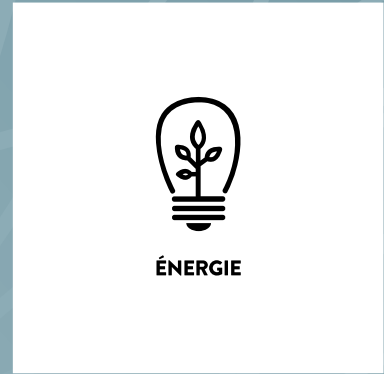


D

A



T

A

L

A

B

**Commissariat général au développement durable**

**Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France de 1990 à 2017**  
Facteurs d'évolution et éléments de comparaison internationale

## sommaire

# Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France de 1990 à 2017

## Facteurs d'évolution et éléments de comparaison internationale

- 5 - Quels rôles ont joué l'efficacité énergétique et le bouquet énergétique dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de la France ?
- 11 - Quels facteurs pour expliquer les différents niveaux d'émissions par habitant dans le G7 ?
- 15 - Quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?
- 21 - Quels facteurs d'évolution dans les transports ?
- 29 - Quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?
- 36 - Données clés
- 37 - Annexes

Document édité par :  
**Le service de la donnée  
et des études statistiques (SDES)**

*Chiffres arrêtés au 14 juin 2019.*

*L'arrondi de la somme n'est pas toujours égal à la somme des arrondis.*

## contributeurs



## avant-propos



aire les bons choix en matière de politique d'atténuation du changement climatique nécessite de comprendre quels ont été les déterminants passés de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre.

Cette publication a pour objet d'y contribuer sur le champ des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie en quantifiant les contributions respectives des évolutions de l'activité, des gains d'efficacité énergétique et de la modification du bouquet énergétique, d'abord de manière agrégée puis par grand secteur.

Une comparaison internationale permet en outre d'illustrer et de comprendre certaines spécificités des niveaux d'émissions français, à travers les contributions relatives de ces mêmes facteurs.

— **Sylvain Moreau**

CHEF DU SERVICE DE LA DONNÉE ET DES ÉTUDES STATISTIQUES (SDS)

partie 1

**Quels rôles ont  
joué l'efficacité  
énergétique et  
le bouquet  
énergétique  
dans l'évolution  
des émissions  
de CO<sub>2</sub> de  
la France ?**



**partie 1 : quels rôles ont joué l'efficacité énergétique et le bouquet énergétique dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de la France ?**

**En France métropolitaine, les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie ont diminué, à climat constant, de 19% entre 1990 et 2018, malgré une hausse concomitante du PIB de 51%. La tendance à la baisse entre 2005 et 2018 est liée à une forte diminution de l'intensité énergétique et du contenu carbone de l'énergie consommée. Le niveau de ce dernier est plus faible en France que dans les autres pays du G7.**

**LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> EST LIÉE À UNE RÉDUCTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DU CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE**

Corrigées des variations climatiques (*voir méthodologie*), les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dues à la combustion d'énergie sur le territoire métropolitain s'élèvent en 2018 à 307 millions de tonnes (Mt), soit deux tiers des émissions de gaz à effet de serre (GES) totales de la France. Ces émissions ont baissé de 19% par rapport à 1990 (soit 20% sans correction des variations climatiques).

Cette baisse peut être vue comme le résultat de l'évolution conjointe de la population, du PIB par habitant, de l'intensité énergétique de l'économie (énergie primaire/PIB) et du contenu

carbone de la consommation d'énergie primaire (émissions de CO<sub>2</sub>/énergie primaire), selon l'équation dite de « Kaya » :

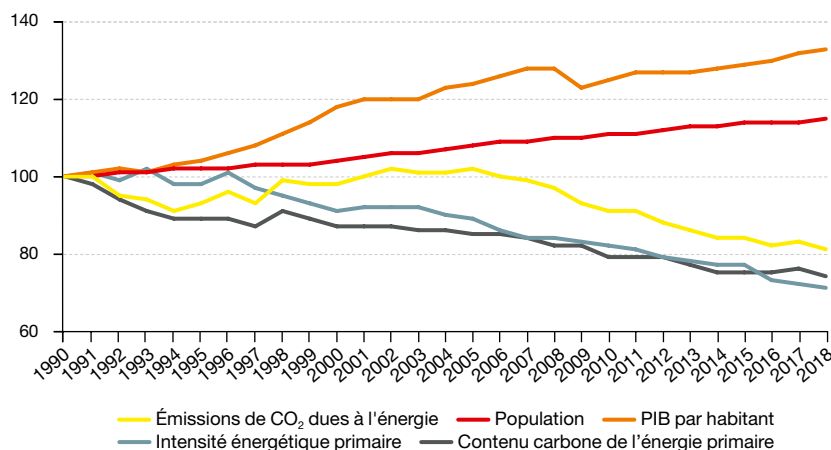
$$CO_2 = P \times \frac{PIB}{P} \times \frac{E}{PIB} \times \frac{CO_2}{E}$$

où CO<sub>2</sub> représente les émissions de CO<sub>2</sub> annuelles, *P* la population et *E* la consommation d'énergie primaire.

Suivant cette décomposition, la baisse de 19% des émissions entre 1990 et 2018 peut ainsi s'expliquer par celles de l'intensité énergétique de l'économie (29%) et du contenu carbone moyen de la consommation d'énergie primaire (26%), qui ont largement compensé la croissance démographique (15%) et la hausse du PIB par habitant (33%) - (*graphique 1*).

**Graphique 1 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie en France entre 1990 et 2018 suivant l'équation de Kaya**

Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
Source : calculs SDES

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> apparaît concentrée sur la seconde moitié de la période, avec -1,8% en moyenne annuelle entre 2005 et 2018, alors qu'elles étaient relativement stables entre 1990 et 2005. Deux facteurs contribuent à cette rupture de

tendance : le ralentissement de la croissance économique (+1,1% par an en moyenne sur la période 2005-2018, contre +1,9% sur 1990-2005) et une baisse plus soutenue de l'intensité énergétique primaire (-1,7% par an en moyenne, contre -0,7%).

## partie 1 : quels rôles ont joué l'efficacité énergétique et le bouquet énergétique dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de la France ?

### LA RÉDUCTION DU CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE RÉSULTE AVANT TOUT DU DÉVELOPPEMENT DU NUCLÉAIRE DANS LES ANNÉES 1990 ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DEPUIS 2005

L'analyse précédente peut être affinée en exprimant le contenu carbone de la consommation d'énergie primaire (Ic) en fonction du contenu carbone des seules énergies fossiles et des parts respectives du nucléaire et des énergies renouvelables (EnR) dans le bouquet énergétique (voir encadré).

La méthode dite « LMDI » (*logarithm mean divisia index*) - (voir méthodologie) est utilisée pour décomposer l'évolution du contenu carbone en la somme d'effets liés à ces trois facteurs (graphique 2).

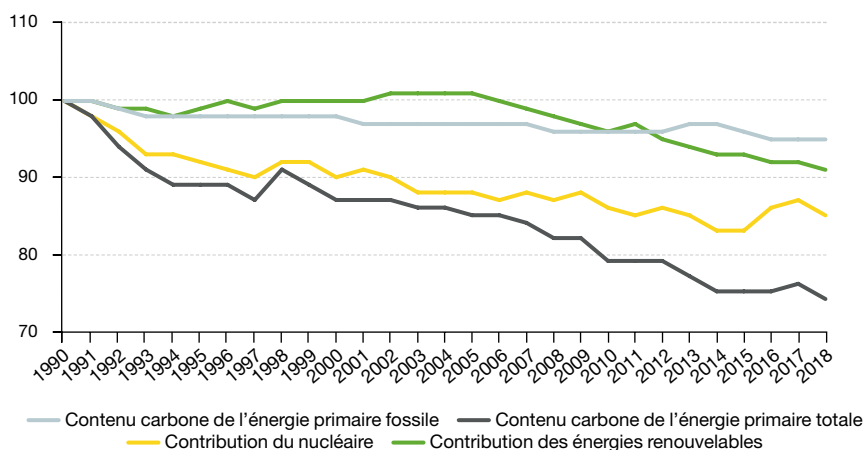
Ainsi, sur la période 1990-2018, le premier facteur de baisse du contenu carbone (-26 %, de 1,8 tCO<sub>2</sub>/tep en 1990 à 1,3 tCO<sub>2</sub>/tep en 2018) est la hausse de la production nucléaire primaire, devant la baisse du contenu carbone des énergies fossiles et le déploiement des énergies renouvelables. La baisse du contenu carbone des énergies fossiles (passé de 3,2 tCO<sub>2</sub>/tep en 1990 à 3,0 tCO<sub>2</sub>/tep en 2018) s'explique principalement par le développement du gaz au détriment du charbon ou des produits pétroliers dans certains secteurs

comme l'industrie, le résidentiel ou la production d'électricité. La contribution du nucléaire s'exprime surtout dans les années 1990, au cours desquelles plusieurs réacteurs ont été mis en service. Le développement des énergies renouvelables prend le relais à partir de 2005, du fait du regain de la consommation de bois-énergie et de l'essor de nouvelles sources, notamment les biocarburants, les pompes à chaleur et l'éolien (voir les Chiffres clés des énergies renouvelables).

Il faut noter que la production et la consommation d'énergies renouvelables peuvent connaître des variations conjoncturelles d'une année sur l'autre en raison du climat (température, pluviométrie, régime de vent, etc.), sans incidence sur les tendances de long terme : les bonnes productions hydraulique et éolienne en 2018 contribuent ainsi de manière sensible, selon l'analyse décrite précédemment, à la baisse des émissions en 2018. La production nucléaire présente également des fluctuations interannuelles, l'importance des opérations de contrôle et de maintenance pouvant varier d'une année sur l'autre. La baisse de cette production en 2016 et 2017 a ainsi contribué à un rebond des émissions, estimé par la méthode retenue ici, à 4 % sur deux ans (graphique 2). La suite de l'analyse se concentre davantage sur les évolutions de moyen et long termes des émissions de CO<sub>2</sub>.

### Graphique 2 : décomposition de l'évolution du contenu carbone de l'énergie primaire en France entre 1990 et 2018

Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



Note : le contenu carbone de l'énergie primaire totale est égal, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.

Source : calculs SDES

**partie 1** : quels rôles ont joué l'efficacité énergétique et le bouquet énergétique dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de la France ?

## Les contributions du nucléaire et des énergies renouvelables au bouquet énergétique et à la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> diffèrent selon les méthodes de comptabilisation utilisées

La comptabilisation des quantités des différentes formes d'énergie obéit à certaines conventions, qui influent sur les résultats commentés précédemment. La méthode utilisée ici est celle du «contenu énergétique», qui fait référence au niveau international (Agence internationale de l'énergie, Eurostat). Il en existe toutefois d'autres, notamment celle de la «substitution partielle», utilisée notamment par l'agence de l'énergie des États-Unis. Les deux méthodes traitent de la même manière les combustibles (énergies fossiles ou biomasse), comptabilisés en énergie primaire à hauteur de leur pouvoir calorifique, mais différent pour le nucléaire et les énergies renouvelables électriques sans combustion (photovoltaïque, éolien, hydraulique, etc.) - (tableau 1).

**Tableau 1 : caractéristiques des méthodes de comptabilisation de l'énergie usuelles**

Méthode	Principe	Traitement du nucléaire et de la géothermie	Traitement des EnR électriques	Principaux utilisateurs
Contenu énergétique	L'énergie primaire considérée est la première forme d'énergie utilisée dans le processus de transformation de l'énergie : chaleur pour le nucléaire et la géothermie, électricité pour le photovoltaïque et l'éolien.	Comptabilisation de la chaleur nucléaire ou géothermique, avec des coefficients de conversion par défaut de respectivement 33 % et 10 %. 1 kWh d'électricité nucléaire = 10,9 MJ d'énergie primaire.	Coefficient de conversion de 100 %. 1 kWh d'EnR électrique = 3,6 MJ d'énergie primaire.	AIE, Eurostat, bilan de l'énergie national (SDES)
Substitution partielle	Pour la production d'électricité nucléaire ou renouvelable (non thermique), l'énergie primaire correspondante est la quantité énergie fossile qui aurait été utilisée pour produire la même quantité d'électricité.	Les coefficients d'équivalence en énergie fossile varient légèrement selon les méthodes autour de 38 %. Pour le WEC, 1 kWh d'électricité nucléaire = 9,3 MJ d'énergie primaire.	Pour le WEC, 1 kWh d'EnR électrique = 9,3 MJ d'énergie primaire.	WEC ( <i>World Energy Council</i> ), U.S. EIA, <i>British Petroleum</i>

Source : U.S. Energy Information Agency (EIA), 2017

Les bouquets énergétiques sont contrastés selon la méthode utilisée. La méthode du contenu énergétique conduit, en 2018, à des parts respectives du nucléaire et des énergies renouvelables de 43,8 % et 12,8 %, contre 37,8 % et 18,9 % pour la méthode de substitution partielle. Ces écarts se retrouvent dans les contributions du nucléaire et des énergies renouvelables à l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>. Ainsi, entre 1990 et 2018, la contribution des énergies renouvelables à la baisse des émissions, estimée à -8 % avec la méthode du contenu énergétique, passe à -12 % avec celle de substitution partielle.





