditions sociales pire que celles décrites dans le livre *Germinal* d'Emile Zola, impliquant souvent le travail des enfants. Amnesty International rappelle que "du cobalt extrait par des enfants et des adultes dans des conditions extrêmement dangereuses entre sans doute dans la chaîne d'approvisionnement de certains des plus grands constructeurs automobiles mondiaux", que la majeure partie du cobalt mondial

provient de RDC et que l'UNICEF estime que [40 000 enfants travaillent dans les mines du sud de la RDC d'où est extrait le cobalt](#). L'extraction de lithium qui pourrait augmenter de manière considérable a [déjà de fortes conséquences néfastes pour l'environnement et les populations](#). Une voiture électrique éthique, dont tous les constituants auraient été produits en respectant le droit du travail et les lois environnementales françaises est très loin d'exister et coûterait une fortune.

- **Recyclage du lithium et des métaux rares : rêves et réalité ?** Les VE sont basés sur leurs batteries lithium massives. Or, si le lithium est aujourd'hui abondant, son [recyclage est actuellement très réduit](#). La création de véritables filières de recyclage est incertain voire peu vraisemblable selon Philippe Bihouix (notamment des ses ouvrages *Quel futur pour les métaux* et *L'âge des Low-tech*). En effet, la plupart des métaux que nous utilisons ne sont pas purs mais constitués en alliages (mélange de plusieurs métaux, difficiles à séparer) ce qui rend difficile voire impossible le recyclage.



Le recyclage de ces métaux, quand il est possible, est toujours partiel et entraîne de fortes consommations d'énergie ce qui entre en contradiction avec le point précédent. [Des pénuries de métaux sont probables dans les décennies à venir](#).



- L'impact de la VE est largement dépendant de **la manière de produire l'électricité** : avec des centrales électrique à charbon, le bilan d'une VE est pire que celui d'une voiture à essence. Les puissances disponibles actuellement en énergies renouvelables sont très loin de permettre d'alimenter les voitures. L'augmentation de la production renouvelable devra substituer bien d'autres usages que la voiture. Aussi, en France une voiture électrique est largement une voiture nucléaire. Nucléaire et énergies fossiles partagent une caractéristique : l'injustice géographique et générationnelle.
  - Géographique : dans les deux cas, on l'a vu, le confort acquis ou souhaité d'une minorité se paie aux frais d'un grand nombre de personnes sur toute la chaîne de production, utilisation et recyclage. Pour beaucoup, ce sont aussi les premiers touchés par les conséquences du changement climatique déjà en cours.
  - Générationnelle : dans les deux cas, la génération actuelle, pour son confort immédiat (rouler maintenant, avoir de l'électricité maintenant) oblige les générations futures à gérer les conséquences négatives à venir (réchauffement climatique, déchets nucléaires, usines à démanteler). Des dizaines de générations qui n'auront ni voiture ni électricité nucléaire devront démanteler les anciennes centrales et vivre avec les déchets (dangereux pour des dizaines voire centaines de milliers d'années) et un réchauffement irréversible. De plus, depuis Fukushima et le [scandale de falsification des contrôles qualité par AREVA](#), le risque d'accident et de contamination ne saurait être nié.
- **Dans quels projets investir ?** Le "projet voiture électrique" tel qu'il est actuellement présenté [engloutit des milliards d'euros d'argent public](#) tend à maintenir deux industries connaissant des risques de déclin : la construction automobile et le nucléaire. C'est surtout encore un moyen de retarder le moment où il faut agir sur l'origine et actionner le levier de la so-bri-é-té. Il y a là un paradoxe franco-français : **le nucléaire représentant 4 à 5% de**

**l'énergie mondiale, son rôle dans la gestion de la crise climatique sera nécessairement limité** (même le GIEC dans ses rapports ne lui confère que peu de marges de manoeuvre pour remplacer des sources d'énergie carbonées dans les temps contraints qui nous font face) et ne pourra donc être la solution. Sans compter d'autres aspects du problème :

- la limite des réserves en uranium : l'estimation actuelle des réserves d'uranium est d'environ un siècle. Si on multipliait par 10 la puissance installée (pour produire 40 % de l'énergie actuelle) les réserves seraient rapidement épuisées ;
- le fait qu'investir des milliards dans ce secteur c'est ne pas les mettre ailleurs (so-bri-é-té : isolation, transport en commun décarboné, résilience alimentaire des territoires, etc.) et cela grève d'autres pistes d'investissements pour décarboner nos modes de vie. Réinvestir dans une nouvelle génération d'EPR aujourd'hui verrouillerait pour 60 ans (nouvelle durée de vie des centrales) l'ensemble de notre système énergétique ;
- les enjeux de sûreté et de sécurité sont déjà mis à mal dans les conditions actuelles, quid avec les conséquences du changement climatique (débit des cours d'eau, montée du niveau des mers, intensité et fréquence des phénomènes extrêmes météorologiques, ruptures d'approvisionnement, conflits armés, etc.) ;
- les déchets à gérer sur des temps longs selon leur dangerosité pour l'homme (et pour le reste du vivant ?) ;
- un parc de réacteurs vieillissant, en passe de dépasser 40 ans d'exploitation, et qui d'ici 1 an, 10 ans, 20 ans devra tôt ou tard être arrêté et démantelé de manière sûre et maîtrisée (il y aura donc assurément de l'emploi dans le nucléaire pour les 30 ans à venir) ;
- un enjeu à diversifier nos sources d'approvisionnement et ne pas dépendre d'une seule source pour notre mix décarboné face à l'incertitude accrue des effets du changement climatique (aujourd'hui le nucléaire représente plus de 70% de la production électrique) ;
- l'échec industriel de la construction de nouveaux réacteurs type EPR en Finlande ou en France en temps/qualité/coût prévus ce qui érode la confiance dans la filière, et plus largement dans ce système socio-technique complexe à maintenir dans le temps surtout dans un monde [VICA \(Volatil, Incertain, Complexe, Ambigu\)](#).

Une estimation de M. Jancovici pour électrifier l'ensemble des voitures de France avec de l'électricité nucléaire impliquerait de "[rajouter environ 18 EPR](#) (sur la base de 8000 heures annuelles de production à pleine puissance par an et 1,6 GW de puissance installée par EPR), pour un coût d'investissement d'environ 110 milliards d'euros (en 2012) et une durée de vie d'environ 60 ans. A cela, il faut ajouter le « renforcement du réseau », parce que passer de 550 TWh transportés à 750 TWh ne se fait pas à réseau constant." On notera l'estimation budgétaire optimiste, le premier EPR français non encore en service devrait coûter plus de 12 milliards d'euros (\*18 cela donnerait 216 milliards). Ces centaines de milliards d'euros seraient mieux employés à financer la [sobriété énergétique et l'efficacité](#) avant tout ainsi que le propose le [scénario négaWatt](#) par exemple.

- **Quel aménagement du territoire** veut-on promouvoir ? On perd parfois de vue que "la voiture est un système", pas un simple objet (cf. R.Ghent) : l'Etat finance les routes (mais le réseau ferré est payé par les utilisateurs). Elle est la cause de l'étalement urbain actuel et des heures passées chaque jour dans les embouteillages, des supermarchés et leurs parkings géants, elle incite à l'artificialisation des terres (parking, routes, voies d'accès...) et ce système entraîne de nombreuses "externalités négatives" : occupation de l'espace public, pollution de l'air, pollution des eaux de ruissellement par les métaux lourds des pneus, pollution plastique dûe aux pneus, bruit, accidents de la route et mortalité associée, sans

parler du fort impact sur le budget des ménages (achat, assurance, réparation, carburant...) et de l'accentuation de la ségrégation sociale.

Tout ceci nous mène à affirmer que la voiture électrique n'est pas "la solution". Quelle mobilité pour demain en ce cas ?

*« Aujourd'hui (début 2020), les véhicules électriques ne représentent qu'un peu plus de 1 % du parc automobile français (33 millions de voitures particulières, principalement diesel). Le gouvernement veut multiplier les ventes par cinq d'ici à 2022 et s'est fixé l'objectif très ambitieux de 4,8 millions de véhicules électriques d'ici à 2028. Mais passer l'ensemble du parc automobile actuel à l'électrique impliquerait d'augmenter la consommation électrique actuelle de 39 % (20 % pour les voitures particulières seules). [...] Sans compter la problématique de pénurie de métaux comme le lithium utilisé dans les batteries, qui viendra à manquer d'ici 10 à 30 ans.*

Il apparaît plus raisonnable de penser que le véhicule électrique devient **possible si le parc « est divisé par 5, utilisé 4 fois moins, avec des véhicules 3 fois moins lourds »** [comme le dit Jean-Marc Jancovici.](#) "Extrait du Livre d'Arnaud Brulair - Tous consom'acteurs ! le guide pour changer son quotidien

On retrouve l'allègement des véhicules et la diminution du parc proposés par le Shift Project que nous avons cité à la carte n°T4 **Petite voiture amortie sur 30 ans - 2 000 km.**

Il faut donc réduire le parc automobile. Dans le rapport [« Biorégions 2050 », l'Institut Momentum](#) s'intéresse à la Région Ile-de-France. Extrait : "Côté transports, le nombre de véhicules individuels serait divisé par 55, soit 90 000 voitures en Île-de-France en 2050, contre cinq millions en 2015. La traction animale serait à nouveau développée et les lignes ferroviaires secondaires réhabilitées."

