

Beste de savoir

L'énergie et la pollution en France

23 juillet 2019

Table des matières

1.	Consommation d'énergie par secteur	2
1.1.	Les secteurs	2
1.2.	Unités de l'énergie	2
1.3.	Consommation de l'énergie	3
2.	Émission de gaz à effet de serre par secteur	4
2.1.	Émissions	4
2.2.	Consommation d'énergie et émissions	5
3.	Évolution et objectifs	6
4.	Étude de cas : les transports	7
5.	Étude de cas : production de chaleur	8
6.	Allons plus loin : autres pollutions	10
7.	Allons plus loin : l'empreinte carbone	11

Chacune de nos actions consomme de l'énergie. Qu'il s'agisse de se déplacer, même à pied, de se chauffer, de produire des vêtements, ou des ordinateurs! Produire, déplacer, utiliser, *etc.*, consomme de l'énergie. De plus, ces actions engendrent des déchets et des effets de bords, que l'on regroupe sous le terme de **pollution**. Une pollution est la dégradation d'un écosystème, ce qui n'est pas sans conséquences sur la santé humaine.

L'objectif de ce tutoriel est de vous présenter les sources et la consommation d'énergie, en prenant les chiffres de la France (qui sont, sauf points particulier, transposables à tous les pays développés). Le but est de vous donner les chiffres clés, pour juger les propositions que l'on trouve dans les médias : l'industrie, ça consomme combien, la viande, ça pollue comment ? Le tout étant à mettre en regard des engagements de la France en termes de réduction de consommation énergétique et de réduction de l'impact écologique.

Concernant la pollution, nous nous concentrerons sur les émissions de gaz à effet de serre, en survolant les nombreux autres types de pollution (contamination des eaux, particules fines, pollution lumineuse...) lors de l'étude de cas particuliers.

Dans un premier temps, nous allons détailler la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre en France, ainsi que leur évolution et les objectifs de réduction. Ensuite, nous ferons l'étude plus détaillée du cas des transports et de la production de chaleur résidentielle. Pour finir, nous parlerons rapidement des limites de ce tutoriel, afin de présenter la complexité de ce genre de problèmes.

Ce tutoriel **n'a pas** pour but de parler des pistes pour modifier notre consommation ou émission, mais de faire l'état des lieux en France, afin de donner les informations nécessaires à un débat constructif.

1. Consommation d'énergie par secteur

1.1. Les secteurs

La consommation d'énergie est répartie entre les secteurs suivants :

- les transports (de marchandises (fret) ou de personnes) ;
- le résidentiel (consommation directe des particuliers) ;
- l'agriculture ;
- le tertiaire (secteur des services, du commerce et de l'administration) ;
- l'industrie ;
 - avec une part énergétique (énergie consommée),
 - et une part non énergétique ; il s'agit de la consommation de pétrole par l'industrie pétrochimique lorsque le pétrole est utilisé comme matériau et non comme source d'énergie. Il s'agit principalement du plastique et des huiles. On compte alors l'énergie de ces activités comme l'énergie que l'on aurait récupérée si le pétrole avait été brûlé plutôt que transformé.

1.2. Unités de l'énergie

Il ne faut pas confondre l'énergie avec la puissance, qui est l'énergie dépensée par seconde. La puissance s'exprime en W (watt), ou en J/s (joule par seconde). Par exemple, la puissance d'une centrale nucléaire est de 1 GW, soit une énergie de 1 GWh en une heure, d'où 10 TWh par an.

L'énergie se mesure en joules ou ses multiples. Dans le cas de l'énergie consommée chaque année par un pays, on utilise souvent le TWh (Térawatt heure ; c'est l'énergie consommée par un appareil d'une puissance d'un térawatt (1000 milliards de watts) utilisé pendant une heure. On rencontre aussi les tep, tonnes d'équivalent pétrole, l'énergie dégagée par la combustion d'une tonne de pétrole (et on utilise les Mtep, millions de tonnes d'équivalent pétrole).

Pour comparaison, une plaque de cuisson (l'un des éléments les plus puissants d'un logement) consomme une puissance de 2 kW, et ne fonctionne pas une heure par jour. Donc l'énergie consommée quotidiennement par une plaque de cuisson est inférieure à 2 kWh.

Toujours pour donner un ordre de grandeur, un réacteur nucléaire produit environ 10 TWh par an.¹ Par *produit*, il faut bien évidemment comprendre *transforme une source d'énergie primaire en énergie électrique*. Dans le cas d'une centrale nucléaire, on transforme l'énergie de liaison interne aux atomes en chaleur, qui sert à vaporiser de l'eau, qui fait tourner une turbine, dont le mouvement est transformé en électricité.