**partie 1** : quels rôles ont joué l'efficacité énergétique et le bouquet énergétique dans l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de la France ?



À l'inverse, la contribution du nucléaire, estimée à -14 % avec la méthode du contenu énergétique, est réduite à -11 % avec la méthode de substitution partielle.

Chacune de ces méthodes comporte des limites. Celle du contenu énergétique, même si elle présente une certaine cohérence d'un point de vue physique, sous-estime le poids des énergies renouvelables électriques et surestime celui du nucléaire par rapport à leurs contributions réelles au bouquet de production d'électricité. La méthode de substitution partielle évite cet écueil, mais raisonner à production d'électricité constante, comme elle le fait, est également critiquable dans la mesure où l'électricité peut elle-même se substituer à d'autres formes d'énergie.

Par ailleurs, selon les facteurs retenus pour exprimer le ratio entre énergie primaire fossile et énergie primaire totale, les contributions relatives du nucléaire et des EnR peuvent varier de manière sensible. Afin de décomposer le contenu moyen en CO<sub>2</sub> de l'énergie primaire, énergies renouvelables et nucléaire sont traitées de manière symétrique :

$$I_c = \frac{CO_2}{E} = \frac{CO_2}{Foss} \times \left( \frac{Foss}{Foss+EnR} \frac{E-EnR}{E} \right)^{1/2} \times \left( \frac{Foss}{Foss+Nuc} \frac{E-Nuc}{E} \right)^{1/2}$$

Contribution des EnR    Contribution du nucléaire

mais d'autres conventions peuvent donner plus de poids à l'une ou l'autre des contributions :

$$I_c = \frac{CO_2}{E} = \frac{CO_2}{Foss} \times \left( \frac{Foss}{Foss+EnR} \right) \times \left( \frac{E-Nuc}{E} \right)$$

$$I_c = \frac{CO_2}{E} = \frac{CO_2}{Foss} \times \left( \frac{E-EnR}{E} \right) \times \left( \frac{Foss}{Foss+Nuc} \right)$$

Entre 1990 et 2018, la contribution du nucléaire à la baisse du contenu CO<sub>2</sub> de l'énergie primaire en France se situe ainsi, selon la convention retenue, entre -11 % et -17 %, tandis que celle des énergies renouvelables se situe entre -5 % et -11 %. De même, en comparant la France au G7, la différence de contenu carbone attribuée au nucléaire se situe entre -32 % et -41 %, et celle des énergies renouvelables entre -1 % et -10 %. La part des énergies renouvelables dans le mix énergétique primaire est en effet comparable à celle des autres pays. En revanche, la part dans le mix énergétique hors nucléaire y est supérieure de 10 points.



partie 2

**Quels facteurs  
pour expliquer  
les différents  
niveaux  
d'émissions par  
habitant dans  
le G7 ?**



## partie 2 : quels facteurs pour expliquer les différents niveaux d'émissions par habitant dans le G7 ?

Par habitant, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France sont inférieures de 59 % à celles du G7. Cet écart résulte d'une consommation énergétique primaire par habitant inférieure de 19 % et surtout d'un contenu carbone de l'énergie primaire plus faible. Ce dernier reflète la part importante prise par le nucléaire dans le mix énergétique en France et, dans une moindre mesure, le développement plus avancé des énergies renouvelables.

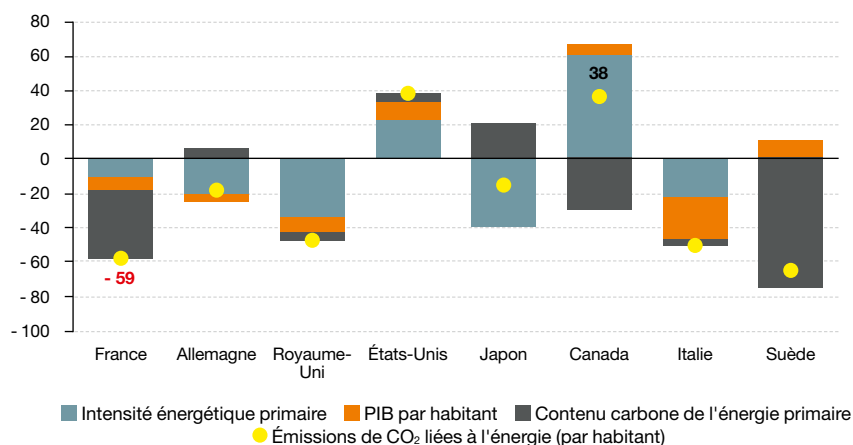
### LES ÉMISSIONS LIÉES À L'ÉNERGIE EN FRANCE SONT INFÉRIEURES DE 59 % À CELLES DU G7, EN RAISON PRINCIPALEMENT D'UN MIX ÉNERGÉTIQUE MOINS CARBONÉ

Les émissions de CO<sub>2</sub> par habitant, en France, en 2016 sont les plus faibles parmi les pays du G7, inférieures de 59 % à la moyenne de ce groupe de pays (graphique 3). Une richesse par habitant (PIB/POP) et une intensité énergétique (E/PIB) plus basses se traduisent par une consommation énergétique primaire par habitant inférieure de 19 % à la consommation énergétique moyenne dans le G7, expliquant ainsi un tiers des différences en termes d'émissions. La consommation énergétique primaire par habitant (E/POP) du G7 est tirée à la hausse par les États-Unis. En France, elle reste toutefois supérieure à celles de certains pays voisins (Royaume-Uni, Italie), notamment du fait d'une intensité énergétique primaire (E/PIB) plus élevée. La principale contribution à la différence en termes d'émissions par habitant (CO<sub>2</sub>/POP) provient du plus faible contenu carbone de l'énergie primaire (CO<sub>2</sub>/E) : il entraîne un écart en termes d'émissions par habitant de 40 % par rapport au G7.

Ce faible contenu carbone de l'énergie primaire est lié principalement à la part importante du nucléaire dans le mix énergétique. Elle est en France de 42 %, contre 11 % en moyenne dans le G7, contribuant à un écart de 37 % en termes d'émissions (graphique 4). La Suède et le Canada se distinguent par de fortes contributions des énergies renouvelables : en Suède, la biomasse occupe une place prépondérante dans le mix énergétique (21 %), tandis que l'hydraulique est le premier moyen de production d'électricité dans ces deux pays. Le contenu carbone de l'énergie fossile est aussi à l'origine de différences, bien que plus faibles. Les mix énergétiques fossiles sont dominés par les produits pétroliers dans l'ensemble des pays, et les différences reflètent principalement les variations des parts du charbon (plus émetteur) et du gaz naturel (moins émetteur) dans le mix énergétique. Au Japon et en Allemagne, pays aux contenus carbone moyens de l'énergie fossile les plus élevés, le charbon assure ainsi respectivement 31 % et 29 % de l'approvisionnement en énergies fossiles, contre 19 % en moyenne dans le G7. Cette différence est liée à la fois à la structure de l'industrie (voir partie 5) et au recours au charbon pour la production d'électricité. La contribution négative du contenu carbone de l'énergie fossile au Canada, en Italie et

### Graphique 3 : comparaison internationale des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant en 2016 et facteurs explicatifs

En % par rapport à la moyenne du G7



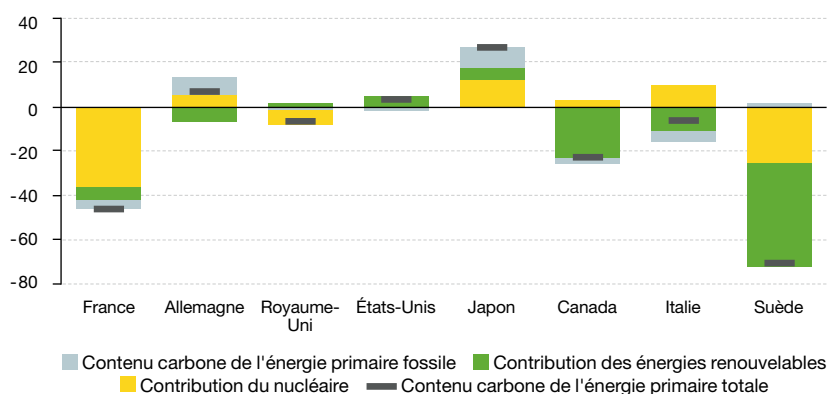
Note de lecture : les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie par habitant au Canada sont supérieures de 38 % à celles du G7 (point jaune). Ces +38 % se décomposent en des contributions positives du PIB par habitant (orange) et de l'intensité énergétique primaire (bleu-gris), et en une contribution négative du contenu carbone de l'énergie primaire (gris foncé). Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie par habitant en France sont inférieures de 59 % à celles du G7 (point jaune). Ces -59 % se décomposent en trois contributions négatives : le PIB par habitant (orange), l'intensité énergétique primaire (bleu-gris) et le contenu carbone de l'énergie primaire (gris foncé).

Source : calculs SDES, d'après SDES, AIE, Banque mondiale

## partie 2 : quels facteurs pour expliquer les différents niveaux d'émissions par habitant dans le G7 ?

### Graphique 4 : comparaison internationale du contenu carbone de l'énergie primaire en 2016 et facteurs explicatifs

En % par rapport à la moyenne du G7 (données non corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES, d'après AIE

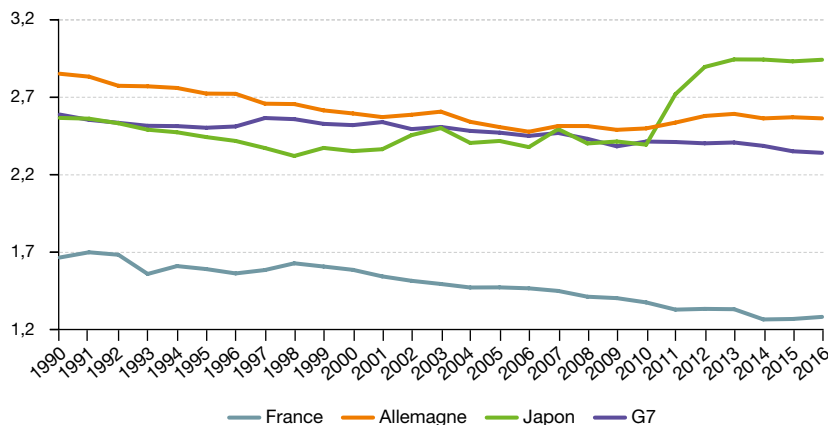
au Royaume-Uni traduit la place importante du gaz naturel dans le mix énergétique fossile de ces trois pays (respectivement 45 %, 48 % et 49 %), à comparer à une moyenne de 36 % à l'échelle du G7.

Sur le plus long terme, le contenu carbone moyen de l'énergie primaire du G7 a décliné depuis 1990 (graphique 5), mais moins rapidement qu'en France. Cette baisse est principalement liée au développement des énergies renouvelables dans la seconde moitié de la période, avec une forte progression de la biomasse, de l'éolien et du solaire. Sur la fin de la période, la réduction de la production nucléaire

consécutivement à l'accident de 2011 est associée à un net rebond du contenu carbone de l'énergie au Japon. À l'échelle du G7, cette réduction de la production nucléaire est associée à une hausse des émissions de 3 % entre 2010 et 2016, soit une contribution estimée de 0,18 GtCO<sub>2</sub>. Avant cela, cette contribution du nucléaire était restée globalement stable depuis 1990. Enfin, la réduction du contenu carbone moyen de l'énergie fossile est associée à une baisse de 6 % des émissions du G7 depuis 1990, sous l'effet du développement du gaz naturel (passant de 24 % à 36 % des énergies fossiles), moins émetteur que le charbon et les produits pétroliers qu'il remplace.