Des **véhicules à motorisation électrique** (assez différents des "voitures électriques actuelles") pourraient être **une piste dans la mobilité de demain, mais à plusieurs conditions** :

- limitation de la taille/masse des véhicules ([rappel par Aurélien Bigo de l'évolution sur la période 1960-2017 des véhicules](#)) ;
- limitation de la vitesse et de la puissance ;
- sobriété dans l'usage ;
- partage des véhicules pour amortir l'impact de la fabrication des batteries ;
- création d'un cycle de vie des batteries acceptable : sans maltraitance humaine ni pollution de grande envergure dans les mines, et avec de véritables solutions de recyclage effectivement mise en oeuvre ;
- utilisation durant au moins 30 ans pour amortir les émissions de fabrication, ce qui implique que toutes les pièces sont remplaçables et disponibles, ce qui nécessite la mise en place de standards ;
- grande puissance de production électrique renouvelable installée.

Les véhicules électriques aujourd'hui commercialisés ne remplissent aucune de ces conditions de durabilité. Et la propulsion électrique n'est qu'une des pistes de mobilité économe et décarbonée envisageable.

**La "voiture du futur" :**

**A court terme** : dans les mois et années à venir, la première chose à faire est de diminuer rapidement le kilométrage des usagers de la voiture.

Changer de voiture induit d'importantes "émissions grises" (GES émis pour sa fabrication) et ceci ne se justifie que pour l'achat de véhicules légers très économes : en deçà de 4 L/100 km (en test réel et non données constructeur qui sont systématiquement sous-estimées), ou même plutôt en dessous de 2 L/100 km (comme le propose le Shift Project). Réduire son usage de la voiture est donc le

premier pas vers la réduction de l’empreinte carbone. Dans le même temps, nous pouvons réclamer la construction de véhicules vraiment sobres énergétiquement.

Philippe Bihoux va un pas plus loin que le Shift : “La voiture « propre » n’existe pas, mais en attendant de tous enfourcher un vélo, [la voiture à 1 litre au 100 km est à portée de main. Simplement, elle fait 500 kg et ne dépasse pas les 80 km/h](#), ce qui suffirait pour une large part des besoins de déplacement.” A nous de former des collectifs pour exiger des politiques qu’ils forcent les constructeurs à la produire, plutôt que de fabriquer des SUV électriques.

Sans oublier que depuis les années 1970, [Ivan Illitch et Jean-Pierre Dupuy ont montré qu’on va plus vite en vélo qu’en voiture](#) ! Ce dès lors qu’on prend en compte tout le temps qu’il nous faut travailler pour payer notre moyen de transport et le temps passé à l’entretenir. C’est le concept de vitesse généralisée. Ainsi une voiture nous permet de nous déplacer de 6 à 20 km par heure consacrée à pouvoir nous déplacer (variation selon les différents auteurs et dates des calculs qui ne changent rien à la conclusion : on va aussi vite à vélo !).

Même si [la vitesse généralisée d’un vélo électrique est très supérieure à celle d’une voiture](#), il reste que certains ne peuvent pas pédaler, ou craignent la pluie, ou ont des courses encombrantes ou fragiles... alors quels possibles pour une mobilité écologique qui remplace la voiture ?

**A moyen terme : ce qu’on peut conserver : l’usage de véhicules motorisés carrossés** faisant partie d’une flotte de véhicules motorisés partagés, légers (100 à 500 kg), alimentés par des énergies renouvelables.

**Ce qui doit changer :**

- **Les carburants** seront remplacés par de alternatives renouvelables (et donc décarbonées) : probablement électricité, carburant de synthèse ou hydrogène. Ces 3 “technologies” sont des moyens de stocker l’énergie de manière compacte dans un véhicule. Cela ne préjuge en rien de la source d’énergie qui servira à les produire : fossile, nucléaire ou renouvelable. Seule l’utilisation d’un surplus d’énergies renouvelables (aidant à gérer l’intermittence des sources) peut être compatible avec les objectifs climatiques, la nécessaire réduction de la consommation énergétique globale et la préservation des écosystèmes et de la biodiversité. Les biocarburants devant être évités vue leur concurrence directe avec les usages nourriciers et forestiers des terres ;
- passer de la “voiture individuelle” ou familiale à une flotte de véhicules partagés ;
- **Les vitesses autorisées** doivent être réduites pour limiter la consommation, favoriser les alternatives à la voiture et entraîner un nouvel aménagement du territoire. Seule une limitation légale de la puissance des véhicules peut permettre la mise en place de véhicules véritablement économes. Par exemple : 30km/h en ville, 50km/h en campagne et 70km/h sur “l’autoroute”. Petit rappel : [la puissance absorbée par la résistance de l’air est proportionnelle au cube de la vitesse](#) (force de frottement de l’air est en carré de la vitesse, à multiplier par la vitesse pour obtenir la puissance absorbée : on arrive donc au cube !). Ce qui revient à dire qu’en roulant 2 fois plus vite, les frottements de l’air absorbent 8 fois plus et que la puissance absorbée par l’air est 27 fois plus grande à 150 km/h qu’à 50 km/h ! On ne peut pas appliquer ces chiffres directement aux [consommations de carburant qui dépendent aussi des frottements](#) dans le moteur et les parties mobiles et surtout du régime nominal du moteur, ce qui complique les choses (cf. annexe plus bas). Néanmoins, [diviser par 2 les vitesses autorisées permettrait des baisses de consommation importantes](#) (division entre 2 et 8 de la consommation aux 100 km), notamment en ouvrant la voie à la mise en circulation de nouveaux véhicules optimisés pour de plus basses vitesses. Seules des réductions de vitesse importantes (division par 2 ?) sont réellement proportionnées à nos engagements climatiques ;
- **La puissance et la vitesse nominale des moteurs** doivent être revues à la baisse. Une voiture actuelle consomme plus à 40 km qu’à 70 km, car elle est conçue pour rouler vite (cf. annexe plus bas). Des moteurs de faible puissance optimisés pour de basses vitesses permettront de

consommer beaucoup moins, mais ceci n'est possible que si l'on renonce à vendre de véhicules capables de rouler à 180 km/h ;

- **Le kilométrage en voiture** va évoluer à la baisse pour être largement remplacé par les usages du vélo, vélo électrique, train, marche à pied et traction animale ;
- L'étalement urbain et l'**aménagement du territoire** actuel sont basés sur la voiture individuelle. Mais la baisse des vitesses entraînera une relocalisation des activités. Les services et magasins seront décentralisés et proches des habitations, chaque déménagement ou changement d'emploi sera l'occasion de diminuer les distances domicile-travail. Un vaste "exode urbain" (un à deux millions d'emplois à créer dans l'agriculture bas carbone) viendra considérablement modifier les tendances actuelles ;
- le **poids des véhicules** actuels (en augmentation) doit être ramené en deçà de 500 kg pour permettre de très faibles consommations et limiter les émissions liées à la construction. Des véhicules ultra légers (de l'ordre de 100 kg) pourraient être envisagés. Ressemblant à des double vélos électriques carrossés, ils pourraient être propulsés par un moteur de 1 kW (soit 4 fois plus qu'un vélo électrique actuel, limité à 250 W) alors que les voitures électriques actuelles sont équipées de moteur de 50 à 100 kW.

## ANNEXES

### *Émissions de CO<sub>2</sub> des transports urbains et périurbains*

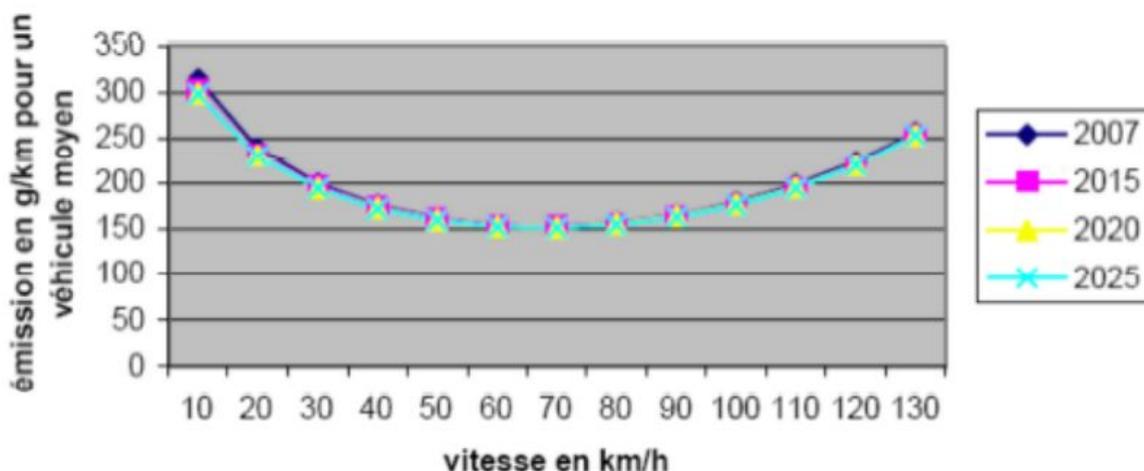
(en g CO<sub>2</sub> /passager /km)

- Tramway : 3,3
- Metro : 3,4
- RER/Transilien : 5,2
- Bus en province : 132,1
- Voitures particulières en milieu périurbain : 161,7
- Voitures particulières en milieu urbain : 206

### *La consommation d'une voiture dépend fortement de la vitesse nominale du moteur*

Plus on roule vite plus on consomme de carburant pour parcourir la même distance. Ce constat qui nous vient de la physique (puissance pour vaincre la résistance de l'air en cube de la vitesse, voir plus haut) n'est vérifié qu'au-dessus de la vitesse nominale des moteurs (vitesse pour laquelle ils sont conçus et où ils sont le plus efficaces). Les [données SETRA, CETE \(37\)](#) nous montrent que sans changer les voitures, diminuer la vitesse sur autoroute permet immédiatement une baisse importante des émissions de CO<sub>2</sub> :

### Emissions en fonction de la vitesse \_ CO2 \_ VL



### Courbes d'émissions pour les VL

Par contre, on voit que les véhicules actuels consomment plus à 30km/h qu'à 60km/h. Ceci est dû au fait que leur moteur est conçu pour fonctionner à 70 km/h. Une baisse des limitations de vitesse, pour être vraiment efficace, devra s'accompagner de la mise en circulation de véhicules à vitesse nominale plus basse (40 km/h? qui pourraient monter à 80 km/h?) et dont la consommation aux 100 km serait beaucoup plus faible.