Pour faire des calculs de conversion d'énergie d'une unité à l'autre, sachez qu'on a :
1 TWh = 3,6 PJ (pétajoule, soit un millions de milliards de joules) = 0,086 Mtep.

1. <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/l-energie-de-a-a-z/tout-sur-l-energie/produire-de-l-electricite/le-nucleaire-en-chiffres>

1. Consommation d'énergie par secteur

1.3. Consommation de l'énergie

En France, la consommation de l'énergie se fait comme suit² :

- 29 % pour les transports ;
- 27 % pour le résidentiel ;
- 25 % pour l'industrie (dont 9 % en usage non énergétique) ;
- 16 % pour le tertiaire ;
- 3 % pour l'agriculture.

Schématiquement, les transports consomment un tiers de l'énergie, le résidentiel et tertiaire un autre tiers, et l'industrie avec l'agriculture le dernier tiers. La consommation d'énergie est donc répartie entre les différents secteurs. Certains secteurs sont dominants (transport, résidentiel), mais, à part l'agriculture, tous les secteurs contribuent notablement à la consommation de l'énergie.

La consommation totale d'énergie en France est de 1800 TWh (ou 150 Mtep), composé principalement de produit pétrolier (40 % de pétrole, 20 % de gaz), d'électricité (25 %), puis d'énergie renouvelable, électricité exclue (10 %, typiquement, le bois).

Le terme d'énergie renouvelable désigne des énergies dont la source se renouvelle sur un temps court, et que l'on ne peut pas épuiser à l'échelle humaine. Il peut s'agir des vents, des marées, de la lumière solaire, des courts d'eau, ou du bois, à condition de la replanter.

Le faible poids de l'agriculture s'explique par le fait qu'on considère ici l'énergie consommée, c'est-à-dire principalement⁴ l'énergie consommée par les tracteurs. L'agriculture a besoin de peu d'énergie pour fonctionner, même si elle émet une quantité non négligeable de gaz à effet de serre, comme nous allons le voir.

2. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-energetique-de-la-france-pour-2017> (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-02/datalab-bilan-energetique-de-la-france-pour-%202017-fevrier%202019.pdf>), page 85.

3. http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Energies_et_climat/Consommations_par_secteur/Tous_secteurs/2015-consommation-finale-energetique-1982-2015.xls

4. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie-et-agriculture-en-france>

2. Émission de gaz à effet de serre par secteur

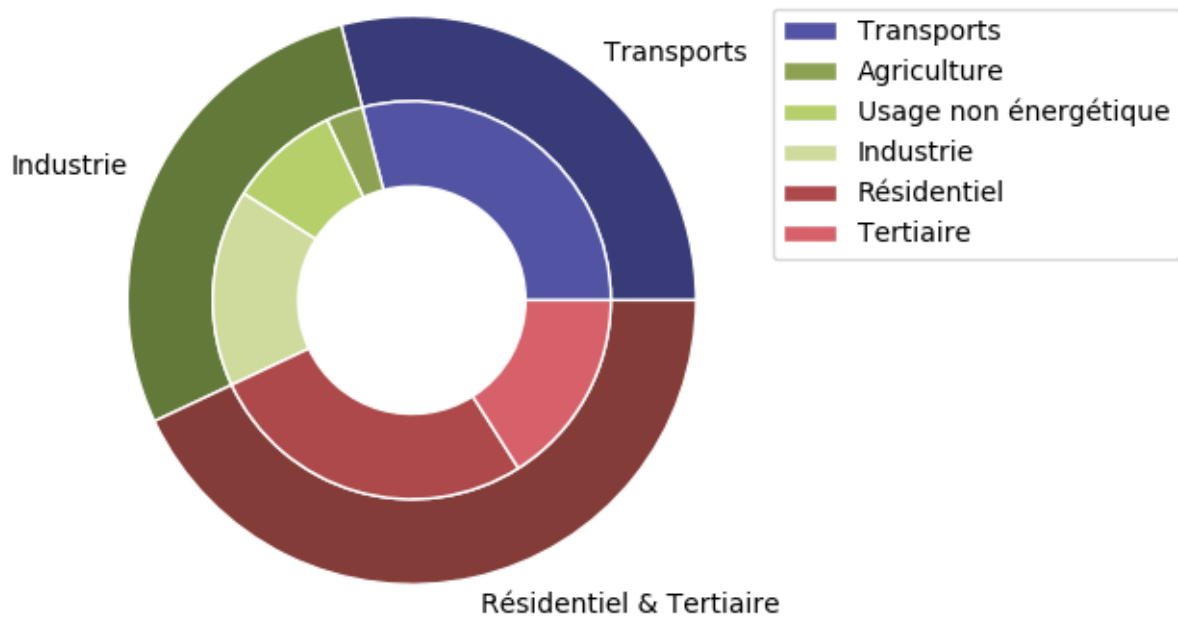


FIGURE 1. – Consommation d'énergie par secteur.