### Graphique 5 : évolution du contenu carbone de l'énergie primaire dans le G7 entre 1990 et 2016

En tCO<sub>2</sub>/tep (données non corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES, d'après AIE



partie 3

# Quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?



### partie 3 : quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel (y compris les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité et de chauffage urbain) ont diminué de 26 % entre 2005 et 2017, après être restées relativement stables entre 1990 et 2005. Cette baisse est imputable en grande partie à la diminution du contenu carbone de l'énergie, qui s'explique elle-même par le regain des énergies renouvelables thermiques ainsi qu'à la décarbonation du bouquet de production d'électricité. L'amélioration des performances thermiques des logements, découlant des réglementations thermiques sur les constructions neuves et des politiques d'incitation à la rénovation, y contribue aussi, mais cet effet est annulé en grande partie par la hausse du nombre de logements et celle de leur surface moyenne.

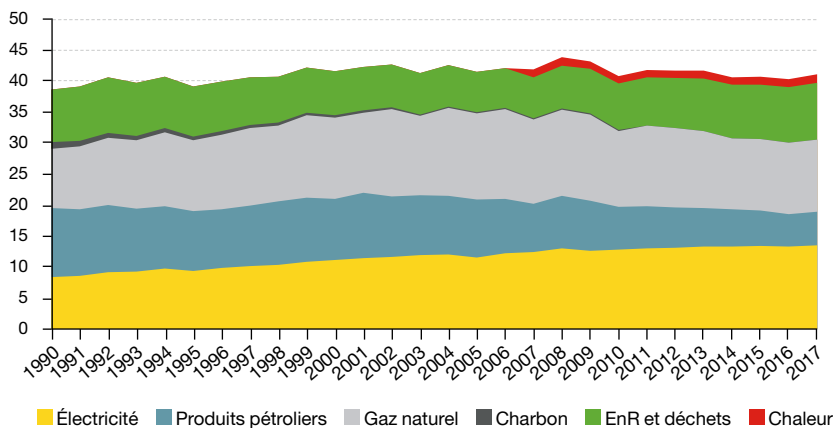
#### LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU RÉSIDENTIEL BAISSENT TENDANCIELLEMENT DEPUIS 2010, SOUS L'EFFET DE LA STABILISATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET DE LA BAISSÉ DE SON CONTENU CARBONE

Corrigée des variations climatiques, la consommation d'énergie du secteur résidentiel représente 41,7 Mtep en 2017, soit 27 % de la consommation nationale à usage énergétique. Après avoir crû jusqu'au début des années 2000, elle tend à se stabiliser depuis, voire à légèrement décroître (*graphique 6*). L'électricité représente aujourd'hui la première

forme d'énergie utilisée dans le résidentiel (33 %) devant le gaz naturel, les énergies renouvelables, les produits pétroliers (fioul domestique et gaz de pétrole liquéfié) et le chauffage urbain. Ce bouquet a significativement évolué depuis 1990, l'électricité et, dans une moindre mesure, le gaz s'étant développés au détriment des produits pétroliers et du charbon (ce dernier étant aujourd'hui quasiment absent de la consommation résidentielle). Les énergies renouvelables, principalement du bois-énergie, ont, quant à elles, décliné jusqu'au milieu des années 2000, mais connaissent depuis cette date un regain significatif.

#### Graphique 6 : consommation d'énergie du secteur résidentiel par forme d'énergie en France entre 1990 et 2017

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel s'élèvent en 2017 à 60,7 Mt (*graphique 7*), soit un cinquième des émissions nationales dues à la combustion d'énergie. Elles sont composées de 44,8 Mt d'émissions directes (gaz : 28,2 Mt ; produits pétroliers : 16,4 Mt) et de 16,7 Mt d'émissions indirectes (voir *méthodologie et sources*) liées à la consommation d'électricité (14,1 Mt) et à celle de chauffage urbain (2,7 Mt). Au total, les émissions directes ont baissé de 26 % depuis 1990, la hausse des émissions liées au gaz ayant été plus que compensée par la baisse de celles liées aux produits pétroliers.

Malgré la hausse de la consommation d'électricité (+ 60 % entre 1990 et 2017), les émissions de CO<sub>2</sub> qui lui sont indirectement liées ont également diminué depuis 1990, en raison de la forte baisse du contenu carbone de l'électricité produite en France. Cette dernière baisse s'explique elle-même par différents facteurs au cours du temps (voir *partie 1*) : le développement du nucléaire a joué un rôle prédominant au début des années 1990 avant que ne prenne le relais, depuis le milieu des années 2000, le développement des énergies renouvelables, auquel il faut ajouter l'accélération de la



### partie 3 : quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?

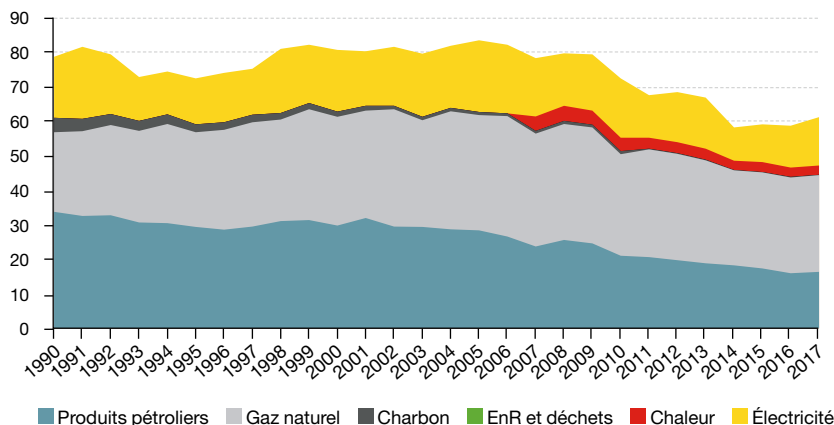
substitution de gaz au charbon dans le mix électrique. Le relatif rebond des émissions entre 2014 et 2017 est également associé à des variations conjoncturelles de ce contenu carbone de l'électricité, les émissions des autres formes d'énergie ayant été réduites sur la même période.

Le chauffage représente 67 % de la consommation d'énergie résidentielle en 2017, devant les usages spécifiques de

l'électricité (17 %), l'eau chaude sanitaire (11 %) et la cuisson (5 %). La consommation de chauffage, stable dans les années 1990, baisse légèrement depuis le début des années 2000 (graphique 8). À l'inverse, la consommation d'électricité pour des usages spécifiques a presque doublé entre 1990 et 2017, tandis que les consommations liées à la cuisson et à l'eau chaude sanitaire sont restées globalement stables.

#### Graphique 7 : émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel par forme d'énergie en France entre 1990 et 2017

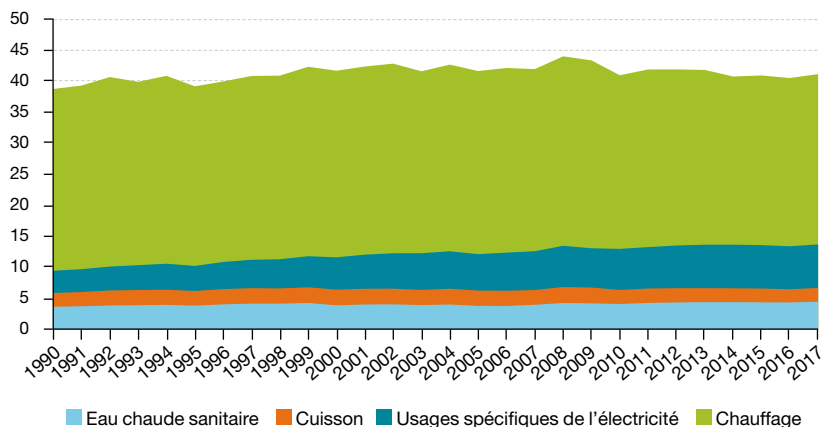
En MtCO<sub>2</sub> (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

#### Graphique 8 : consommation d'énergie du secteur résidentiel par usage en France entre 1990 et 2017

En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

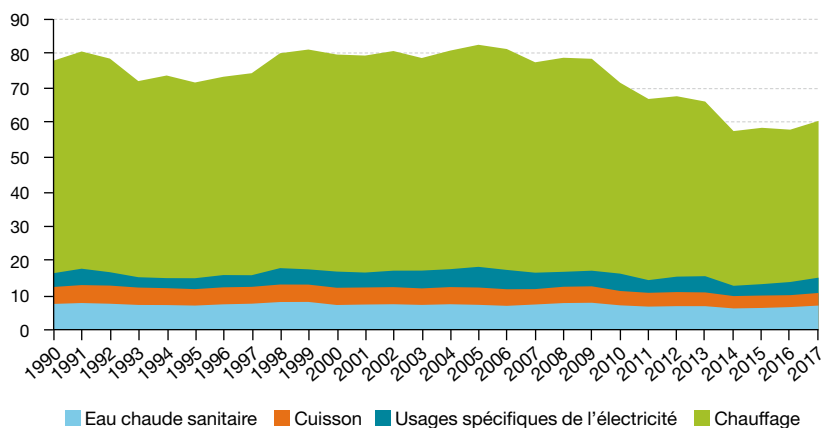
### partie 3 : quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?

Le chauffage est encore plus prédominant en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>, étant à l'origine de 75 % d'entre elles en 2017, que de consommation d'énergie (graphique 9). Cela s'explique, d'une part, par le poids plus important des énergies fossiles dans le chauffage que dans l'ensemble des usages et, d'autre part, par le fait que l'électricité consommée pour le chauffage présente un contenu carbone supérieur à celui des autres usages de l'électricité. En effet, la consommation de chauffage, concentrée sur la période hivernale, nécessite le recours aux moyens de production d'électricité de pointe, notamment les centrales thermiques à combustibles fossiles. À l'inverse, l'électricité spécifique, dont la consommation, davantage répartie tout au long de l'année, a un contenu carbone moins élevé que celle liée au chauffage électrique, pèse significativement moins dans les émissions de CO<sub>2</sub> (7 %) que dans la consommation d'énergie. L'eau chaude sanitaire et la cuisson représentent respectivement 12 % et 6 %, parts proches de ce que ces usages pèsent dans la consommation d'énergie.

Les émissions liées à chacun des usages ont diminué au cours du temps. La chute du contenu carbone de l'électricité spécifique a plus que compensé le quasi-doublement de sa consommation entre 1990 et 2017, les émissions associées baissant de 11,5 % sur la période. Ce même facteur ainsi que l'expansion du recours à l'électricité, au détriment du fioul pour l'eau chaude sanitaire et du gaz de pétrole liquéfié (GPL) pour la cuisson, sont les principales explications des baisses (respectivement - 6 % et - 26 %) des émissions liées à ces deux usages entre 1990 et 2017. Les émissions liées au chauffage sont étudiées plus en détail ci-après. Les remontées, entre 2014 et 2017, des émissions associées à l'électricité spécifique (+ 49 %) et à la production d'eau chaude sanitaire (+ 13 %) sur les années récentes sont principalement liées à la remontée du contenu carbone moyen de l'électricité (voir partie 1), la méthode retenue répercutant uniformément cette hausse sur l'ensemble des usages.

#### Graphique 9 : émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel par usage en France entre 1990 et 2017

En MtCO<sub>2</sub> (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

#### LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE DÉCROÎT GLOBALEMENT DEPUIS 2005, MALGRÉ L'AUGMENTATION DU NOMBRE DE LOGEMENTS ET LA HAUSSE DE LEUR SURFACE MOYENNE

Les émissions liées au chauffage des résidences principales (qui représentent 97 % des émissions liées au chauffage résidentiel) peuvent être décomposées, pour en analyser l'évolution (graphique 10), comme le produit des termes suivants : le nombre d'habitants ; le nombre de résidences principales par habitant (soit l'inverse du nombre d'occupants par logement) ; la surface par logement ; la consommation

d'énergie par mètre carré ; le contenu carbone de l'énergie consommée.

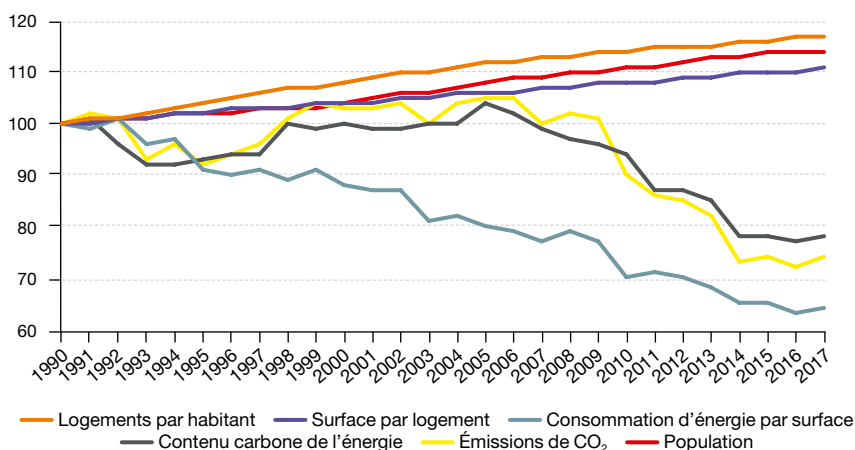
Globalement, les émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage résidentiel ont baissé de 26 % sur la période 1990-2017, au sein de laquelle il faut distinguer deux sous-périodes : la relative stabilité observée jusqu'en 2008 contraste avec le rythme élevé de baisse constaté depuis lors (- 3,4 % par an en moyenne avec une très forte réduction entre 2008 et 2014 et une tendance moins marquée entre 2014 et 2017).