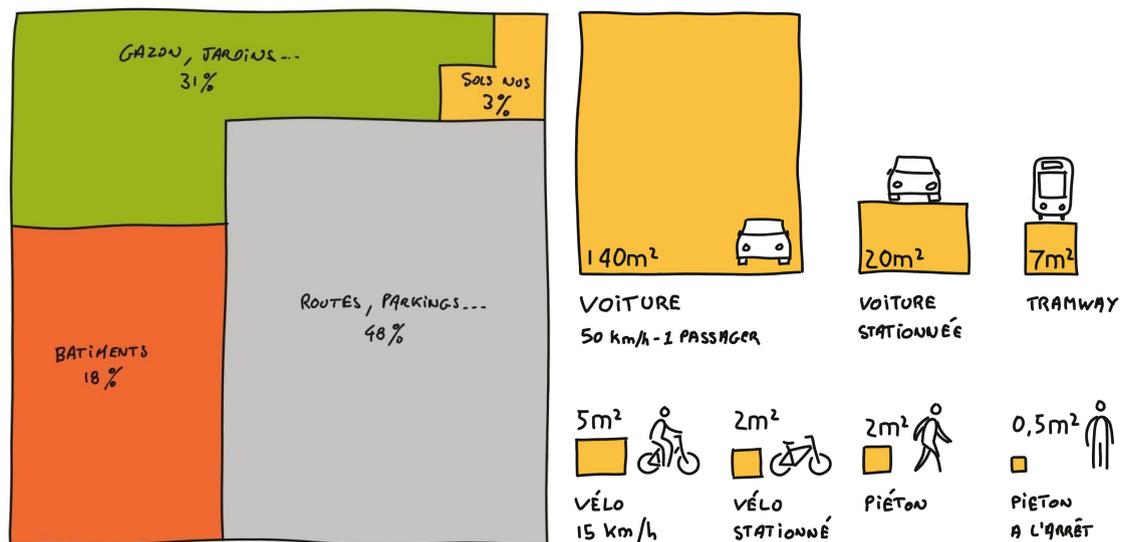
#### *La voiture en France*

Une voiture coûte plus de 5 000 € par an en moyenne, soit 10 à 12 % du budget des ménages. Pourtant, elle reste en moyenne plus de 95 % de son temps en stationnement.

Au total, le taux d'occupation des voitures particulières n'est que de 1,6 personne par véhicule. En milieu urbain, le taux d'occupation moyen par voiture est autour de 1,1 occupant et 70 % des trajets domicile-travail se font seuls en voiture. Sur longue distance ce taux augmente jusqu'à 2,1 occupant en moyenne.

La moitié des trajets font moins de 5 kilomètres. En ville, 40 % des trajets quotidiens en voiture font même moins de 3 km !

Autre aperçu de la place qu'occupe le réseau de transport, autre gros sujet sur l'artificialisation des terres et son impact sur la biodiversité (extrait du [Manifeste pour un urbanisme circulaire - Usage des sols artificialisés en France métropolitaine, données Terruti-Lucas 2014](#) et *Surface occupée par passager transporté, données KiM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis*) :



Extrait du livre "Tous consom'acteurs !": "La voiture électrique, ne pourra vraisemblablement pas remplacer la voiture thermique dans son volume actuel. 32 millions de véhicules particuliers sont immatriculés en France. Notons qu'au rythme actuel d'extraction du lithium (39 000 T/an en 2016) et du besoin de 5 kg de ce métal par véhicule (pour une autonomie de 300 à 400 km par charge pleine), il serait possible de produire mondialement 8 millions de voitures par an, en réservant tout le lithium à cet usage<sup>4</sup>. Soit 9 % des 97 millions de véhicules produits par an dans le monde.

Avec des réserves de 4 millions de tonnes de lithium techniquement et légalement exploitables au prix actuel, nous pourrions équiper en batterie tout le parc automobile existant actuel (environ 1 milliard de véhicules). Et même en considérant les « réserves base » de 11 millions de tonnes (ressource identifiée mais encore non exploitables économiquement, à la technique et au prix actuel), nous aurions de quoi renouveler 1 à 2 fois le parc mondial. Donc une solution pour 20 à 30 ans (10 ans de durée de vie pour une batterie) ... Et ensuite ? Des travaux sont en cours pour recycler le lithium, et potentiellement atteindre un taux de recyclage de 50% sur le lithium des batteries. Mais rien n'est moins sûr, et tout miser sur l'incertain apparaît plutôt suicidaire ...

Sans compter les enjeux politiques et environnementaux liés à l'extraction minière de ce métal qui est principalement concentré dans 2 pays : le Chili et la Bolivie.

De plus, aujourd'hui, il ne semble pas se dégager d'alternative au lithium pour cet usage. La voiture à hydrogène, par exemple, posant des problèmes de rendement énergétique (10 à 20 % pour l'électrolyse de l'eau) et de limite de certains métaux nécessaires (platine et platinoïdes)."

*Pour aller plus loin et sources*

- Base Carbone ADEME
- <https://www.ademe.fr/particuliers-eco-citoyens/deplacements/dossier/deplacer-autrement/pourquoi-changer-maniere-deplacer>
- <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-mobilite-10-questions.pdf>
- <https://www.transilien.com/fr/page-editoriale/le-calcul-des-emissions-de-co2>
- [https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/12/10/alternatives-a-la-voiture-nous-voyons-un-essoufflement-du-modele-actuel\\_5395372\\_3244.html](https://www.lemonde.fr/planete/article/2018/12/10/alternatives-a-la-voiture-nous-voyons-un-essoufflement-du-modele-actuel_5395372_3244.html)

<sup>4</sup> la fabrication des batteries ne représente aujourd'hui que 20% des usages, le reste étant utilisé comme additif des verres et céramiques, graisses lubrifiantes, et divers alliages ; «source : « Quel futur pour les métaux », Philippe Bihouix.

- <https://www.ademe.fr/evaluation-dun-capteur-mesure-taux-doccupation-vehicules>

#### Voiture électrique

- [https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90511\\_acv-comparative-ve-vt-r-apport.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90511_acv-comparative-ve-vt-r-apport.pdf)
- <https://www.amisdelaterre.org/actu-groupe-local/la-voiture-electrique-et-son-mythe/>
- <https://jancovici.com/transition-energetique/transports/la-voiture-electrique-est-elle-la-solution-aux-problemes-de-pollution-automobile/>

## CONSOMMATION

Carte N°C1 - 2 000 € à 5 000 € de biens neufs standards - 2 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

*Explication de la carte : La fabrication de biens requiert des étapes d'extraction et de transformation plus ou moins énergivores, et donc émettrices de GES (car mines et usines fonctionnent essentiellement aux énergies fossiles). En moyenne, on émet 2 t CO<sub>2</sub>e en achetant : 2 000 € de papiers, cartons, plastiques, 3 000 € de textiles, habits, machines et équipements, 4 000 € meubles, autres biens manufacturés, produits pharmaceutiques, 5 000 € produits informatiques ou électroniques*

*Source : données issues de la [base ADEME, Bilans GES, ratio monétaires](#)*

*Pour réduire ses émissions : Le Défi « Rien de neuf ? » de [Zéro Waste France](#)*

*Et aussi achats d'occasion, sobriété heureuse, 5R : « Refuser, Réduire, Ré-emploi, Réparer, Recycler », faire durer les objets...*

**A retenir :** la dépense de 2 000 € à 5 000 € de « biens neufs standards » entraîne l'émission de 2 t CO<sub>2</sub>e, soit l'ensemble du budget carbone soutenable pour une personne pendant un an. Ceci correspond à une dépense mensuelle de 160 € à 420 € en produits neufs.