2. Émission de gaz à effet de serre par secteur

Les gaz à effet de serre sont nombreux, et avec un potentiel réchauffant (une capacité à effectuer un effet de serre) plus ou moins important. Pour pouvoir comparer les émissions diverses, on considère un indicateur qui regroupe les différents gaz en les pondérant selon leur potentiel réchauffant. On parle alors d'émission en équivalent CO_2 ⁵.

2.1. Émissions

En reprenant les mêmes secteurs, nous pouvons voir comment se répartissent les émissions de gaz à effet de serre en France. Cela se fait comme suit⁶ :

- 30 % pour l'industrie (dont la production d'énergie, pour 10 %) ;
- 29 % pour les transports ;
- 17 % pour l'agriculture ;
- 17 % pour le résidentiel et tertiaire ;
- 4 % pour les déchets.

On remarque que la répartition est différente de celle de la consommation d'énergie, avec un secteur agricole sur-représenté, et un secteur résidentiel sous représenté.

5. https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quivalent_CO2 ↗

6. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf> ↗ , page 37.

2. Émission de gaz à effet de serre par secteur

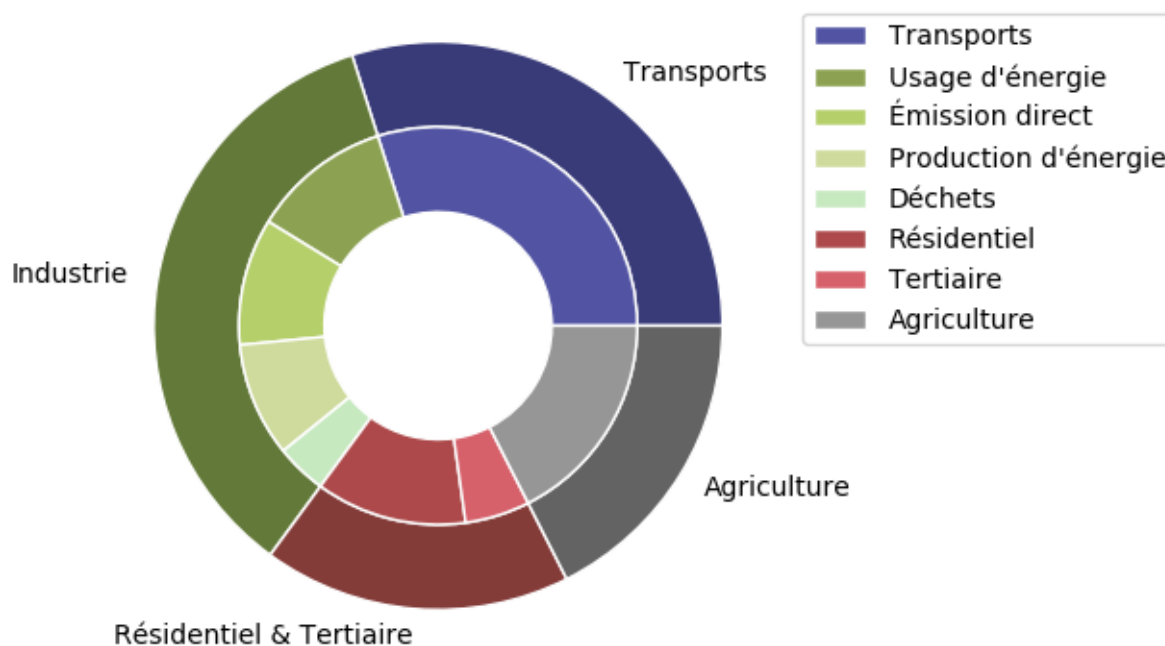


FIGURE 2. – Émissions de gaz à effet de serre par secteur.

2.2. Consommation d'énergie et émissions

Précisons que cette répartition est, en partie, une spécificité française, due à l'utilisation du nucléaire pour la production d'électricité, très peu émettrice de gaz à effet de serre. Dans le reste de l'UE, la production d'énergie, fortement consommée par le secteur résidentiel et tertiaire, représente près de 30 % des émissions de gaz à effet de serre.