L'évolution du contenu carbone de l'énergie consommée en constitue la principale explication. Le niveau de ce contenu en 2005 était identique à celui de 1990, résultant de la

### partie 3 : quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?

**Graphique 10 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage résidentiel en France entre 1990 et 2017**

Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.

Source : calculs SDES

neutralisation de deux effets contraires : d'une part, le développement de l'électricité nucléaire (expliquant la baisse du début des années 1990) et, d'autre part, la baisse relative du recours aux énergies renouvelables. Le regain de ces dernières, notamment le bois et les pompes à chaleur, au détriment du fioul domestique, est le principal facteur à l'origine de la baisse du contenu carbone observée depuis 2005 (-2,3 % par an en moyenne). La décarbonation du mix électrique et, dans une moindre mesure, celle du chauffage urbain y ont également contribué.

À cet effet de modification du mix énergétique, s'ajoute celui de l'amélioration des performances thermiques des nouveaux logements et des efforts de rénovation des logements existants. La consommation de chauffage au mètre carré diminue ainsi en moyenne de 1,9 % par an depuis 2005, contre 1,3 % par an en moyenne dans les années 1990. Ces gains sont toutefois absorbés en grande partie par la hausse de la surface totale des logements (+1,3 % par an en moyenne depuis 2005), qui trouve son origine dans la croissance de la population (+0,5 % par an en moyenne), dans l'augmentation de la taille moyenne des logements (+0,4 % par an en moyenne) et dans celle du nombre moyen de logements par habitant (+0,4 % par an en moyenne). La hausse de ce dernier ratio, qui était plus forte dans les années 1990 (+0,7 % par an en moyenne), tend à décélérer aujourd'hui. Elle correspond à la diminution du nombre moyen de personnes occupant un logement, liée au vieillissement de la population et à des ruptures conjugales plus fréquentes. Au total, la consommation d'énergie de chauffage des résidences principales baisse en moyenne de 0,6 % par an depuis 2005.

#### LES ÉMISSIONS NATIONALES PAR HABITANT DANS LE RÉSIDENTIEL SONT TRÈS INFÉRIEURES À CELLES OBSERVÉES EN MOYENNE DANS LE G7, MALGRÉ UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE DE CHAUFFAGE PLUS IMPORTANTE

Rapportées au nombre d'habitants, les émissions nationales (y compris les émissions indirectes liées à la consommation d'électricité et de chauffage urbain) - (voir méthodologie et sources) du secteur résidentiel sont inférieures de 58 % à la moyenne du G7 (en 2016), alors que la consommation d'énergie du secteur y est inférieure de 9 % seulement (graphique 11). L'écart entre la France et le reste du G7 en termes d'émissions est donc essentiellement imputable au contenu carbone de l'énergie consommée dans le résidentiel. Ce dernier est beaucoup plus faible en France en raison principalement de la prépondérance des énergies non fossiles dans le mix électrique et, dans une moindre mesure, du recours relativement important aux énergies renouvelables pour le chauffage.

En ce qui concerne la consommation d'énergie par habitant, la position de la France, comparée aux autres pays du G7, est contrastée suivant les usages. Celle relative au chauffage est supérieure en France de 21 % à l'ensemble du G7, malgré des températures hivernales proches de la moyenne. Pour les autres usages (eau chaude, climatisation, cuisson et électricité spécifique), la consommation d'énergie par habitant est inférieure en France de 39 % à l'ensemble du G7. Le développement modeste des climatiseurs en comparaison avec les autres pays (États-Unis en particulier) joue un rôle

### partie 3 : quels facteurs d'évolution dans le résidentiel ?

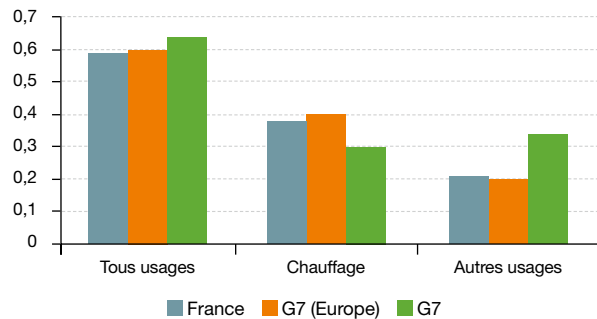
important dans cet écart. Au final, ces autres usages représentent 65 % des émissions des habitations du G7, soit une proportion trois fois supérieure à la France. Les Français apparaissent également relativement économes en énergie en matière d'eau chaude sanitaire. Enfin, ils sont en moyenne moins consommateurs d'électricité spécifique que les Nord-Américains et les Japonais, mais davantage que les Britanniques, les Italiens et surtout les Allemands.

Pour l'usage « chauffage », la différence se décompose de la manière suivante : la consommation par habitant est tirée à la hausse par des foyers français de taille plus modeste (c'est-à-dire un plus grand nombre de logements par habitant, +9 %) et des consommations énergétiques par unité de surface plus importantes (+63 %), ces effets étant partiellement compensés par des surfaces moyennes par logement inférieures (-30 %) - (graphique 12). La consommation par mètre carré est

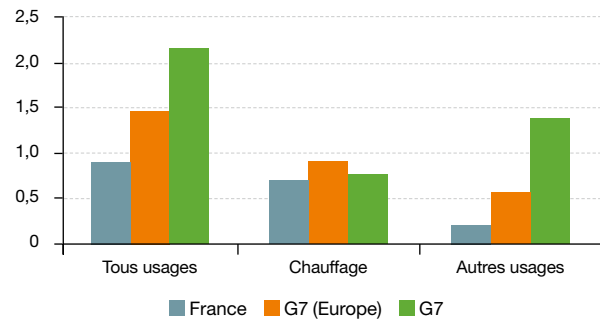
notamment beaucoup plus élevée qu'aux États-Unis et qu'au Japon, ce qui, au-delà des températures en moyenne un peu plus clémentes dans ces deux pays et des différences de performances énergétiques des bâtiments, pourrait refléter des différences de modes de vie ou de modes d'occupation des logements (l'ensemble des surfaces de logements n'étant pas nécessairement chauffé jusqu'à une même température de confort). En revanche, malgré des climats différents, l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni affichent des consommations par unité de surface proches du niveau observé en France, ce qui reflète probablement une meilleure qualité d'isolation dans les pays les plus froids. Les logements en France sont par ailleurs légèrement plus petits que dans ces trois pays en moyenne, tandis que le nombre d'occupants par logement est un peu supérieur à celui observé en Allemagne, mais un peu inférieur à ceux observés en Italie et au Royaume-Uni.

**Graphique 11 : comparaison internationale des consommations d'énergie par habitant (a) et des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant (b) du secteur résidentiel en 2016 pour différents usages**

En tep par habitant (a)



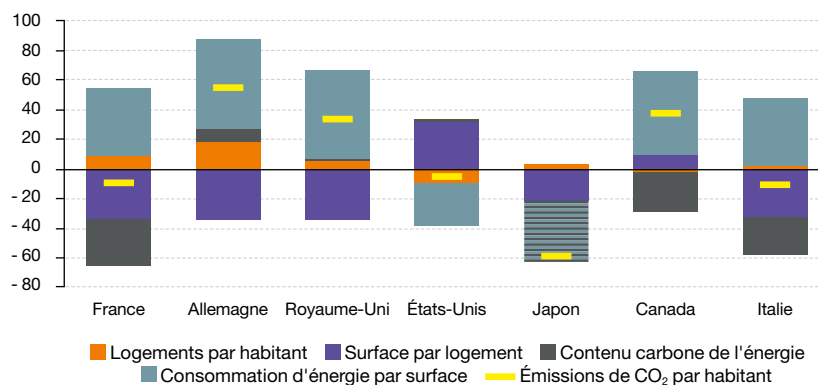
En tCO<sub>2</sub> par habitant (b)



Source : calculs SDES, d'après SDES, AIE

**Graphique 12 : comparaison internationale des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant liées au chauffage résidentiel en 2016**

En % par rapport à la moyenne du G7



Note : la distinction entre efficacité énergétique et contenu carbone de l'énergie pour le Japon doit être considérée avec prudence, les énergies renouvelables étant exclues de la consommation d'énergie de chauffage de ce pays.

Source : calculs SDES, d'après SDES, AIE

partie 4

# Quels facteurs d'évolution dans les transports ?



## partie 4 : quels facteurs d'évolution dans les transports ?

Les émissions du transport de voyageurs ont crû de 9 % entre 1990 et 2017 en France, malgré l'amélioration des performances des véhicules. Au sein du G7, seuls le Japon et l'Italie présentent toutefois des émissions inférieures, rapportées au nombre d'habitants. Dans le transport de marchandises, des améliorations logistiques et techniques ont permis de stabiliser les émissions depuis le début des années 2010. Cette partie analyse successivement le transport de passagers puis celui de marchandises.

### L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES VÉHICULES PARTICULIERS ET L'INCORPORATION DE BIOCARBURANTS ONT PERMIS DE DIMINUER LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU TRANSPORT DE VOYAGEURS

Le transport de voyageurs est à l'origine de l'émission de 75 MtCO<sub>2</sub> en 2017, soit 24 % des émissions nationales dues à la combustion d'énergie. Le transport individuel routier (voitures particulières et deux-roues) est largement prédominant, représentant 92 % de ces émissions en 2017, contre 4 % pour le transport collectif terrestre (routier et ferroviaire) et 3 % pour les vols intérieurs (graphique 13).

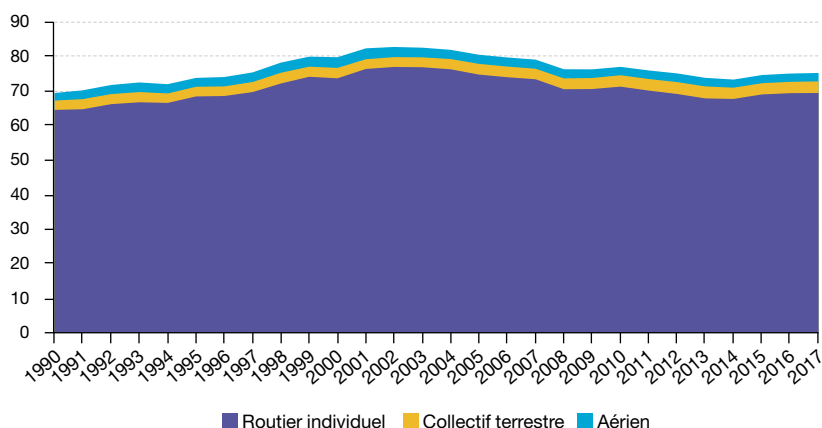
Les émissions du transport individuel routier ont crû de 8 % entre 1990 et 2017. Deux sous-périodes se distinguent : jusqu'au début des années 2000, les émissions s'accroissent de manière quasiment proportionnelle au nombre de voyageurs-kilomètres ; à partir de 2003, la tendance est à la baisse (-1,2 % par an en

moyenne entre 2003 et 2013). Depuis 2014, ces émissions de CO<sub>2</sub> repartent cependant à la hausse.

Cette consommation, très liée au volume de déplacements mesuré en voyageurs-kilomètres, est tirée à la baisse par l'amélioration technologique des véhicules particuliers, la consommation par véhicule-kilomètre ayant diminué de 0,9 % par an en moyenne depuis 1990 (hors véhicules immatriculés à l'étranger) - (graphique 14). La baisse du taux moyen d'occupation des véhicules de 1,78 passager en 1990 à 1,57 en 2017 a toutefois joué en sens inverse, même si ce taux tend à se stabiliser aujourd'hui. Le développement de l'incorporation de biocarburants depuis 2005 a par ailleurs contribué à la baisse des émissions depuis cette date. À plus court terme, c'est principalement le fort rebond de la demande en transport (mesurée en voyageurs-kilomètres) qui explique l'augmentation des émissions depuis 2014, alors que les gains d'efficacité énergétique présentent un relatif ralentissement.