Catégorie d'achat	Valeur	Unité	montant pour 2 TCO <sub>2</sub> <sup>e</sup>
Édition (livres, journaux, revues, etc.)	280	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	7,1 k€
Produits informatiques, électroniques et optiques	400	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	5,0 k€
Meubles et autres biens manufacturés	500	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	4,0 k€
Produits pharmaceutiques	500	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	4,0 k€
Textile et habillement	600	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	3,3 k€
Machines et équipements	700	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	2,9 k€
Papier et carton, plastiques, caoutchouc	850	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	2,4 k€
Produit minéraux (ciment, verre, etc.)	1800	kgCO <sub>2</sub> e / k€ HT	1,1 k€
<i>Données issues de la base ADEME <a href="http://www.bilans-ges.ademe.fr">www.bilans-ges.ademe.fr</a></i>			

Le respect d'un budget carbone en deçà de 2 t CO<sub>2</sub>e /pers./an implique donc de dépenser peu (moins 100 € par mois de biens neufs standards), d'acheter essentiellement d'occasion (Défi "Rien de neuf" de Zéro Waste France) et de faire durer les objets.

Carte N°C2 - Habillement - Garde robe changée au bout d'un an - 1,4 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

*Explication de la carte : Une garde robe complète typique (15 chemises, 5 jeans, 23 T-shirts, 5 polos, 9 pulls et polaires, 2 manteaux, 2 vestes, 4 robes, 4 paires de chaussures) entraîne l'émission de 1,4 t CO<sub>2</sub>e pour sa fabrication et son traitement en fin de vie.*

*Source : données issues de la base ADEME*

Savez-vous que 100 milliards de vêtements sont vendus chaque année dans le monde, **soit plus de 14 vêtements par humain** ? Leur production a doublé entre 2000 et 2014 ! À l'échelle mondiale, la demande de vêtements devrait continuer de croître pour passer de 62 millions de tonnes en 2015 (**environ 10 kg par humain**) à 102 millions de tonnes en 2030. Or, l'industrie du textile représente déjà 2 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales (mais 6 % de l'empreinte carbone d'un Français) et 4 % de la consommation d'eau douce disponible dans le monde. **Pour respecter l'accord de Paris, le cabinet « BL évolution » nous indique que nous devrions passer à 1 kg de vêtements neufs** (par an et par personne) en 2030. En revanche, aucune restriction sur les vêtements d'occasion (friperies, Emmaüs, brocantes, Leboncoin, Vinted.fr, Trocvestiaire.com, etc.).

Source : « Tous consom'acteurs », Rustica 2020

80 % des vêtements sont jetés neufs ou peu usagés en France. La grande majorité sont importés ; en plus d'émettre des émissions de GES, ils sont la cause de conditions de travail indignes. Entre 1 à 5 % du prix final d'achat d'un vêtement revient au producteur. Les vêtements sont aussi la cause de grande pollution aux particules plastique puisque l'essentiel des textiles aujourd'hui sont issus de la chimie pétrolière, et chaque lavage entraîne des particules ([microplastiques](#), nanomatériaux, métaux...) dans l'eau.

<b>Textiles, habillement et chaussures</b>				
<b>Catégorie de produit</b>	<b>Segmentation</b>	<b>Changement climatique cradle-to-grave (kg CO2-eq. / an)</b>	<b>nb/ pers</b>	<b>émission annuelle kg CO2/pers</b>
Chemise	Chemise coton	13	10	130
	Chemise viscose	12	5	60
Jean	Jean coton	25	5	125
T-shirt	T-shirt coton à usage quotidien	7	20	140
	Polo	10	5	50
	T-shirt polyester à usage sportif	6	3	18
Pull	Pull acrylique	28	2	56
	Polaire en polyester recyclé	26	2	52
	Sweat en coton	31	2	62
	Pull en laine	56	3	168
Manteau	Manteau (composition moyenne)	89	2	178
	Veste imper-respirante (anorak)	39	1	39
	Veste simili cuir	25	1	25
Robe	Robe en polyester	56	2	112
	Robe en coton	56	2	112
Chaussures	Chaussures cuir	15	2	30
	Chaussures tissu	19	1	19
	Chaussures de sport	20	1	20
				<b>1396</b>

Données issues de la base ADEME [www.bilans-ges.ademe.fr](http://www.bilans-ges.ademe.fr)

Carte N°C3 - Habillement - Garde-robe changée au bout de 2 ans - 0,7 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

*Explication de la carte : une garde-robe complète typique (15 chemises, 5 jeans, 23 T-shirts, 5 polos, 9 pulls et polaires, 2 manteaux, 2 vestes, 4 robes, 4 paires de chaussures) entraîne l'émission de 1,4 t CO<sub>2</sub>e pour sa fabrication et son traitement en fin de vie.*

*Source : données issues de la base ADEME*

Carte N°C4 - Habillement - Garde-robe changée au bout de 10 ans - 0,14 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

*Explication de la carte : une garde-robe complète typique (15 chemises, 5 jeans, 23 T-shirts, 5 polos, 9 pulls et polaires, 2 manteaux 2 vestes, 4 robes, 4 paires de chaussures) entraîne l'émission de 1,4 t CO<sub>2</sub>e pour sa fabrication et son traitement en fin de vie.*

*Source : données issues de la base ADEME*

Carte N°C5 - Numérique - usage intensif - 0,7 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

*Explication de la carte :*

*Avertissement : les études sont peu nombreuses sur les émissions des usages du numérique. Les valeurs avancées ne sont pas toutes cohérentes entre elles. Les ordres de grandeur ci-dessous doivent donc être maniés avec précaution, bien qu'ils soient issus des meilleurs professionnels du secteur.*

*Usage intensif : 50 mails par jour + 3h de vidéo par jour = 2 x 340 kg CO<sub>2</sub>e/an = 0,7 t CO<sub>2</sub>e*

*Usage sobre : 25 mails par semaine + 1h de vidéo par semaine = 40 kg de CO<sub>2</sub>e (trait de 4 mm de large sur cette carte).*

*Sources : The Shift Project, rapports « Pour une sobriété numérique » et « Climat l'insoutenable usage de la vidéo en ligne » et ADEME, étude de Bio Intelligence Service « Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique », 2011*

**A retenir :** un récent rapport de TheShiftProject indique qu'en 2017, l'usage d'Internet est la cause de 3,6 % des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (autant que l'aviation). Mais cette activité connaît une croissance telle que, sans politique volontariste, les émissions liées à l'usage du numérique pourraient doubler et représenter près de 9 % des émissions mondiales en 2025.

**50 mails par jour**, 365 jours par an (professionnels et personnels, en comptant les envois à plusieurs destinataire, par ex 10 mails avec 5 destinataires) : 340 kg CO<sub>2</sub>e/an (source : étude de Bio Intelligence Service « Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique », 2011).

Démonstration : une entreprise française de 100 personnes, dont le personnel envoie en moyenne 33 mails par jour (dont la taille est en moyenne de 1 Mo) et sur la base de 220 jours ouvrés par an :

136 Kg CO<sub>2</sub>e / an / employé.

Ce qui donne :  $136 / (33 * 220) * (50 * 365) = 340 \text{ kg CO}_2\text{e}$

### Une forte incertitude

Remarquons que cette valeur est très différente de celle avancée par le Shift Project, qui pour 50 mails par jour tous les jours de l'année, donnerait 10 kg CO<sub>2</sub>e, soit environ 35 fois moins que l'étude de Bio intelligence service. A l'inverse le rapport du CGDD [Les chiffres clés du climat, France Europe et monde Edition 2020](#), indique en annexe : 1 mail avec pièce jointe : 35 g CO<sub>2</sub>e. Ceci correspond à l'émission de 640 kg CO<sub>2</sub>e pour 50 mail par jours tous les jours de l'année. Il y a donc un facteur 70 d'incertitude entre les données gouvernementales et celles du Shift Project.

La valeur avancée par Bio intelligence service étant médiane entre celle du CGDD et celle du Shift Project, c'est celle que nous retenons. Ceci est d'autant plus justifié que l'étude de Bio Intelligence Service est largement centrée sur la question du mail, alors que celle du Shift se focalise essentiellement sur la vidéo. Il faut néanmoins être très prudent avec ces valeurs qui démontrent avant tout un besoin d'études plus précises sur la question des usages numériques.

L'usage des données de Bio Intelligence Service pour les mails et de celle du Shift pour les vidéos semblerait indiquer que l'envoi de 50 mails (50 Mo de données) entraîne les mêmes émissions que le visionnage de 3h de vidéo (3 000 Mo de données). Ceci semble étonnant et peu vraisemblable et renvoie une fois de plus au manque de données et d'études comparatives des usages du numérique.

Il serait important que l'Etat lance le plus vite possible un ensemble d'études permettant d'avoir une vision plus précise des impacts du numérique. La mise en cohérence des données parcellaires actuelles et l'évaluation de l'impact des réseaux sociaux sont des priorités. Il reste que les données actuelles suffisent pour affirmer que le numérique tel qu'il fonctionne actuellement n'est pas compatible avec nos objectifs climatiques et que son développement très rapide augmente chaque année cette contradiction.

**A retenir** : malgré le manque de données précises sur les émissions liées à nos usages massifs d'internet, une chose est sûre : la "dématérialisation" est une illusion et nos usages numériques ont un impact climatique et doivent être ré-interrogés et revus pour bâtir une "sobriété numérique".

**3h de vidéo par jour**, 365 jours par an : 340 kg CO<sub>2</sub>e (sources : The Shift Project, rapports « Pour une sobriété numérique » et « Climat l'insoutenable usage de la vidéo en ligne » et ADEME).