Justement, les émissions de gaz à effet de serre par énergie consommée dépendent du type d'énergie utilisé. Voici la quantité de gaz à effet de serre émis par les différentes sources d'énergie⁷, par kWh utilisé.

- 270 g d'équivalent CO_2 par kWh de fioul consommé ;
- 200 g pour le gaz ;
- 80 g pour l'électricité (en France, 400 g en Allemagne) ;

De manière générale, pour l'électricité, la produire à partir de ressources fossiles (toutes les ressources issues de la dégradation d'êtres vivants sur de très longues durées, comme le charbon, pétrole, gaz) produit plus de gaz à effet de serre qu'à partir de ressources renouvelables (barrage hydroélectrique, solaire) ou du nucléaire.

Et voici, pour chacun des secteurs, la principale source d'énergie² :

- Les produits pétroliers (35 %), puis l'électricité et le gaz (10 % chacun) pour l'industrie ;
- Les produits pétroliers (90 %) pour les transports ;
- Les produits pétroliers (75 %) pour l'agriculture ;
- L'électricité (presque 40 %), le gaz (30 %) puis le pétrole et les énergies renouvelables non électriques (10 % chacun) pour le résidentiel et tertiaire.

7. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-3_typologie-des-facteurs-d-emission.pdf

3. Évolution et objectifs

Cela explique la plus grosse partie des différences entre consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre. Reste le secteur agricole, qui se démarque des autres. Dans ce cas, les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas principalement dues à la consommation d'énergie, mais à l'émission directe de gaz à effet de serre par l'activité (méthane par l'élevage et la riziculture).

3. Évolution et objectifs

L'énergie consommée en France depuis 1980 évolue ainsi^{7/8} : jusqu'en 2005, elle augmente (d'environ 2 % par an), puis se stabilise, sauf en 2008, où la crise provoque une réduction brusque de la consommation (-4 %). À partir de 2011, la consommation d'énergie décroît, de 0,5 % par an environ. Au final, l'énergie consommée en 2015 est la même que celle consommée en 1997.

L'objectif est une réduction de 50 % en 2050 par rapport au niveau de 2015⁹ ; le niveau de réduction actuelle est insuffisant.

Les émissions de gaz à effet de serre¹⁰ sont quant à elles stables entre 1990 et 2005, avant de décroître, à raison de 2 % par an, depuis. Si la trajectoire continue ainsi, l'objectif¹¹ d'une réduction de 40 % par rapport au niveau de 1990 en 2030 sera atteint, mais celui d'une réduction de 75 % d'ici 2050, non. Précisons que ces émissions sont les émissions directes de la France : les émissions dues aux produits fabriqués à l'étranger et utilisés en France sont comptabilisés à l'étranger. En tenant compte de cela¹², les émissions françaises sont stables entre 2005 et 2015.

2. Source : données associées Datalab 41 facteur d'évolution CO2. Le fichier originellement disponible sur <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/> ne l'est plus suite à une restructuration du site.

7. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-3_typologie-des-facteurs-d-emission.pdf

8. <http://www.tsp-data-portal.org/Energy-Consumption-Statistics#tspQvChart>

9. <https://www.gouvernement.fr/cop21-les-engagements-nationaux-de-la-france-3403>

10. <http://www.tsp-data-portal.org/Historical-CO2-Emissions-from-energy-consumption#tspQvChart>

11. <http://www.europarl.europa.eu/news/fr/headlines/society/20180208STO97442/reduction-des-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-dans-l-ue-objectifs-pour-2030>

12. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf>, page 39.