Graphique 13 : émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs en France entre 1990 et 2017

En MtCO<sub>2</sub>



Champ : tous modes, y compris véhicules étrangers, hors transport aérien international.  
Source : calculs SDES

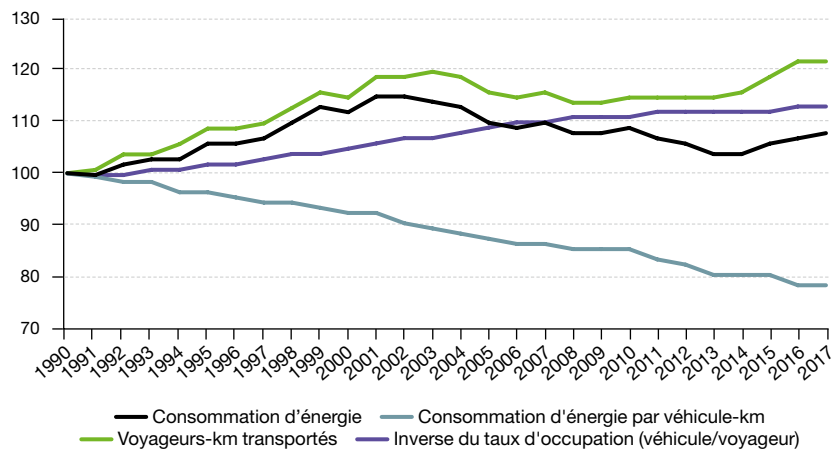
Même si elles refluent légèrement depuis 2012, les émissions des transports collectifs terrestres ont, quant à elles, augmenté globalement de 25 % entre 1990 et 2017, en raison du nombre de voyageurs-kilomètres transportés. Cette hausse

a toutefois été atténuée par la baisse du contenu carbone de l'énergie utilisée, liée, d'une part, à l'électrification croissante des transports collectifs, et, d'autre part, à la baisse du contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité elle-même.

## partie 4 : quels facteurs d'évolution dans les transports ?

**Graphique 14 : décomposition de l'évolution de la consommation d'énergie des voitures particulières immatriculées en France entre 1990 et 2017**

Indice base 100 en 1990



Source : calculs SDES

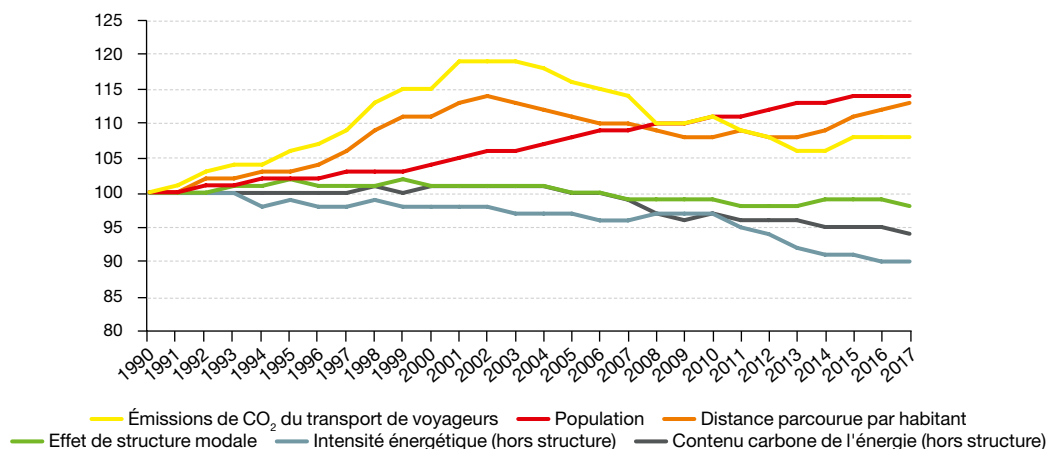
En 2017, les émissions du transport aérien (vols intérieurs en métropole) sont plus élevées de 12 % que ce qu'elles étaient en 1990. Elles ont crû dans les années 1990, puis diminué dans les années 2000, suivant les mouvements de l'activité (nombre de voyageurs-kilomètres transportés). Depuis 2010, elles tendent à se stabiliser, la baisse de la consommation

d'énergie par voyageur-kilomètre compensant à peu près le regain d'activité.

Tous modes confondus, les émissions du transport de voyageurs ont augmenté de 9 % entre 1990 et 2017, plus modérément que l'activité mesurée en voyageurs-kilomètres (+ 30 %) - (graphique 15).

**Graphique 15 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs en France entre 1990 et 2017**

Indice base 100 en 1990



Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
Champ : tous modes, y compris véhicules étrangers, hors transport aérien international.

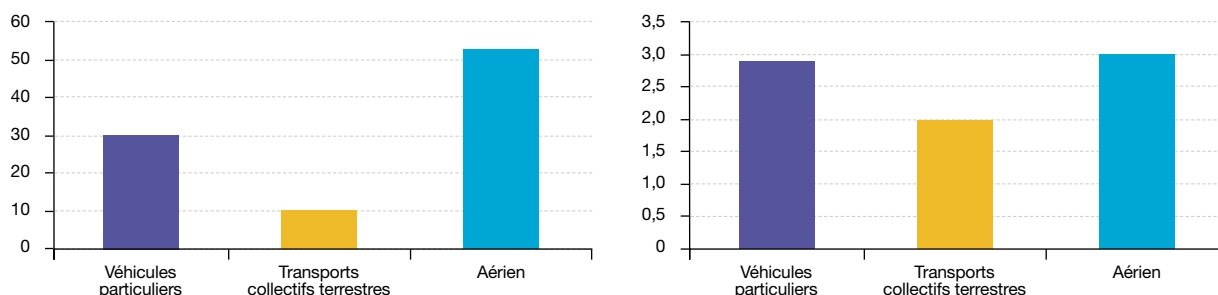
Source : calculs SDES

## partie 4 : quels facteurs d'évolution dans les transports ?

De manière synthétique, trois facteurs ont contribué à modérer les émissions. Le plus important est la baisse de l'intensité énergétique, de 0,4 % par an en moyenne (hors effet de structure modale), devant celle du contenu carbone de l'énergie consommée, de 0,2 % par an en moyenne (hors effet de structure modale). Sur la période, le report modal a un effet

neutre sur les émissions (-2 % sur l'intégralité de la période). La part modale des transports collectifs terrestres, dont la consommation d'énergie est moins élevée par voyageur-kilomètre et moins carbonée que celle des véhicules particuliers (*graphique 16*), a en effet peu évolué, passant de 16 % à 17 % entre 1990 et 2017.

**Graphique 16 : intensité énergétique (a) et contenu carbone moyen de l'énergie (b) pour différents modes en France en 2017**  
En tep par millions de voyageurs-km (a) En tCO<sub>2</sub>/tep (b)



Source : calculs SDES, d'après SDES, AIE

### AU SEIN DU G7, LE JAPON ET L'ITALIE ÉMETTENT MOINS DE CO<sub>2</sub> PAR HABITANT QUE LA FRANCE POUR LE TRANSPORT DE PASSAGERS

Hors transport aérien, les émissions associées aux transports de voyageurs dans le G7 sont de 2,1 tCO<sub>2</sub> par habitant et par an en 2016. Ce niveau moyen est 53 % supérieur à celui observé en France. Il est tiré à la hausse par la forte demande et la moindre efficacité énergétique du transport routier individuel aux États-Unis (*graphique 17*). À l'opposé, le Japon affiche la meilleure performance au sein du G7, grâce, d'une part, à un volume de déplacements limité et, d'autre part, à un plus grand développement des transports collectifs.

En limitant la comparaison à ses voisins européens, davantage comparables, la France apparaît mieux positionnée que l'Allemagne et le Royaume-Uni, mais moins bien que l'Italie. Le principal facteur discriminant entre ces pays est l'intensité énergétique (hors effet de structure modale), reflétant probablement en grande partie des différences entre les structures des parcs de véhicules individuels en termes de taille et de puissance. La distance parcourue par habitant est

proche en France de celle observée en Allemagne. Les transports collectifs sont relativement plus développés en France que dans les trois autres pays européens du G7, mais avec un effet modeste en termes d'émissions.

Enfin, le contenu carbone de l'énergie utilisée pour le transport est plus faible en France que chez ses voisins (et proche de la moyenne du G7), en raison d'un taux d'incorporation de biocarburants plus élevé et d'une électricité (utilisée dans le transport ferroviaire) à faible contenu carbone.

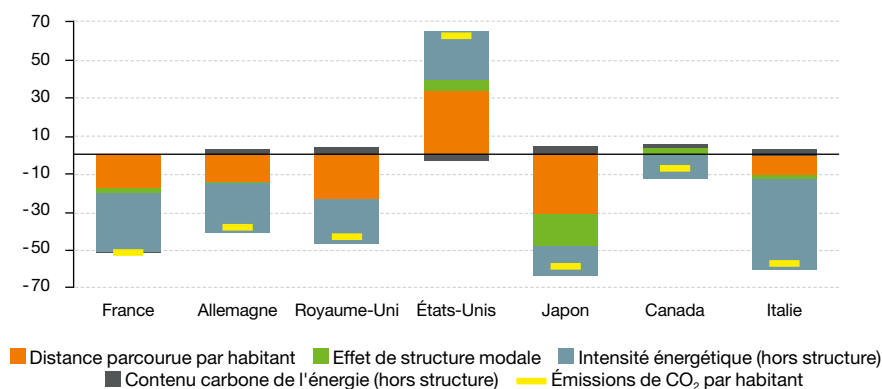
### DANS LE TRANSPORT DE MARCHANDISES, LES ÉMISSIONS TENDENT À SE STABILISER DEPUIS LA CRISE

Le transport de marchandises (y compris les véhicules utilitaires légers) - (*voir méthodologie*) est à l'origine de l'émission de 46 MtCO<sub>2</sub> en 2017, soit 14 % des émissions nationales dues à la combustion d'énergie. Encore davantage que pour les voyageurs, la route est largement prédominante, représentant 98 % de ces émissions en 2017, contre 1 % pour le ferroviaire et 1 % pour le fluvial (*graphique 18*).



**Graphique 17 : comparaison internationale des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant dans le transport de voyageurs en 2016 (hors transport aérien)**

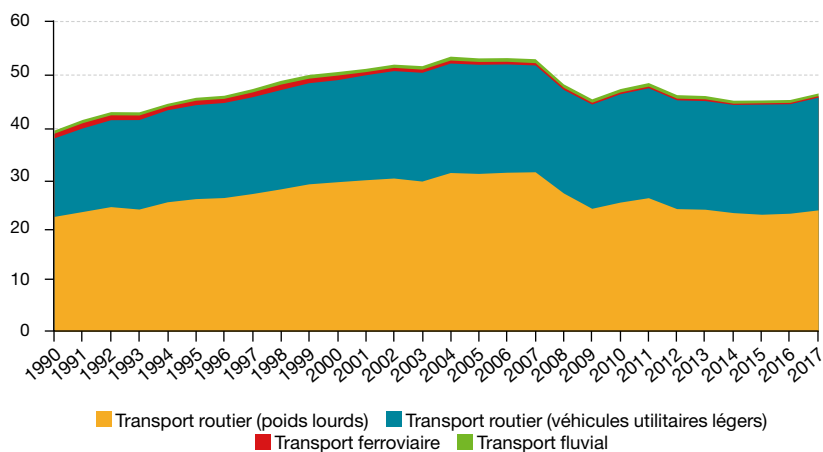
En % par rapport à la moyenne du G7



Source : calculs SDES, d'après AIE

**Graphique 18 : émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises en France entre 1990 à 2017**

En MtCO<sub>2</sub>



Champ : tous modes, y compris véhicules étrangers, hors transport aérien international.

Source : calculs SDES

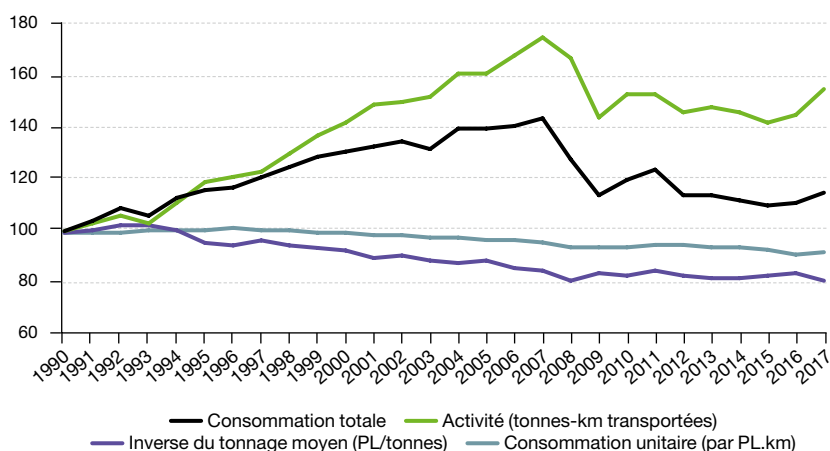
## partie 4 : quels facteurs d'évolution dans les transports ?