Démonstration : l'action « Regarder une vidéo en ligne » est caractérisée comme suit :

- Temps d'utilisation du terminal associé : 10 minutes ;
- Taille des données transmises (vidéo de qualité 1080p) : 170 Mo ;
- Energie consommée : 100 Wh.

Facteur d'émission électricité (moyenne mondiale) : 0,519 kg CO<sub>2</sub>e /kWh (cette moyenne mondiale se justifie même pour l'internaute français qui sollicite en permanence des serveurs qui se trouvent un peu partout dans le monde).

Ce qui donne  $100\text{W} * 6 * 3\text{h} * 365 \text{ j} / 1000 * 0,519 \text{ kg CO}_2\text{e} / \text{kWh} = 340 \text{ kg CO}_2\text{e}$  pour 3h de vidéos par jour toute l'année.

**De plus, l'impact énergétique du visionnage de la vidéo est environ 1 500 fois plus grand que la simple consommation électrique du smartphone lui-même.**

A l'inverse, un **usage très sobre du numérique**, par exemple **l'envoi de 25 mails par semaine et le visionnage d'1h de vidéo par semaine** entraînerait l'émission de 40 kg de CO<sub>2</sub>e (avec les mêmes hypothèses que ci-dessus), qui se traduirait dans ce kit par une carte de 4 mm de large.

### Le numérique : un réseau bien matériel et une consommation en très forte hausse

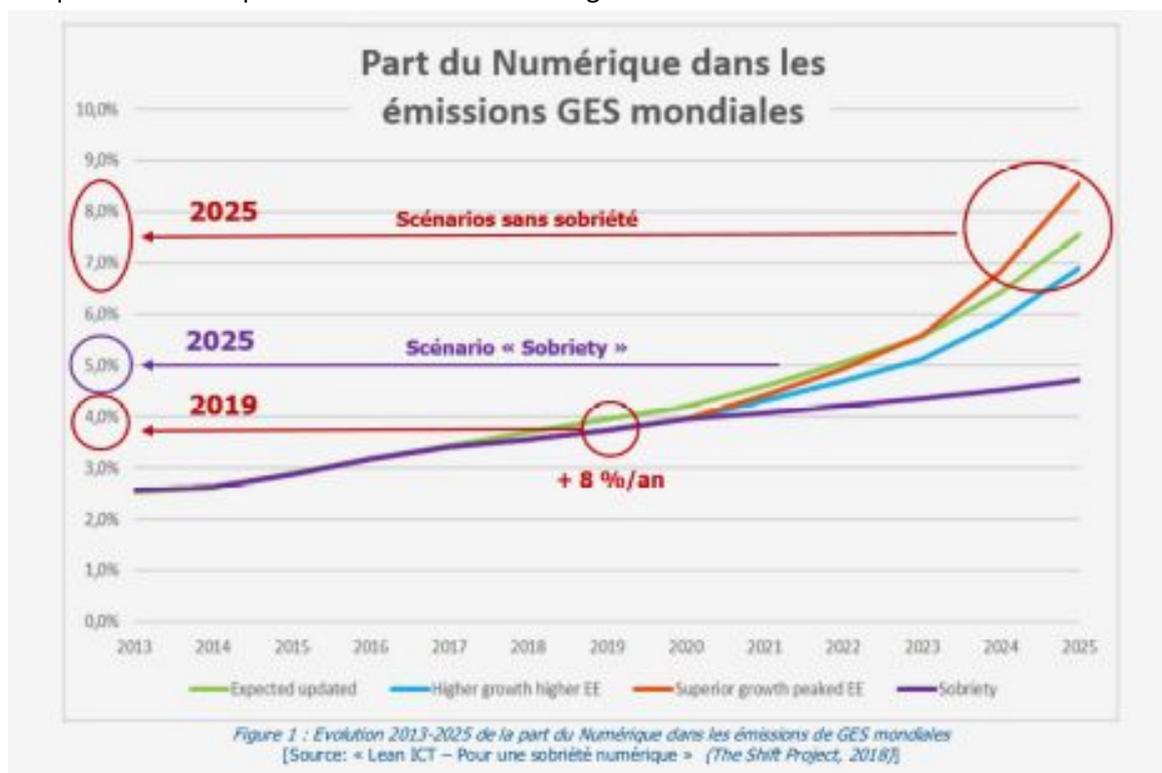
En 2018, le numérique était responsable de 4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et la forte augmentation des usages [laisse présager un doublement de cette empreinte carbone d'ici à 2025](#)<sup>5</sup>.

[Une box Internet consomme autant qu'un réfrigérateur](#). Sa consommation totale sur un an, se situe entre 150 et 300 kWh<sup>6</sup>.

En 2018, le visionnage de vidéo en ligne a émis 300 Mt CO<sub>2</sub>e soit 1 % des émissions mondiales.

Les vidéos pornographiques constituent 27 % des flux vidéo en ligne.

[10 h de film en streaming en Haute-Définition, c'est plus de données que l'intégrale des textes de wikipédia en anglais](#)<sup>7</sup>. En 2018 et en moyenne, un habitant aux Etats-Unis possède près de 10 périphériques numériques connectés et consomme environ 140 Gigaoctets de données par mois, alors qu'un Indien en possède 1 et consomme 2 Gigaoctets.



<sup>5</sup> <https://theshiftproject.org/article/pour-une-sobriété-numérique-rapport-shift>

<sup>6</sup> Source ADEME Guide pratique « La face cachée du numérique »

<sup>7</sup> Source The Shift Project « Climat l'insoutenable usage de la vidéo en ligne »

Carte N°C6 - Numérique - Équipements numériques et électroniques nombreux, changés tous les 2 à 5 ans - 0,5 t CO <sub>2</sub> e	Consommation

Explication de la carte : **haut niveau d'équipement, renouvellement rapide** (13 appareils par personne, changés après 2 à 5 ans) = 0,5 t CO<sub>2</sub>e/an.

**Niveau d'équipement sobre renouvelé tous les 10 ans** (3,5 appareils par personne) = 40 kg CO<sub>2</sub>e/an (soit une carte de 4 mm de large dans ce kit, comme l'indique le trait en bas à gauche du recto de cette carte).

Source : données issues de la base ADEME

Un **haut niveau d'équipement, avec un renouvellement rapide** (13 appareils par personne, changés après 2 à 5 ans) entraîne l'émission de **0,5 t CO<sub>2</sub>e/an**.

- amortis sur 5 ans : un TV grand écran, une chaîne HI-FI, une box internet, un appareil photo, une imprimante et un home cinéma.
- amortis sur 2 ans : un ordinateur portable, une tablette (Ipad), un smartphone haut de gamme, une liseuse rétro-éclairée, une console vidéo de salon, une montre connectée, un cadre photo électronique.

La production et la fin de vie de tous ces appareils émet environ 1,7 t CO<sub>2</sub>e. Leur amortissement sur 2 à 5 ans aboutit à des émissions annuelles d'environ 0,5 t CO<sub>2</sub>e dues à la simple fabrication des équipements (sans compter leurs usages).

A l'inverse **un niveau d'équipement sobre** (3,5 appareils par personne) en partageant les appareils à plusieurs (familles) ou en s'équipant moins, **en faisant durer 10 ans** tous les équipements, entraînerait l'émission de 40 kg CO<sub>2</sub>e/an.

**Calcul haut niveau d'équipement, renouvellement rapide :**

Catégorie de produit	Segmentation	Changement climatique cradle-to-grave (kg CO2-eq. / produit)	durée d'utilisation supposée	nb/pers	kgCO2/pers/ar
Télévision	>49 pouces	568	5	1	113,6
Chaîne HiFi	Stéréo classique	136	5	1	27
Modem	Fibre haut débit	115	5	1	23
Imprimante	Multi fonction jet d'encre	95	5	1	19
Appareil photo	Reflex numérique	28	5	1	6
Home cinéma	Home cinéma	153	5	1	31
Ordinateur portable	Ordinateur portable	169	2	1	84,5
Tablette	Ipad	150	2	1	75
Smartphone	The shift	60	2	1	30
liseuse	Rétro-éclairée	44	2	1	22
Console vidéo	de salon	102	2	1	51
Montre connectée		10	2	1	5
Cadre photo électronique		39	2	1	19,5
		<b>1669</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>506,6</b>

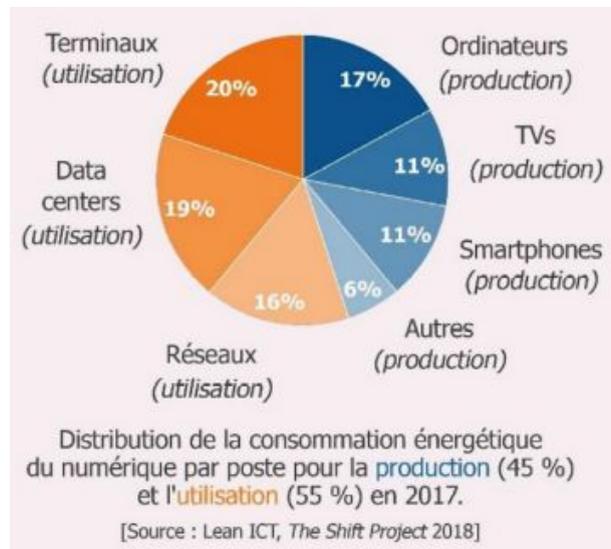
Données issues de la base ADEME et The Shift Project, rapport « Pour une sobriété numérique »

*Calcul niveau d'équipement sobre renouvelé tous les 10 ans :*

Catégorie de produit	Segmentation	Changement climatique cradle-to-grave (kg CO2-eq. / produit)	durée d'utilisation supposée	nb/pers	kgCO2/pers/ar
Télévision	40-49 pouces	422	10	0,25	10,55
Ordinateur portable	Ordinateur portable	169	10	1	16,9
Tablette	Classique (9 à 11 pouces)	70	10	0,25	1,75
Smartphone	5 pouces	32	10	1	3,2
Chaîne HiFi	Stéréo classique	136	10	0,25	3,4
Modem	Fibre haut débit	115	10	0,25	2,875
Imprimante	Multi fonction jet d'encre	95	10	0,5	4,75
		<b>1039</b>	<b>10</b>	<b>3,5</b>	<b>43,425</b>

Données issues de la base ADEME

La phase de production des équipements occupe une part très significative, environ 45 % en 2020, dans l’empreinte énergétique totale du numérique, ainsi que dans les émissions de GES qui en découlent.