4. Étude de cas : les transports

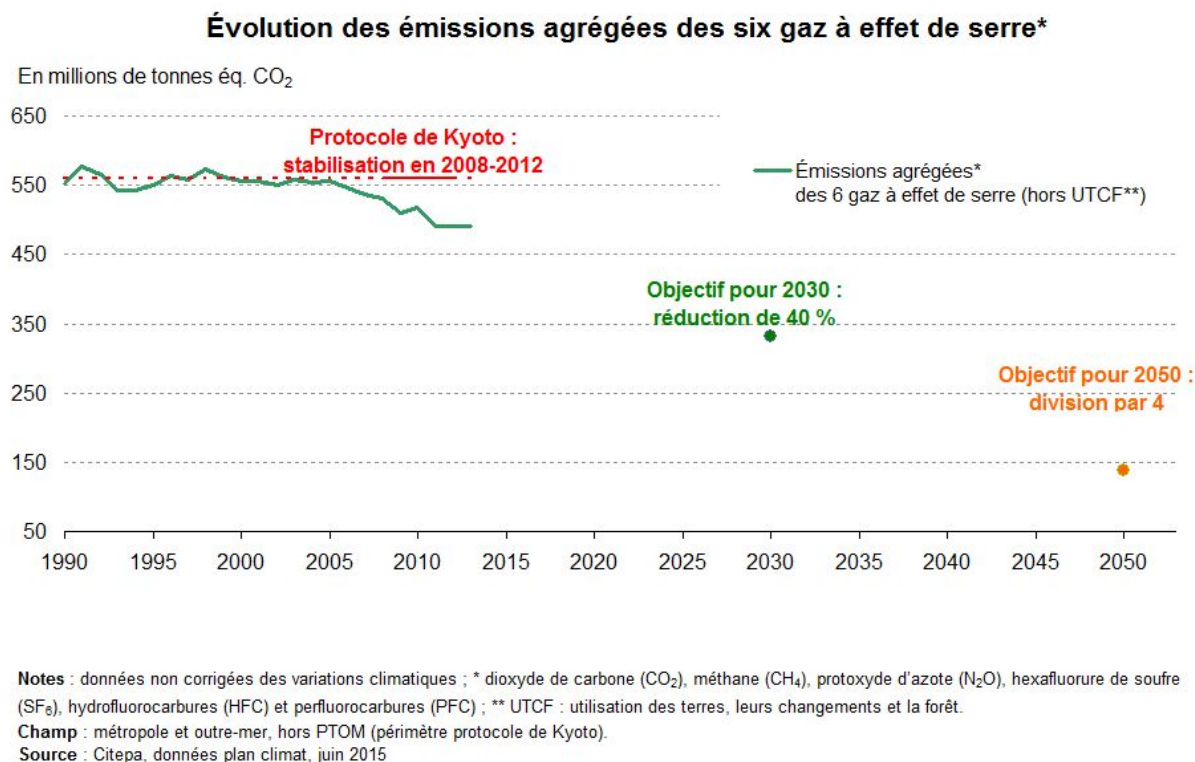


FIGURE 3. – Évolution des émissions de gaz à effet de serre, et objectifs. Tiré du [ministère du développement durable](#) [↗](#), lien cassé suite à une restructuration du site.

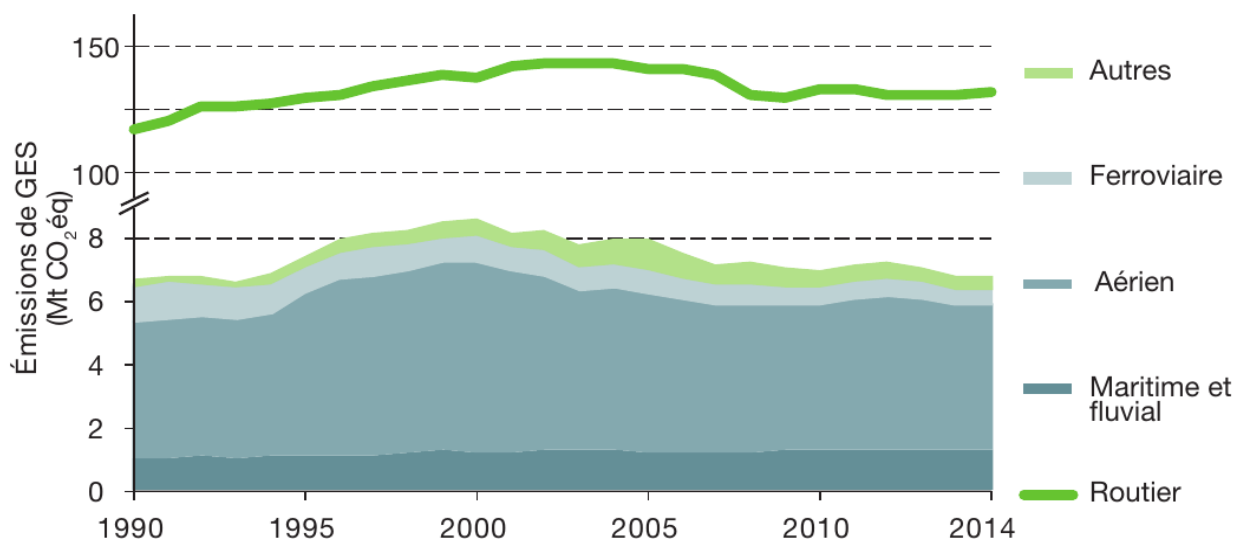
4. Étude de cas : les transports

Les transports regroupent l'ensemble des déplacements de personnes ou de marchandises, quel que soit le moyen de locomotion (train, voiture, camion, vélo...). Ils représentent un tiers des émissions de gaz à effet de serre françaises, de même ils représentent un tiers de l'énergie consommée. La consommation d'énergie du secteur est presque exclusivement du pétrole (45 tep sur 50 en 2016).