Les émissions du transport routier de marchandises sont directement liées à sa consommation d'énergie, presque encore exclusivement composée du gazole, même si, du fait de l'incorporation progressive de biodiesel dans ce dernier depuis 2005, ces deux grandeurs ne sont plus strictement proportionnelles. La consommation d'énergie du transport routier de marchandises a augmenté de manière quasi continue entre 1990 et 2008, avant de brutalement chuter sous l'effet de la crise économique. Depuis cette chute, la consommation reste globalement stable, puisqu'à une période de légère diminution a succédé un relatif rebond depuis 2015. Globalement, sur l'ensemble de la période 1990-2017, cette consommation a crû de 31 %, contre 56 % pour l'activité du secteur, mesurée en tonnes-kilomètres. Cet écart reflète une baisse de l'intensité énergétique (i.e. de la consommation d'énergie par tonne-kilomètre), de 0,6 % par an en moyenne.

Les poids lourds assurent 81 % du transport de marchandises. Leur consommation d'énergie a augmenté de 15 % entre 1990 et 2017 (*graphique 19*), leur activité (mesurée en tonne-kilomètre) augmentant de 55 %. Cela s'explique par une amélioration de l'efficacité énergétique des poids lourds (- 1,1 % par an). Celle-ci est elle-même imputable à deux facteurs : la croissance du chargement moyen par véhicule de 0,8 % par an en moyenne et la baisse, malgré cette hausse de l'import, de la consommation unitaire des poids lourds de 0,3 % par an.

Ces gains d'efficacité énergétique des poids lourds ont partiellement été compensés par le développement des véhicules utilitaires légers, qui consomment plus d'énergie par tonne-kilomètre transportée que les poids lourds. Leur consommation d'énergie a crû de 53 % entre 1990 et 2017, bien plus rapidement que celle des poids lourds.

**Graphique 19 : décomposition de l'évolution de la consommation d'énergie des poids lourds en France entre 1990 et 2017**  
Indice base 100 en 1990



Champ : poids lourds français et étrangers roulant en France.  
Source : calculs SDES

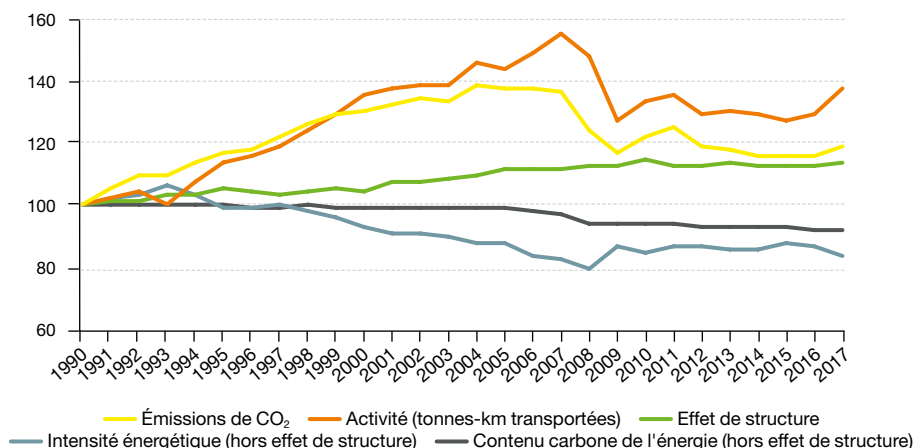
Les émissions du fret ferroviaire ont, quant à elles, décliné de 68 % entre 1990 et 2017. Cela s'explique par deux facteurs : d'une part, la baisse de l'activité du secteur, de 36 % globalement sur la période, qui résulte, au-delà de l'effet amplificateur de la crise de 2008-2009, d'une érosion progressive au cours des années 2000 ; d'autre part, la diminution du contenu carbone de l'énergie consommée, de 52 % sur la période, du fait à la fois de la tendance à l'électrification et de la baisse du contenu carbone de l'électricité

elle-même. Enfin, les émissions du fret fluvial ont diminué de 15 % entre 1990 et 2017, du fait du repli de l'activité du secteur de 6 % et de la baisse de son intensité énergétique de 10 %. Tous modes confondus, les émissions du transport de marchandises sont en hausse de 18 % entre 1990 et 2017. Au-delà de l'augmentation du nombre de tonnes-kilomètres transportées (+ 36 %), la modification de la structure modale a contribué à pousser à la hausse ces émissions, à hauteur de 13 % (*graphique 20*).

**partie 4 : quels facteurs d'évolution dans les transports ?**

**Graphique 20 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises en France entre 1990 et 2017**

Indice base 100 en 1990



Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
Source : calculs SDES

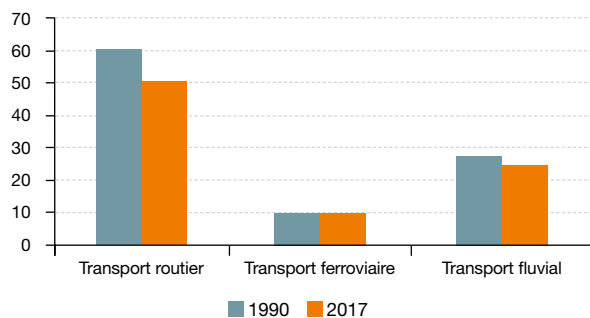
En effet, la part de la route a augmenté : elle est passée de 77 % en 1990 à 88 % en 2017, au détriment essentiellement du ferroviaire, alors que ce dernier mode présente une moindre intensité énergétique (et donc une meilleure efficacité) et émet moins de CO<sub>2</sub> par unité d'énergie puisque consommant principalement une électricité décarbonée (graphique 21).

À l'inverse, le principal facteur de maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub> de transport de marchandises sur la période 1990-2017 est la diminution de l'intensité énergétique, de 0,6 % par an en

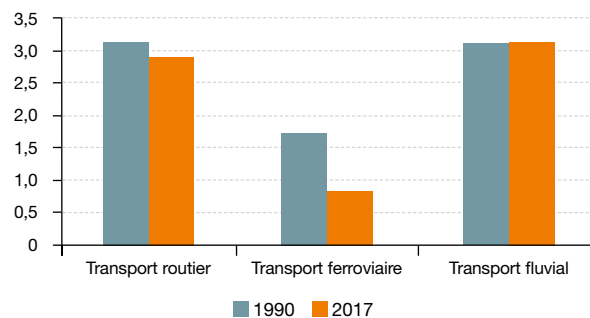
moyenne (hors effet de structure modale). La baisse du contenu carbone de l'énergie consommée a également contribué à la maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub>, à hauteur de - 0,3 % par an en moyenne (hors effet de structure modale). Cette diminution est en grande partie liée à l'incorporation de biocarburants dans le gazole consommé par les poids lourds. Le basculement d'une partie du transport ferroviaire de la traction diesel vers la traction électrique a également participé à la baisse des émissions de CO<sub>2</sub>, mais dans une moindre mesure.

**Graphique 21 : intensité énergétique (a) et contenu carbone moyen de l'énergie (b) pour différents modes en France en 1990 et 2017**

En tep/Mtkm (a)



En tCO<sub>2</sub>/tep (b)



Source : calculs SDES



partie 5

# Quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?



## partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif (hors celles liées au transport) ont baissé de 19% entre 1990 et 2017. L'amélioration des procédés de production, notamment dans l'industrie, et le recours croissant à des énergies peu carbonées sont les principaux facteurs explicatifs de cette baisse. La tertiarisation de l'économie, en partie imputable au remplacement d'une partie de la production domestique par des importations, y a toutefois également contribué.

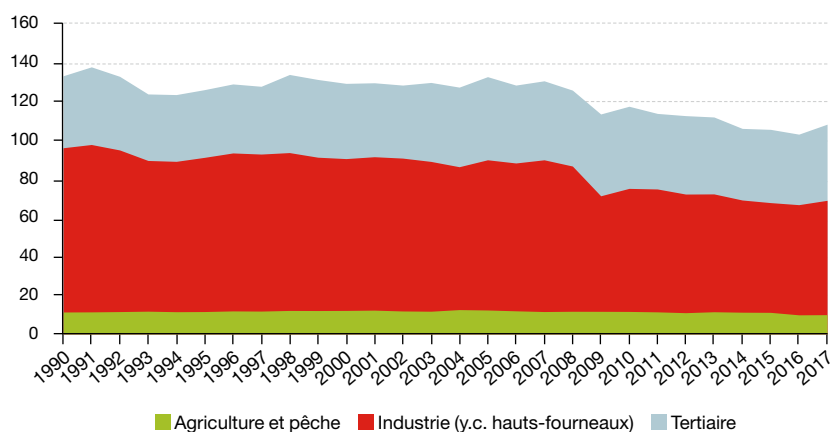
### PRÈS DE LA MOITIÉ DE LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU SECTEUR PRODUCTIF EST LIÉE À LA TERTIARISATION DE L'ÉCONOMIE

Pour mieux étudier le lien entre les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie et la production (PIB), le secteur productif (industrie, tertiaire et agriculture-pêche) est isolé dans cette partie. Les secteurs ici considérés comme productifs présentent l'avantage d'être reliés à une variable d'activité commune (la valeur ajoutée), ce qui permet d'identifier des effets de structure. La consommation d'énergie liée à l'usage de transport ainsi que les émissions associées sont exclues de

la présente analyse, étant étudiées dans la partie précédente. Le secteur productif représente 38 % de la consommation finale énergétique et 34 % des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie (y compris les émissions indirectes liées à l'électricité et à la chaleur), soit 108 Mt en 2017. Entre 1990 et 2017, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif ont globalement diminué de 19 % (graphique 22). Par secteur, la baisse s'est élevée à 30 % dans l'industrie et 12 % dans l'agriculture. Les émissions du tertiaire ont augmenté de 6 %, après un fort rebond en 2017 de la consommation en énergie (+ 3,4 %) d'une part, et du contenu carbone moyen de l'électricité d'autre part.

Graphique 22 : évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif en France entre 1990 et 2017

En MtCO<sub>2</sub>



Source : calculs SDES

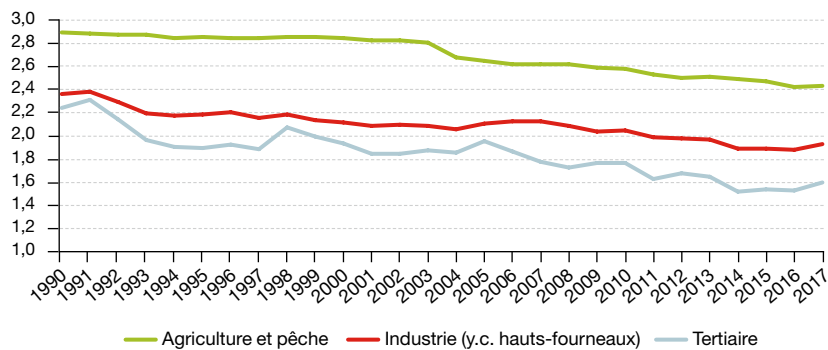
Cette baisse de long terme des émissions du secteur productif s'explique par celle du contenu carbone de l'énergie qu'il consomme. Ce dernier a décliné de 19% dans l'industrie, 29% dans le tertiaire et 16% dans l'agriculture (graphique 23). De manière générale, cette baisse de long terme reflète la progression des énergies décarbonées (nucléaire dans les années 1990 et énergies renouvelables à partir de 2005) au détriment des énergies fossiles, notamment le charbon (voir partie 1).

La consommation d'énergie du secteur productif, quant à elle, s'est établie en 2017 à un niveau proche de celle observée en 1990 (graphique 24). La baisse de la consommation de l'industrie (- 12%) a été en effet compensée par les hausses de celles du tertiaire (+ 49%) et de l'agriculture (+ 5%).

Dans le même temps, les valeurs ajoutées de l'agriculture, de l'industrie et du tertiaire ont augmenté de 24 %, 27 % et 61 %. Ainsi, les intensités énergétiques de ces trois secteurs ont respectivement diminué de 15 %, 31 % et 7 % (graphique 25).