Données repères :

Europe de l’ouest : 5 périphériques/pers. en 2016, 34 GB /mois/pers, 486 kg CO<sub>2</sub>e.

Source : The Shift Project - rapport « Pour une sobriété numérique »

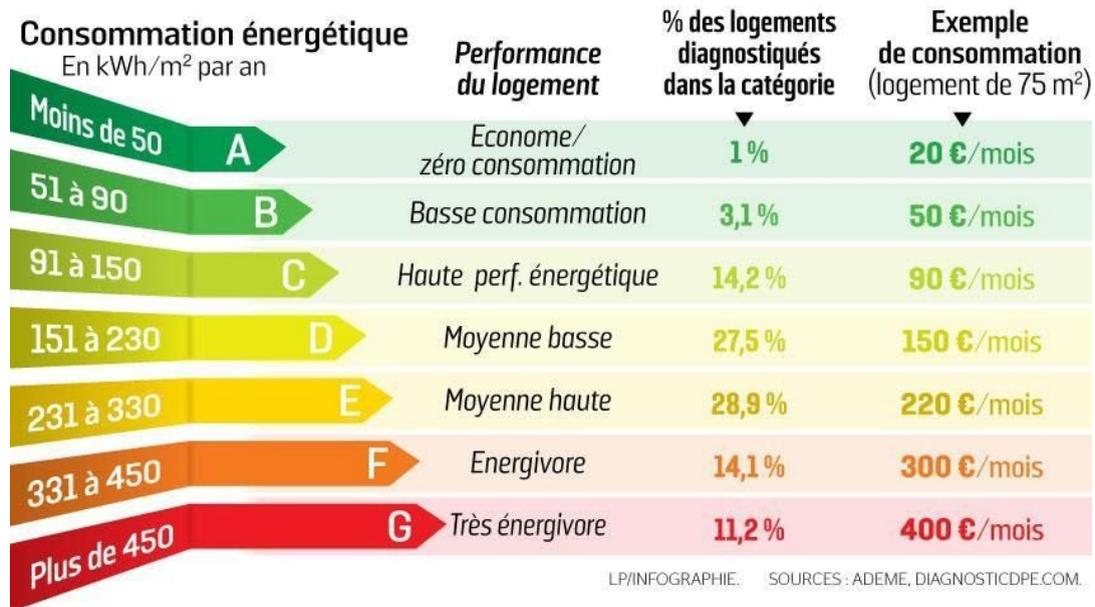
La fabrication des smartphones pose également problème d’un point de vue social et éthique. L’extraction des « minerais de sang » (étain, tantale, tungstène et or) conduit à alimenter des conflits armés aux dépens des populations locales.

Selon l’UNICEF, plus de 40 000 enfants travaillent dans les mines du sud de la République Démocratique du Congo, dont beaucoup dans des mines de cobalt et de coltan, minerais stratégiques que l’on retrouve dans les batteries et les condensateurs des smartphones.

Source : [ADEME : Guide pratique « Les impacts du smartphone »](#)

## LOGEMENT

# Le diagnostic de performance énergétique



Typologie des logements selon le diagnostic de performance énergétique. Tiré du [Parisien](#).

Carte N°L1 - Chauffer un logement mal isolé - Classe E - 2 t CO <sub>2</sub> e	Logement

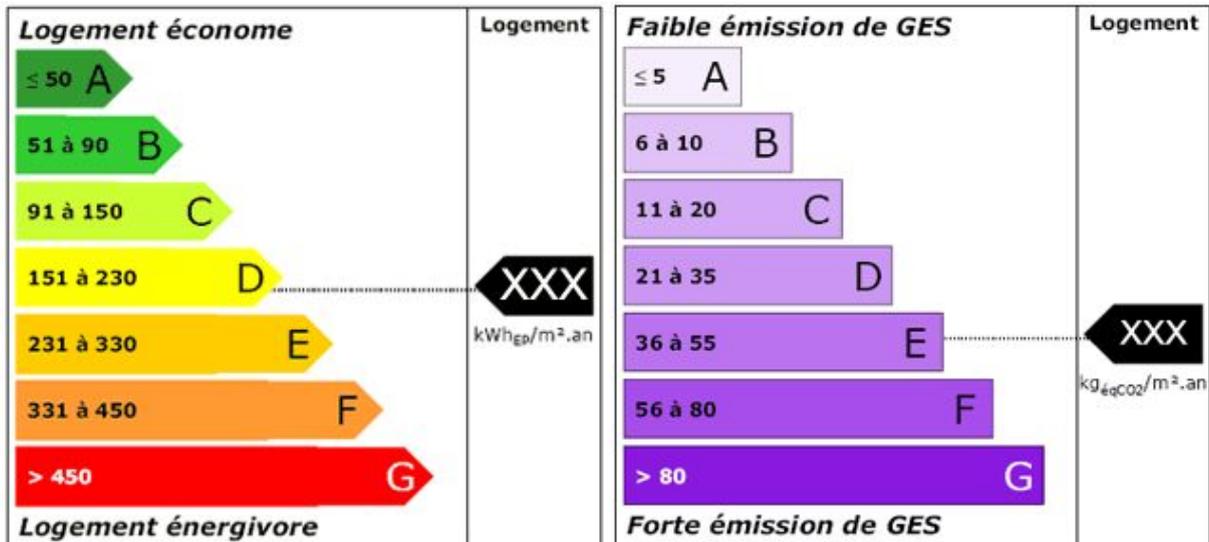
Explication de la carte : émissions annuelles générées par les consommations énergétiques (chauffage, eau chaude sanitaire, électricité) d'un logement.

Classe E = 230 à 330 kWh/m<sup>2</sup>/an et 36 et 55 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/an : 2 t CO<sub>2</sub>e (pour 1 pers. ou 40m<sup>2</sup>).

C'est un logement mal isolé, chauffé par 900 m<sup>3</sup> de gaz naturel ou 600 L de fioul domestique (pour 1 pers. ou 40m<sup>2</sup>).

Température standard = 19°C la journée, 16°C la nuit.

1°C (en plus ou moins) fait varier la consommation énergétique (et donc les émissions) d'environ 7%.



Les logements de classe E émettent entre 36 et 55 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/an. Ils sont caractérisés par un manque (pas ou peu) d'isolation, et des moyens de chauffage fossiles (fioul, gaz) peu efficaces. Peu nombreux dans la construction neuve, ils représentent toutefois une part importante des logements anciens (construits avant 2000).

Les températures standard sont de 19°C la journée et 16°C la nuit. On considère qu'1°C (en plus ou moins) fait varier la consommation énergétique (et donc les émissions) d'environ 7 %.

Source : <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-des-logements>

Carte N°L2 - Chauffer un logement moyennement isolé - Classe C - 0,8 t CO <sub>2</sub> e	Logement

Explication de la carte :

Classe C (bonne performance) – 40m<sup>2</sup> chauffage + eau chaude sanitaire + électricité

Classe C = 91 à 150 kWh/m<sup>2</sup>/an et 11 à 20 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/an :

Un logement moyennement isolé chauffé par 360 m<sup>3</sup> de gaz ou 250 L de fioul pour 40 m<sup>2</sup>.

Température standard = 19°C la journée, 16°C la nuit. 1°C (en plus ou moins) fait varier les émissions d'environ 7%.

Les logements de classe C émettent entre 11 et 20 kg CO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup>/an. Ils sont caractérisés par une bonne isolation (a minima sol et plafond et double vitrage), et des moyens de chauffage et eau chaude gaz, renouvelables et/ou électriques. Il s'agit généralement du standard en construction neuve.

Les températures standard sont de 19°C la journée et 16°C la nuit. On considère qu'1°C (en plus ou moins) fait varier la consommation énergétique (et donc les émissions) d'environ 7 %.

Source : <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-des-logements>

Carte N°L3 - Chauffer logement très bien isolé - Classe A - 0,2 t CO <sub>2</sub> e	Logement

Explication de la carte :

Logement classe A : <50kWh/m<sup>2</sup>/an, forte isolation (15 à 30 cm sur les murs, 30 à 40 cm en toiture), de préférence par l'extérieur. Chauffage au bois, pompe à chaleur ou solaire thermique.