La route concentre la plupart des déplacements et des émissions (voiture et camion, 95 % des émissions du transport), loin devant l'avion (uniquement pour les déplacements nationaux ici !) et les autres modes de transports (train, mobilités douces) qui représentent pourtant un nombre de voyageurs conséquent. La répartition au sein du routier sont d'environ la moitié pour la voiture, puis un quart pour les poids lourds (camion) et un quart pour les véhicules utilitaires.

Contrairement aux autres secteurs, la consommation énergétique de ce secteur ne diminue pas : elle a été multipliée par 2,5 entre 1970 et 2000, puis est restée constante depuis. L'efficacité, elle, s'est améliorée depuis 2000 (alors qu'elle était constante avant) : on émet 15 % de gaz à effet de serre en moins pour parcourir 1 km (transport de personne) ou déplacer 1 tonne d'un km (transport de marchandise). Les déplacements augmentant, il n'y a pas réduction des émissions.

5. Étude de cas : production de chaleur



Note : les émissions des transports internationaux maritimes et aériens sont exclues de ces totaux, les émissions liées aux transports entre la métropole et les DOM et à l'intérieur des DOM sont incluses.

Source : Citepa, 2017

FIGURE 4. – Émissions de gaz à effet de serre dues au secteur des transports. Prenez garde au changement d'échelle sur l'axe des ordonnées ! Tiré de l'[ADEME](#) , page 44.

Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de ce secteur, les différents leviers sont :

- une amélioration de l'efficacité énergétique (principal levier utilisé jusqu'ici) ;
- une réduction des déplacements ;
- un transfert depuis les moyens routiers vers d'autres moyens moins polluants (routier collectif, train ou mobilités douces).

Cela devant se faire à la fois auprès des particuliers et des entreprises pour tenir compte d'une proportion raisonnable des émissions.

5. Étude de cas : production de chaleur

Nous allons réaliser ici une deuxième étude de cas, cette fois-ci d'une sous-catégorie : la production de froid et de chaleur dans le secteur résidentielle et tertiaire. Cela inclut typiquement le chauffage et la climatisation, mais pas les industries sidérurgiques (fonte de métaux).

Cette seule catégorie représente 19 % de l'énergie totale consommée en France (44 % de l'énergie du secteur résidentielle et tertiaire). Le type d'énergie utilisé est

- du gaz, pour 44 % ;
- de l'électricité (directement, ou via des pompes à chaleur), pour 31 % ;
- des produits pétroliers, pour 17 % ;
- d'autres sources, pour 8 %.

5. Étude de cas : production de chaleur

Ce secteur est, en France, peu carboné, car l'électricité est faiblement carbonée (nucléaire et hydraulique principalement) et que le gaz émet moins de gaz à effet de serre que les autres sources d'énergie fossiles (pétrole et charbon). Dans la plupart des autres pays, il y a moins de chauffage électrique, et l'électricité est plus carbonée.

L'électricité utilisée peut l'être de façon plus ou moins efficace : soit en chauffage direct (résistance électrique), peu efficace, soit en pompe à chaleur, plus efficace. De plus, avec le même usage, l'efficacité peut être différente, notamment entre une chaudière ancienne ou récente, mal ou bien entretenue. Le choix de l'énergie source modifie les émissions de gaz à effet de serre. Dans le cas de la production de chaleur et de froid, il y a aussi l'importance de l'isolation du parc de bâtiment.

Le niveau d'isolation est caractérisé par une lettre, allant de A, très bien isolé, à G, très mal isolé. En France, les bâtiments sont isolés comme suit (donnée de 2017)¹³ :

- 38 % en A, B, C ou D (moins de 230 kWh/m²/an) ;
- 30 % en E (entre 230 et 330 kWh/m²/an) ;
- 31 % en F ou G (plus de 330 kWh/m²/an).

Pour réduire la consommation énergétique, on peut améliorer l'isolation des logements, en particulier du tiers le moins bien isolé (F ou G). Il est réaliste de diviser par deux la consommation d'un logement mal isolé.