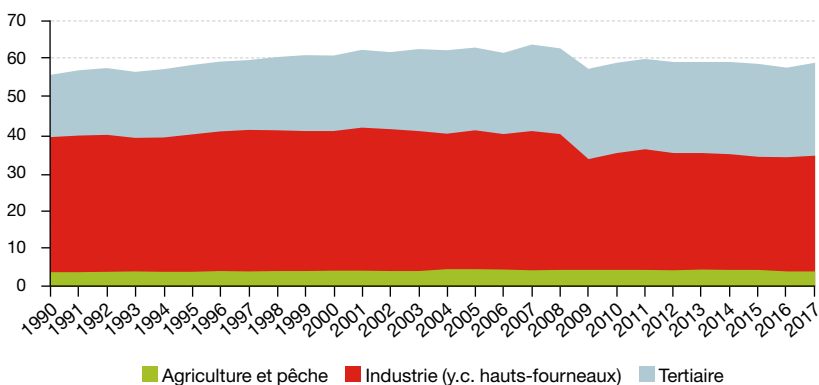
## partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?

**Graphique 23 : évolution du contenu carbone de l'énergie consommée par secteur en France entre 1990 et 2017**  
En tCO<sub>2</sub>/tep



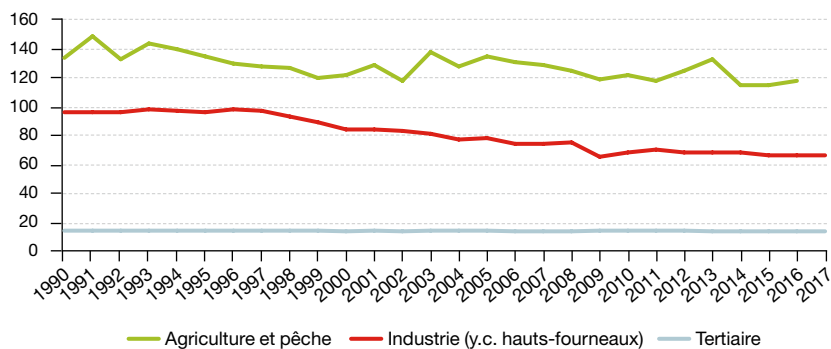
Source : calculs SDES

**Graphique 24 : consommation d'énergie du secteur productif en France entre 1990 et 2017**  
En Mtep (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

**Graphique 25 : évolution de l'intensité énergétique moyenne par secteur en France entre 1990 et 2017**  
En tep/M€2010 (données corrigées des variations climatiques)



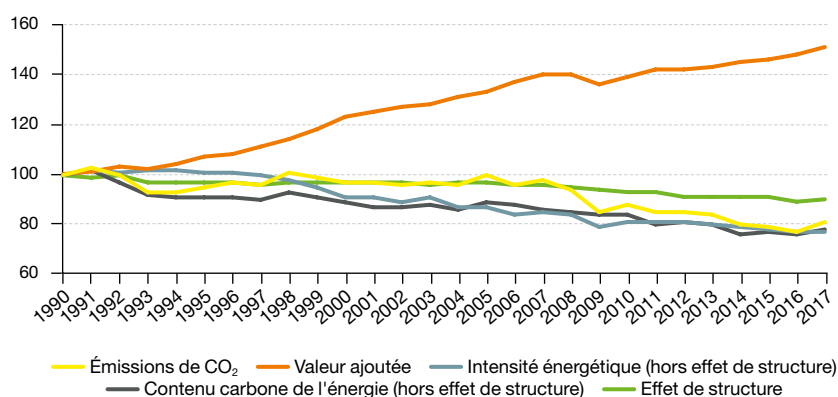
Source : calculs SDES

## partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?

L'intensité énergétique du secteur productif dans son ensemble a décru de 30 % entre 1990 et 2017, soit davantage que la moyenne des trois secteurs qui le composent. Cela s'explique par un effet de structure : la période est marquée par une augmentation de la part du secteur tertiaire (de 73 à 78 %), moins intensif en énergie que l'industrie et l'agriculture, dans l'économie. Lorsqu'on neutralise cet effet de structure, l'intensité énergétique du secteur productif apparaît avoir

diminué de 23 % (graphique 26). Le contenu en émissions de l'énergie consommée a, par ailleurs, également diminué de 22 %, hors effet de structure. L'effet de structure correspondant à la tertiarisation de l'économie a, quant à lui, contribué à hauteur de 10 % à la réduction des émissions. La combinaison de ces trois effets a ainsi plus que contrebalancé la hausse de 51 % de l'activité économique sur la période d'étude.

**Graphique 26 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif en France entre 1990 et 2017**  
Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
Source : calculs SDES

La baisse des émissions est concentrée sur la fin de la période, à partir de la fin des années 2000, avec un rythme moyen de - 1,9 % par an entre 2007 et 2017. Au-delà de la poursuite des gains d'efficacité énergétique, ceci est notamment lié au déploiement des énergies renouvelables. Leur part dans le mix énergétique du secteur productif a quasiment doublé depuis dix ans, cet effet s'ajoutant à la réduction des émissions indirectes associées aux consommations d'électricité et de chaleur (voir partie 1). La crise économique a également joué un rôle important, d'une part, au travers de son impact sur le PIB et, d'autre part, en accélérant la désindustrialisation de l'économie.

### LES FAIBLES ÉMISSIONS DU SECTEUR PRODUCTIF EN FRANCE SONT PRINCIPALEMENT LIÉES AU FAIBLE CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE

Les émissions du secteur productif, en 2016 et ramenées au nombre d'habitants, sont inférieures en France de 67 % à celles du G7 (graphique 27). Quatre facteurs permettent d'expliquer cet écart : des différences de valeur ajoutée par habitant, de structure de l'économie, d'intensités énergétiques par secteur

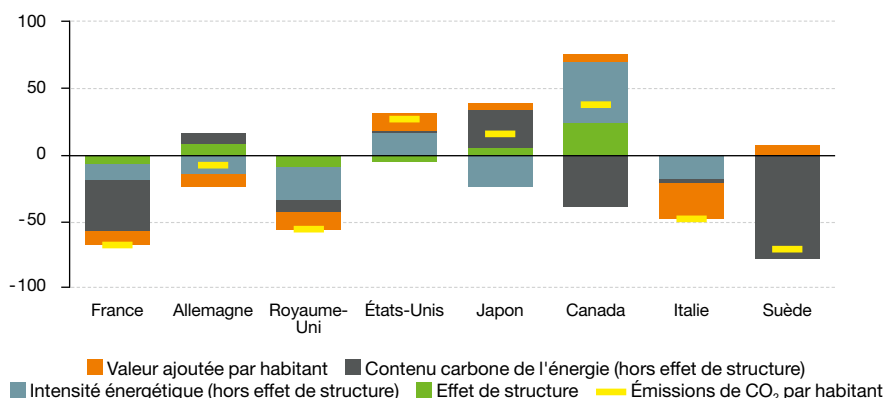
et de contenus carbone de l'énergie par secteur. Une partie de cette différence s'explique par une production de richesse par habitant légèrement inférieure aux autres économies.

Un autre effet, contribuant à un écart de 7 % en termes d'émissions, est lié à la structure du secteur productif, davantage tertiarisée en France (79 %) que dans l'ensemble du G7 (76 %). En effet, ce secteur est, à valeur ajoutée égale, bien moins émetteur que l'industrie ou l'agriculture (graphique 28). Seul le Royaume-Uni présente une part du tertiaire dans la valeur ajoutée supérieure (81 %). À l'inverse, les structures de l'économie sont plus émettrices au Japon et en Allemagne, pays dans lesquels l'industrie manufacturière conserve une place importante dans l'économie : leurs parts respectives dans la valeur ajoutée sont de 31 % et 29 %, contre 19 % en France. L'économie canadienne se distingue par ailleurs par la structure la plus émettrice parmi les pays du G7, les industries extractives, plus intensives en CO<sub>2</sub> que les autres secteurs, y étant particulièrement développées (gaz et pétrole, avec une croissance rapide des émissions associées à l'exploitation des sables bitumineux). Ce secteur y représente 27 % des consommations d'énergies fossiles de l'appareil productif.



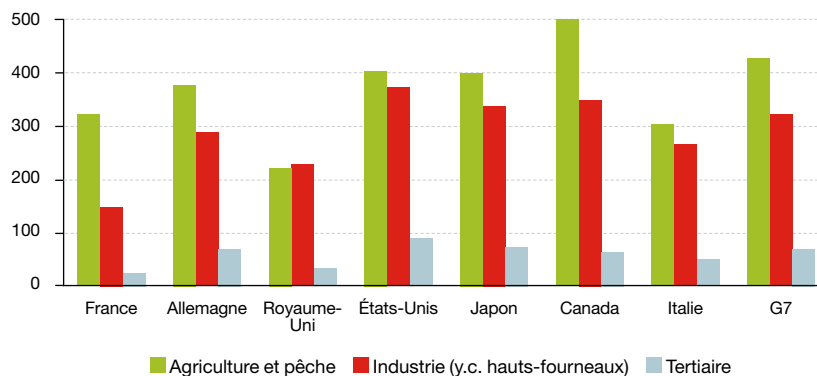
**partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?**

**Graphique 27 : comparaison internationale des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant dans le secteur productif en 2016**  
En % par rapport à la moyenne du G7



Source : calculs SDES, d'après AIE, Banque mondiale

**Graphique 28 : comparaison internationale des intensités carbone par secteur en 2016**  
En tCO<sub>2</sub>/M€2010



Source : calculs SDES, d'après AIE, Banque mondiale

Le facteur principal d'écart réside toutefois dans des émissions par valeur ajoutée (intensité carbone) bien inférieures à la moyenne du G7 pour chacun des grands secteurs économiques (*graphique 28*) : l'intensité carbone du tertiaire est inférieure de 66 %, et celle de l'industrie inférieure de 53 %. Ces différences d'intensité carbone traduisent des différences d'intensités énergétiques et de contenus carbone de l'énergie.

Une fois l'effet de structure neutralisé (*voir méthodologie*), l'intensité énergétique du secteur productif en France est inférieure de 17 % à celle du G7. Cette dernière est tirée à la hausse par des intensités énergétiques élevées aux États-Unis

et au Canada. Cette plus faible intensité est associée à un écart de 11 % en termes d'émissions.

Toujours hors effet de structure, le contenu carbone de l'énergie est en France 43 % moins élevé que dans l'ensemble du G7 : c'est ainsi le premier facteur contribuant à l'écart en termes d'émissions. Les émissions indirectes de l'électricité représentent 49 % des émissions du G7, contre seulement 13 % en France. Le contenu carbone moyen des autres énergies (fossiles et renouvelables) est quasiment identique en France à la moyenne du G7.

La suite de cette partie s'intéresse plus en détail au secteur industriel.

## partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?

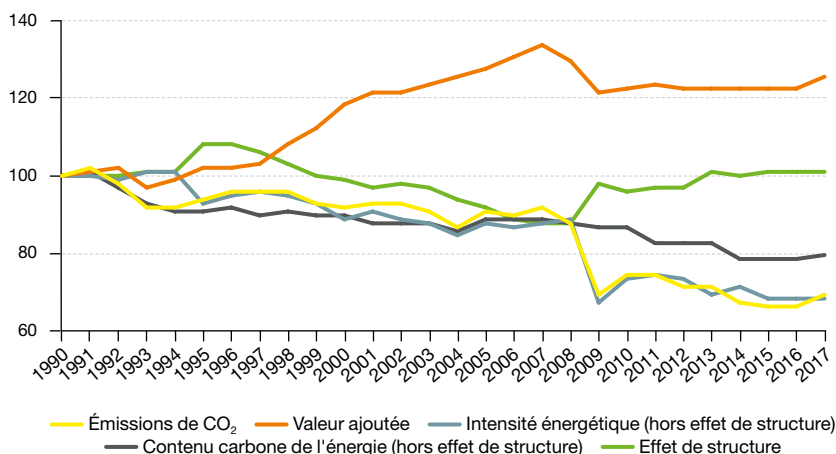
### LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DANS L'INDUSTRIE S'EXPLIQUE ESSENTIELLEMENT PAR UNE AMÉLIORATION DES PROCÉDÉS DE FABRICATION

Les émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie en France ont baissé de 30 % entre 1990 et 2017, alors que sa valeur ajoutée a progressé de 25 %. L'impact de la crise économique est manifeste, les émissions chutant fortement en 2009, puis continuant à décroître rapidement après 2010 dans un contexte de faible dynamisme de l'activité globale. Au-delà de la crise, la baisse de l'intensité énergétique joue un rôle déterminant dans celle des émissions de CO<sub>2</sub>. Hors effet de structure, elle atteint - 31 % entre 1990 et 2017, soit, en moyenne, - 1,3 % par an,

avec une accélération à - 1,9 % par an depuis 2005 (*graphique 29*). Cette diminution reflète une forte amélioration de l'efficacité énergétique des procédés de fabrication dans les différentes branches industrielles. Sur cette période, globalement, les réallocations internes à l'industrie (effet de structure) sont neutres sur son intensité énergétique. En effet, si jusqu'en 2007, le déclin de la métallurgie tend à faire baisser l'intensité énergétique industrielle, le relatif rebond de ce secteur depuis cette date ainsi que l'expansion de la chimie jouent en sens inverse en fin de période. La baisse du contenu carbone de l'énergie consommée de 21 % sur la période a également contribué à la diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, mais un peu plus modestement que l'intensité énergétique.