Les logements de classe A émettent moins de 5 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/an. Ils consomment moins de 50 kWh /m<sup>2</sup>/an, ce qui correspond au label BBC (Bâtiment Basse Consommation).

Ils sont caractérisés par une conception bioclimatique, une épaisse isolation (niveaux repères pour les parois des bâtiments basse consommation : 15 à 30 cm pour le murs, 30 à 40 cm en toiture, Source : Effinergie), une parfaite étanchéité à l'air, et des moyens de chauffage renouvelables et/ou électriques. Ils représentent une part de plus en plus importante des logements neufs.

### Enjeu essentiel : rénovation thermique des bâtiments existants

Le cabinet [B&L Evolution](#) affirme que pour tenir nos engagements climatiques il nous faudrait "créer 50 000 emplois par an pendant 10 ans dans le secteur de la rénovation et passer de 200 000 rénovations [pas toute suffisamment performantes] à 1 000 000 de rénovations par an d'ici 2027 puis maintenir ce taux".

### Isolation et confort d'été

Une rénovation thermique efficace réduit considérablement les besoins de chauffage en hiver, tout en maintenant le confort d'été, sans besoin d'installer une climatisation (énergivore et émissive). La performance d'hiver implique de fortement isoler les parois (15 à 30 cm sur les murs, 30 à 40 cm en toiture). En ITE (isolation thermique par l'extérieur) toute la masse de la structure du bâtiment (murs, dalle...) sont à l'intérieur de l'isolation et constitue une forte inertie thermique (il faut chauffer toute cette masse avant que l'air intérieur ne monte en température, c'est ce qui permet le confort d'été). Le cabinet [Enertech explique que l'inertie thermique et la ventilation nocturne sont les bases du confort d'été](#) et précise : "Dans les bâtiments à très basse consommation, les solutions à très faible inertie conduiront presque toujours (sauf en altitude) à de mauvaises conditions de confort en été." En isolation par l'intérieur, l'inertie thermique est très faible ce qui mène à des surchauffes estivales et à l'installation d'appareils de climatisation. Il s'agit d'un enjeu majeur car actuellement l'usage des climatiseurs augmente rapidement et grossit les émissions de GES. "Un rapport publié mardi 15 mai 2018 par l'Agence internationale de l'énergie, assure qu'à moins d'un changement radical de trajectoire, [les émissions de dioxyde de carbone liées à la climatisation devraient presque doubler entre 2016 et 2050](#). Par comparaison, c'est comme si on ajoutait les émissions de CO<sub>2</sub> de l'Afrique, soit environ près d'un milliard de tonnes de CO<sub>2</sub> par an, aux émissions de CO<sub>2</sub> du reste de la planète. Et dans les villes, l'effet réchauffant des climatiseurs se fait d'autant plus ressentir". [Les consommations énergétiques des climatisations pourraient dépasser les consommations de chauffage d'ici 2050](#). De plus les climatisations contiennent des gaz frigorigènes (qui fuient toujours un peu durant la période de fonctionnement et bien plus en fin de vie) dont la plupart sont de [très puissants gaz à effet de serre et ceux qui pourraient les remplacer semblent toxiques](#). Il serait tragique que les efforts de rénovation des bâtiments mènent à une augmentation de ce problème. C'est pourtant un risque important avec les isolations thermiques par l'intérieur. Il est donc important d'opter pour l'ITE à chaque fois que c'est possible et de prendre en compte les question de

confort d'été (apports solaires, vitrages, occultation, ventilation nocturne, inertie...) lors de la conception de la rénovation. Vu l'immense besoin de rénovation et la complexité des travaux, il serait pertinent d'envisager une mise à l'arrêt des constructions neuves pour mettre tous les savoir-faire disponibles à rénover les bâtiments existants.

Le niveau de performance basse consommation est rarement atteint en rénovation. D'après Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey dans *L'isolation thermique écologique*, c'est pourtant parfaitement faisable par isolation thermique par l'extérieur dont ils listent les avantages :

- [très forte réduction des ponts thermiques](#) ;
- réduction des risques de condensation ;
- pas de perte de surface habitable ;
- inertie des murs pour le confort d'été.

L'isolation thermique par l'extérieur est donc généralement nettement plus performante que l'isolation par l'intérieur. En rénovation elle a l'avantage d'être aisément réalisée "en site occupé" : on peut continuer à utiliser le bâtiment pendant le chantier, ce qui est un gros avantage. Il y a cependant quelques cas où elle est contre-indiquée :

- remontée capillaire d'humidité dans les murs ;
- usages ponctuels du bâtiment en hiver.

Par contre, l'argument "patrimonial" est souvent utilisé à tort. Une part des façades que l'on souhaite conserver visibles sont de la décoration (cas de nombreuses façades "haussmanniennes" en Ile de France, où un parement de plâtre imite la pierre de taille et ses joints). Les vieilles pierres sont belles, et il est tout à fait possible de rendre visibles en intérieur lors d'une isolation thermique par l'extérieur. L'habitude qui fait qu'on valorise les vieilles pierres en façade extérieure mais qu'on considère normal leur masquage en intérieur mérite d'être inversée. C'est une convention culturelle (historique ou arbitraire selon le point de vue) qui va à l'encontre de l'efficacité thermique et de la nécessaire réduction de nos émissions.

Ces rénovations thermiques haute performance doivent être réalisées en tenant compte de la conception du bâtiment, des contraintes architecturales, de l'emplacement, etc. Cela nécessite un investissement qui peut être non négligeable, mais les économies d'énergie réalisées, et les aides disponibles, encouragent de plus en plus ce type de démarche.

**« Si l'on veut répondre au défi du « facteur 4 » [engagement de la France de diviser ses émissions par 4 avant 2050, remplacé par le « facteur 6 » en 2019], il faut que l'ensemble du patrimoine bâti atteigne les performances de la basse consommation d'ici 2050 »** d'après Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey dans *L'isolation thermique écologique*.

Cet objectif est formulé dans la SNBC : « le scénario suppose également qu'une grande majorité du parc de bâtiments [...] est rénovée afin d'atteindre l'objectif d'un parc 100 % BBC (Bâtiments Basse Consommation) en moyenne en 2050. »

### **Se chauffer sans émettre de CO<sub>2</sub> ?**

→ Chauffage au bois (haut rendement), biomasse, pompe à chaleur, solaire thermique, géothermie.

**Le chauffage électrique : inefficace**

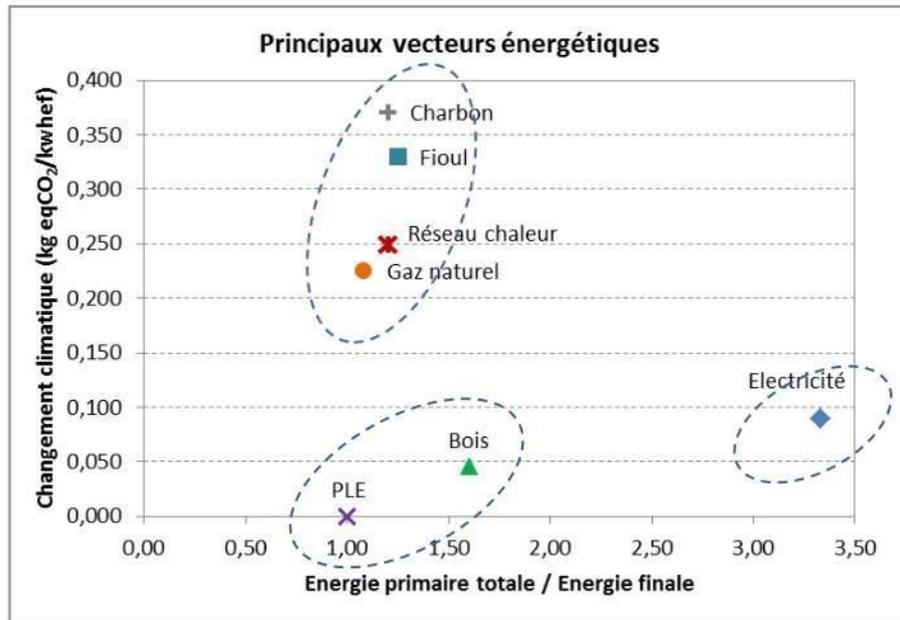


Figure 91 : Valeurs des ratios énergie primaire totale/énergie finale et des indicateurs changement climatique selon les principaux vecteurs énergétiques (source : ELODIE)

Dans un contexte de réduction de la demande énergétique, le chauffage électrique (notamment par convecteur), bien que faiblement carboné (car issu des centrales nucléaires), n'est pas "la solution idéale" pour le chauffage en raison de [son très mauvais rapport entre énergie primaire et énergie finale](#) (dans le cas d'une centrale à gaz, chauffer un bâtiment à l'électricité serait 4 fois plus émissif qu'un chauffage au gaz) ainsi que des risques et pollutions liés à l'industrie nucléaire (voir explication dans la carte [N°T6 Voiture électrique moyen de gamme](#)).