Le diagnostic de performance énergétique

Consommation énergétique En kWh/m ² par an	Performance du logement	% des logements diagnostiqués dans la catégorie	Exemple de consommation (logement de 75 m ²)
Moins de 50	A Econome/ zéro consommation	1%	20 €/mois
51 à 90	B Basse consommation	3,1%	50 €/mois
91 à 150	C Haute perf. énergétique	14,2%	90 €/mois
151 à 230	D Moyenne basse	27,5%	150 €/mois
231 à 330	E Moyenne haute	28,9%	220 €/mois
331 à 450	F Énergivore	14,1%	300 €/mois
Plus de 450	G Très énergivore	11,2%	400 €/mois

LP/INFOGRAPHIE. SOURCES : ADEME, DIAGNOSTICDPE.COM.

13. <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/logements-en-france-metropolitaine-en-2012-plus-de-la-moitie-des-residences-principales-ont-une> (https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/chiffres-stats534-Phebus-juillet2014b_0.pdf, page 2).

6. Allons plus loin : autres pollutions

FIGURE 5. – Typologie des logements selon le diagnostic de performance énergétique. Tiré du [Parisien](#) .

Une autre solution pour diminuer la consommation d'énergie sans procéder à aucune modification consiste à chauffer moins. La température effective des logements en France l'hiver est de 20°¹⁴ (environ 30 % à 21°C ou plus, 40 % à 20°C et 30 % à 19°C ou moins), nettement au-dessus des 18 à 19°C recommandés !

Avec cet exemple, nous avons vu la répartition de l'un des principaux secteurs en termes de consommation d'énergie. Ce secteur est particulièrement intéressant, car il émet peu de gaz à effet de serre bien qu'il soit très peu renouvelable, par l'utilisation d'énergie peu carbonée. De plus, il existe des solutions pour réduire l'énergie consommée, que ce soit l'amélioration de l'isolation ou les changements d'usage.

6. Allons plus loin : autres pollutions

Nous n'avons jusqu'ici parlé que de gaz à effet de serre pour caractériser la pollution d'un secteur. Cependant, il existe de nombreuses pollutions. Qu'elle soit lumineuse, des sols ou de l'air, locale ou globale, la dégradation de l'environnement peut se faire de bien des façons. Restreindre la pollution aux seuls gaz à effet de serre est très restrictif. Nous allons voir ici quelques exemples dans lesquels un secteur est surreprésenté dans une pollution donnée.

- Le dioxyde d'azote NO₂ est un polluant atmosphérique (diminution de la qualité de l'air proche de son lieu d'émission) principalement dû aux secteurs des transports pour 61 % (en particulier les véhicules diesels), et à l'industrie pour 18%¹⁵.
- La pollution des eaux par le nitrate (principal polluant des eaux, provoque avec les phosphates la prolifération d'algues vertes...) est due principalement à l'agriculture pour 66 %, puis aux collectivités locales pour 22 % et à l'industrie pour 12 %¹⁶.
- La pollution lumineuse perturbe la faune et la flore (ainsi que le sommeil humain) et est due aussi bien aux collectivités, via l'éclairage public, qu'aux devantures de magasins¹⁷.

La question des pollutions est beaucoup plus complexe que ce qui a été survolé ici. Chaque secteur va polluer différemment, que ce soit pour des raisons intrinsèques ou par l'usage de sources d'énergies différentes. Ainsi, pour chaque pollution, il faut établir quelle est sa source pour savoir efficacement comment la réduire. De plus, le transfert d'un système vers un autre remplissant les mêmes besoins, même s'il pollue *moins*, risque aussi de polluer différemment, et cela doit être pris en compte.

Et nous n'avons parlé ni de consommation de ressources, ni de recyclabilité !

14. <https://www.quelleenergie.fr/magazine/economies-energie/19-degre-temperature-chauffe-difficile-respecter-25583/> 

15. <https://www.planetoscope.com/atmosphere/90-emissions-de-dioxyde-d-azote-no2-dans-l-atmosphere.html> 