Cette inefficacité du chauffage électrique est directement issue des lois de la thermodynamique. La chaleur est une énergie de très haute entropie (transformable en mouvement avec un très mauvais rendement : un tiers au mieux). A l'inverse l'électricité est une énergie de basse entropie (transformable en mouvement avec un rendement de 99%). Par conséquent, utiliser de la chaleur (issue du gaz, du charbon ou de l'uranium) pour chauffer de l'eau qui mettra en mouvement une turbine qui produit de l'électricité pour chauffer la résistance d'un radiateur électrique a nécessairement un très mauvais rendement. C'est du gaspillage. L'électricité est une énergie "de luxe" (i.e. de basse entropie) et doit être réservée aux usages où elle n'est pas substituable : informatique, éclairage, motorisation. Ces considérations, en apparence techniques, sont essentielles pour atteindre nos objectifs de rénovations de bâtiments et de réduction des GES associée. En effet le [contexte législatif actuel favorise de manière disproportionnée le chauffage électrique et met à mal les objectifs de réduction de consommation](#). Olivier Sidler dénonce la récente modification de la comptabilité énergétique du chauffage électrique : cela va « faire passer en B des logements aujourd'hui chauffés à l'électricité et classés D [sans aucun changement réel], ce qui constitue une immense tromperie vis-à-vis des consommateurs», et risque de ralentir l'effort de rénovation qu'il faudrait pourtant démultiplier.

Par contre, l'utilisation d'électricité pour faire fonctionner des pompes à chaleur (les sols-air étant bien plus performantes que les air-air pourtant fréquemment installées) et des installations solaires thermiques fait partie d'un mix de solutions de chauffage. La première priorité étant la réduction du besoin (du chauffage et de climatisation) par l'isolation, l'inertie et le bioclimatisme des bâtiments rénovés. Le chauffage au bois est une solution intéressante à condition d'utiliser des poêles à haut

rendement (plus de 80% : combustion complète, pas de particules fines, la fumée est transparente ; supprimer les foyers ouverts polluants et inefficaces) des centrales à biomasse ou des unités de cogénération collective à partir de biomasse sont aussi des solutions intéressantes, de même que la géothermie là où le gisement est exploitable.

Sources :

- [Capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance. Analyse statistique, CSTB 2013](#) ;
- <https://data.ademe.fr/datasets/dpe-des-logements> ;
- *L'isolation thermique écologique*. Jean-Pierre Oliva, Samuel Courgey, Terre Vivante, 2011.

Carte N°L4 - Construction neuve en béton ou parpaing (40 m <sup>2</sup> /pers) - 30 ans - 0,8 t CO <sub>2</sub> e	Logement

*Explication de la carte : construction neuve en béton ou parpaing : 40 m<sup>2</sup>/pers, 600 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> : la construction émet donc : 24 t CO<sub>2</sub>e ce qui, amorti sur 30 ans donne 0,8 t CO<sub>2</sub>e/an. Les traits bleus situés en bas à gauche de la carte, à la moitié et au dixième de la largeur, permettent de simuler un amortissement sur 60 ans et sur 300 ans (peu vraisemblable vu le vieillissement des bétons). A l'inverse une rénovation thermique en matériaux bio sourcés (bois, chènevotte, ouate de cellulose, paille, chanvre...) n'est quasiment pas émissive voire séquestre du carbone. Une maison éco-construite « bois, paille, pierre, terre » émet 144 kg /m<sup>2</sup>.*

**Les études publiant le bilan carbone de constructions neuves sont quasi introuvables** (bien qu'existantes), ce qui est troublant vu l'enjeu : « La construction des bâtiments représente 6,5 % des émissions directes mondiales, soit 3,2 Gt CO<sub>2</sub>e. »

Nous tentons une estimation dans ce contexte de manque de données disponibles et de manque de cohérence en comparant quelques sources.

En effet, [l'ADEME dans sa base Bilan GES](#), donne les facteurs d'émissions suivant :

- Maisons individuelles : 425 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>
- Immeubles de logements collectifs : 525 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>

Source : rapport « [capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance. Analyse statistique. Action 22](#) » d'octobre 2013.

Par ailleurs, [l'association BBKA](#), en se référant à la même étude indique : « Actuellement, pour un bâtiment neuf, 1 m<sup>2</sup> construit génère environ 1,5 tonne de CO<sub>2</sub> émise (source HQE Performance). L'objectif de l'association BBKA est une division par 2 des émissions de CO<sub>2</sub> pour atteindre 750 kg d'émissions de CO<sub>2</sub> par m<sup>2</sup> construit. » <https://www.batimentbas carbone.org/>. Et SINTEO reprend ce chiffre dans son [Livre blanc de la construction bas carbone](#). On a donc un facteur 3 d'incertitude sur le facteur d'émissions de la construction neuve. Ce qui rend possible une situation étrange où ces acteurs de la « construction bas carbone » présentent comme un but ambitieux de réaliser des chantiers 1,5 fois plus émissifs que les valeurs moyennes indiquées par l'ADEME...

Il reste que les valeurs données par l'ADEME sont très imprécises, en effet elles moyennent les émissions de différents types de construction (béton, métal, bois...).

En remontant au rapport [capitalisation des résultats de l'expérimentation HQE Performance. Analyse statistique. Action 22](#), on trouve la description des échantillons ayant permis d'établir les moyennes ADEME :

Maison individuelle (22)

- 8 bâtiments construits en brique terre-cuite et terre-cuite alvéolée
- 4 bâtiments construits en blocs béton (parpaings)
- 3 bâtiments de structure bois
- 3 bâtiments construits en béton cellulaire
- 2 bâtiments de structure acier
- 1 bâtiment de structure mixte bois/béton
- 1 bâtiment a un autre mode constructif

Immeubles collectifs (17)

- 11 bâtiments construits en béton voile porteur
- 3 bâtiments construits en brique terre cuite et terre cuite alvéolée
- 1 bâtiment construit en blocs béton (parpaings)
- 2 bâtiments ont un autre mode constructif

Les valeurs plus basses des maisons individuelles sont liées à la présence de maison bois (émissions très basses en raison de la séquestration carbone) et acier (émissions 2 à 3 fois inférieures aux constructions béton, selon l'ADEME) dans l'échantillon. On se tournera donc vers les valeurs données pour les immeubles collectifs. Le béton étant un des matériaux les plus émissifs, on retiendra le haut de la fourchette mentionnée par l'ADEME : « 50 % des valeurs sont comprises entre 425 et 600 kg CO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup> Shon ».

Par ce raisonnement, **nous retiendrons pour la construction neuve béton et parpaing (maison ou immeuble) l'ordre de grandeur de 600 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.**

Ce résultat est cohérent avec les valeurs données par l'ADEME pour d'autres constructions béton.

## INFLUENCE

Les cartes influence ne sont pas chiffrées en CO<sub>2</sub>e car il est très difficile d'évaluer leur impact réel. Ceci nous renvoie à la réalité de base : avec une atmosphère en commun, nous nous en tirons tous ensemble ou subissons tous le désastre. Le changement climatique ne fera pas la part des responsabilités de chacun.

Ces cartes influence sont la raison d'être de Résistance Climatique. Nous sommes collectivement en train de perdre cette bataille essentielle. Mais il n'y a aucune raison de se résigner ou de baisser les bras : tant que le budget carbone +2°C n'est pas épuisé, nous avons une chance de maintenir des conditions viables sur cette planète. Même si les chances sont infimes, le jeu en vaut la chandelle ! Notre mouvement a pour but d'accélérer le changement, de pulvériser la norme sociale actuelle pour rendre possible et désirable une forte baisse des émissions avant 2025 pour tenir le budget carbone +2°C (voire +1,5°C). Nous avons publié [notre stratégie pour transformer le présent absurde et destructeur en une victoire climatique collective](#).

Résistance Climatique allie la cohérence personnelle dans l'action collective. [Le quatrième engagement des Résistants Climatiques consiste à faire pression sur l'Etat et les entreprises](#) pour

qu'ils respectent l'accord de Paris. Sans une pression populaire massive, cette pression a peu de chance d'aboutir. Il est donc tout aussi essentiel d'influencer nos amis, nos familles, nos collègues, et nous-mêmes pour sortir de la norme consumériste-productiviste et **inventer nos vies bas carbone**.

## **ACTIONS QUI N'ÉMETTENT PAS DE GES**

C'est là notre principale source d'espoir : ce qui nous rend vraiment heureux n'émet pas de CO<sub>2</sub> ! Il nous faut renoncer à beaucoup de choses (voiture, avion, streaming massif, viande, consommation...) mais ces renoncements sont peu de choses si nous pouvons chaque jour avoir un peu plus confiance en l'autre, trouver plus de sens dans notre métier, plus d'estime mutuelle dans les relations avec nos collègues, plus de bienveillance, plus de créativité, plus de soutien. C'est là qu'est le véritable progrès : être plus humain. La possibilité nous est offerte de nous améliorer nous même, de faire du bien aux autres et au Vivant dans son ensemble, n'est-il pas plus enthousiasmant que le pouvoir d'acheter ?

Nous rejoignons le slogan : "Moins de biens, plus de liens !"

**Inventer nos vies bas carbone**, c'est l'occasion de prendre en main nos existences pour une meilleure qualité de vie !

Alors chantons, dessinons, rêvons, prenons le temps, donnons confiance, sourions, jouons avec les enfants, rénovons nos maisons, cultivons, regardons les étoiles, naviguons sur des voiliers, voyageons à pied, à cheval ou en vélo, faisons du sport, observons la nature, nageons dans les rivières, dormons, les lacs et la mer, racontons des histoires, lisons, discutons, apprenons, rêvons, aimons, vivons...

Tout ceci peut croître à l'infini.