16. http://sagascience.cnrs.fr/doseau/decouv/degradation/07_pollution.htm 

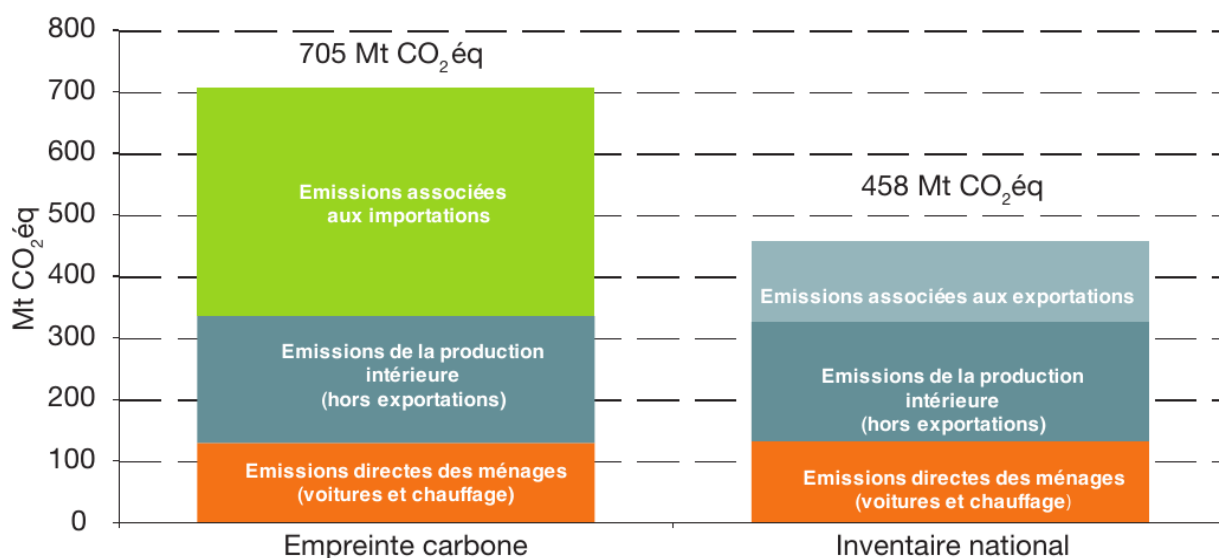
17. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/pollution-lumineuse> 

7. Allons plus loin : l'empreinte carbone

Jusqu'à présent, nous avons éludé une composante importante: tous les produits consommés en France n'y sont pas nécessairement produits, et inversement, tous les biens produits en France n'y sont pas forcément consommés. Pour calculer l'empreinte carbone d'un pays, il faut donc compter les émissions directes (véhicules, consommation d'énergie des ménages), celles dues à la production intérieure non exportée, et celles dues aux produits importés (mais pas celle due aux produits exportés, qui seront comptabilisées dans le pays qui consomme).

L'empreinte carbone est en France 50 % plus importante que les émissions nationales. Elle se réduit ces dernières années, en particulier si elle est rapportée à la population, mais moins vite que les émissions nationales.

COMPARAISON DE L'EMPREINTE CARBONE ET DE L'INVENTAIRE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE EN 2012



Note : l'empreinte et l'inventaire portent sur les trois principaux gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O).

Sources : SDES, 2017 d'après AIE, FAO, Citepa, Douanes, Eurostat, Insee

FIGURE 7. – Empreinte carbone et émissions nationales françaises. Tiré de l'ADEME [↗](#), page 38.

Nous avons pu voir dans ce tutoriel comment se répartit la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre en France. Celle-ci est répartie entre plusieurs secteurs, et au sein de chaque secteur, il y a potentiellement plusieurs sources de consommation et émissions. De plus, il existe de nombreuses autres pollutions, et en diminuer une peut en augmenter d'autres.

Nous avons pu esquisser les grandes lignes, et donner les principaux chiffres pour vous aider à vous faire un avis sur le sujet, et sur les propositions visant l'écologie que l'on peut voir. Notez que ce tutoriel n'a pas parlé de nombreuses autres problématiques liées, mais plus complexes,

7. *Allons plus loin : l’empreinte carbone*

qu’il s’agisse du captage des gaz à effet de serre, les émissions indirectes (l’élevage nécessite des pâturages, qui prennent la place de ce qui pourrait être une forêt, qui séquestre les gaz à effet de serre ; cela n’a pas été compté ici, car ce n’est pas une émission), et nous n’avons que survolé les multiples questions liées aux pollutions (par exemple, comment traiter le cas de la pollution qui n’est pas un déchet, mais est liée à l’effet lui-même, comme la pollution lumineuse?).

En espérant vous avoir apporté des billes fiables pour vous aider à vous faire un avis sur ces questions importantes.

Un grand merci à @adri1 pour la validation et @Rockaround, @etherpin, @Vayel et @qwerty pour leur relecture durant la bêta.