**Graphique 29 : facteurs d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie en France entre 1990 et 2017**

Indice base 100 en 1990



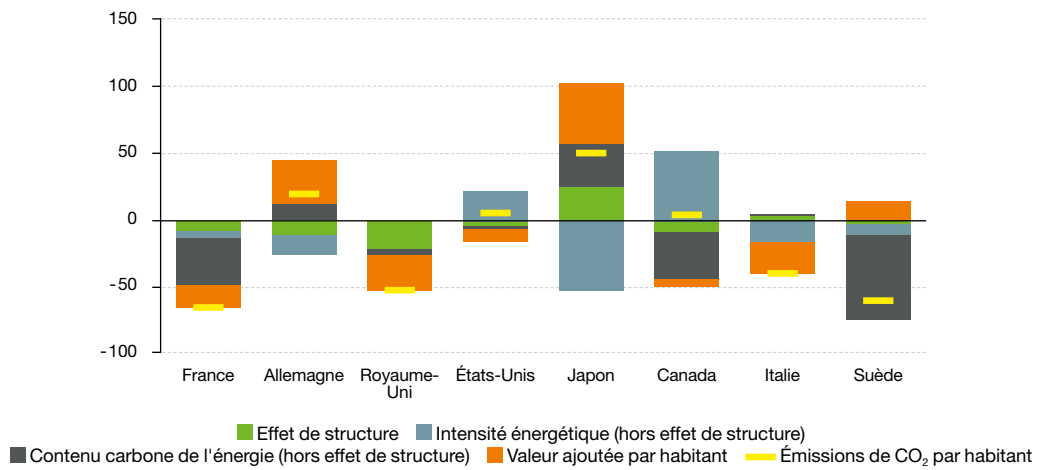
Note : les émissions de CO<sub>2</sub> sont égales, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
Source : calculs SDES

Ramenées au nombre d'habitants, les émissions de l'industrie sont en 2016 inférieures de 65 % à la moyenne du G7 (*graphique 30*). Le principal facteur de différenciation est le contenu carbone de l'énergie, inférieur de 35 % à celui dans les autres pays. La principale explication est la différence de contenu carbone de l'électricité, qui représente plus d'un tiers de la consommation finale. À cela s'ajoute la contribution de la valeur ajoutée industrielle par habitant (*voir précédemment*), inférieure en France de 17 % à la moyenne du G7. Cet effet d'activité industrielle est un des principaux facteurs des fortes émissions de l'industrie en Allemagne et au Japon. L'intensité énergétique de l'industrie en France se situe à un niveau proche de celle

du G7 (pour une structure identique). Elle y était inférieure en 2000 de 4 %, mais les gains d'efficacité depuis 1990 ont été plus rapides dans les autres pays (28 % à structure constante). Les spécificités de la structure de l'industrie française tirent à la baisse ses émissions, à hauteur de - 8 % par rapport à l'ensemble du G7. C'est le fait principalement de la place moins importante de la métallurgie (2 %, contre 4 %), secteur à l'intensité carbone la plus élevée. Elle est partiellement compensée par le poids plus important en France du secteur de l'agroalimentaire (13 %, contre en moyenne 9 %), lui aussi plus émetteur que la moyenne. À l'inverse, le Japon pâtit du poids important de la métallurgie dans sa structure industrielle.

**partie 5 : quels facteurs d'évolution dans le secteur productif ?**

**Graphique 30 : comparaison internationale des émissions de CO<sub>2</sub> par habitant dans l'industrie en 2016 et facteurs explicatifs**  
 En % par rapport à la moyenne du G7

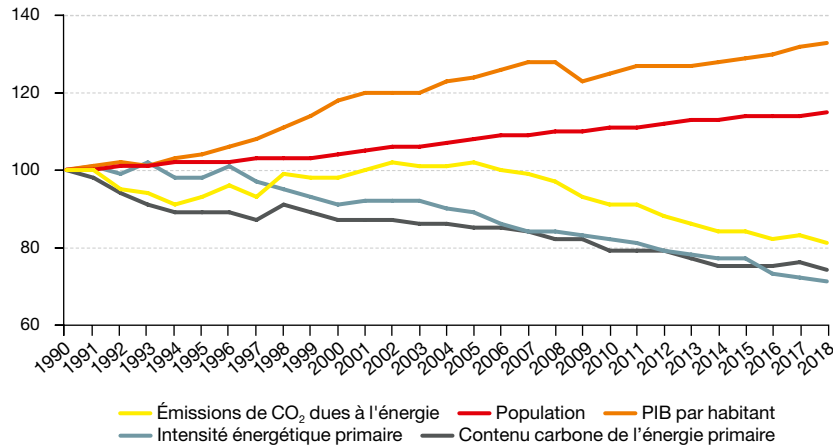


Source : calculs SDES, d'après AIE, Banque mondiale

# Données clés

## Décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie en France entre 1990 et 2018 suivant l'équation de Kaya

Indice base 100 en 1990 (données corrigées des variations climatiques)



Source : calculs SDES

## Baisse des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie entre 1990 et 2017

- ↘ 25 % dans le résidentiel
- ↘ 30 % dans l'industrie
- ↘ 12 % dans l'agriculture

## Augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie entre 1990 et 2017

- ↗ 9 % dans le transport de voyageurs
- ↗ 18 % dans le transport de marchandises (y compris véhicules utilitaires légers)
- ↗ 6 % dans le tertiaire

# Annexes

- Méthodologie et sources
- Définitions



# Méthodologie et sources

La principale source utilisée pour la France dans cette étude pour les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie est le *Bilan de l'énergie* établi par le service de la donnée et des études statistiques (SDES) du ministère de la Transition écologique et solidaire.

## Le champ géographique est la France métropolitaine.

Les émissions de CO<sub>2</sub> analysées ici sont celles émises à l'intérieur du territoire national, en excluant le transport maritime et aérien international, selon l'approche utilisée pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GES). Les émissions liées aux importations et localisées dans d'autres pays sont exclues de cette comptabilité, leur prise en compte relevant d'une approche différente (empreinte carbone). Le calcul des émissions de CO<sub>2</sub> repose toutefois sur des hypothèses moins fines en termes de facteurs d'émission que celles retenues pour les inventaires officiels nationaux, pouvant impliquer certaines divergences avec ces derniers.

Par ailleurs, seules les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie sont prises en compte : les émissions de CO<sub>2</sub> de certains procédés industriels sont ici exclues de l'analyse, tout comme les émissions d'autres gaz à effet de serre. Ainsi, le champ considéré couvre 70 % des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire national.

Les comparaisons internationales sont réalisées par rapport aux mêmes quantités additionnées sur l'ensemble des pays constitutifs du G7 : France, Allemagne, Canada, États-Unis, Italie, Japon et Royaume-Uni. Dans la partie 1, la Suède est ajoutée à titre de comparaison en raison de son mix énergétique singulier, mais n'entre pas dans le calcul. En raison de leur importance économique et démographique, les États-Unis ont un poids important dans le calcul de ces moyennes.

Pour les autres pays, les données sont issues de différentes bases de données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), renseignées annuellement par les pays membres :

- *Energy efficiency indicators, 2018 edition* ;
- *CO<sub>2</sub> Emissions from fuel combustion, 2018 edition* ;
- *World energy balances, 2018 edition*.

Dans un souci de cohérence, ces mêmes sources de données ont été utilisées pour la France pour les différentes comparaisons internationales (graphiques 3, 4, 5, 11, 12, 17, 27, 28 et 30).

Les émissions de CO<sub>2</sub> attribuées à chaque secteur de consommation finale (agriculture, industrie, tertiaire, résidentiel) incluent non seulement les émissions directes, c'est-à-dire celles liées à la combustion d'énergies fossiles, mais aussi les émissions indirectement liées à la consommation d'électricité

et de chaleur commercialisée. Les facteurs d'émission de l'électricité par secteur et, pour le résidentiel, par usage sont tirés de la base carbone de l'Ademe pour les années 2012 à 2016. Ils sont toutefois recalés pour que les émissions totales liées à la production d'électricité correspondent à celles calculées dans le *Bilan de l'énergie*. Les facteurs d'émission pour les années antérieures sont estimés en les faisant évoluer comme le contenu carbone de la production d'électricité. Le facteur d'émission de la chaleur commercialisée est supposé indépendant du secteur et de l'usage et est calculé à partir des données du *Bilan de l'énergie*. Dans les autres pays, un contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité supposé indépendant des usages a été utilisé, calculé à partir des données de l'AIE. Les émissions liées à la combustion de biomasse et de biocarburants sont considérées comme nulles, comme dans les inventaires officiels de gaz à effet de serre, car on considère que le carbone émis dans l'atmosphère a été prélevé au préalable dans l'atmosphère lors de la croissance de la plante.

Les données France sont corrigées des variations climatiques, afin de neutraliser les variations de besoins de chauffage liées aux fluctuations de températures. Plus précisément, les émissions et la consommation d'énergie prises en compte sont celles qui auraient été observées si les températures hivernales avaient été égales à la moyenne de celles observées entre 1986 et 2015.

Pour la France, les données de PIB et de valeur ajoutée par secteur sont issues des comptes nationaux, celles de population du recensement. Pour les autres pays, les données de PIB et population proviennent de la Banque mondiale, tandis que la répartition sectorielle de la valeur ajoutée industrielle provient de l'AIE.

Dans la partie 3, la répartition par usage de la consommation en chaque forme d'énergie du résidentiel est réalisée à l'aide de données du Ceren. Les données de nombre et de surface de logements sont issues des *Comptes du logement* du SDES. La série de population provient de l'Insee. La répartition de la consommation de gaz entre résidentiel et tertiaire, non disponible dans le *Bilan de l'énergie* avant 2000, a été rétropolée jusqu'en 1990, à partir de celle observée en 2000. De manière analogue, la répartition de la consommation de chaleur commercialisée entre résidentiel et industrie, non disponible dans le *Bilan de l'énergie* avant 2007, a été rétropolée jusqu'en 2000, à partir de celle observée en 2007. Avant 2000, la consommation de chaleur commercialisée n'est pas observée (les consommations de combustibles à des fins de production de chaleur étant directement attribuées aux secteurs de

consommation finale de cette chaleur). La répartition par usage des consommations est, pour les autres pays, issue de l'AIE sur les années 2000 à 2016.

Dans la partie 4, les données sont principalement issues des *Comptes du transport* du SDES. C'est le cas notamment des consommations d'énergie des véhicules routiers (véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers, poids lourds), qui sont calculées à partir de la circulation routière sur le sol français. Leur périmètre diffère donc quelque peu de celui du *Bilan de l'énergie*, qui estime les consommations à partir de l'observation des ventes de carburants en France. De même, il diffère du périmètre des inventaires nationaux d'émissions de gaz à effet de serre. En effet, les conventions internationales imposent pour ceux-ci un calage global sur les ventes de carburants et non sur les consommations. La différence peut s'interpréter comme la somme d'un solde aux frontières et d'un écart statistique.

Toute la consommation d'énergie des véhicules utilitaires légers est attribuée au transport de marchandises, ce qui est une hypothèse simplificatrice, ces véhicules servant aussi au transport de passagers. Les résultats sont de ce fait significativement modifiés par rapport à la précédente édition de cette publication, qui excluait les véhicules utilitaires légers de l'analyse.

La répartition des consommations d'énergie et des émissions du mode ferroviaire entre voyageurs et marchandises est tirée de la base Odyssee de l'Ademe.

Dans la partie 5, l'industrie comprend l'industrie manufacturière et le secteur de la construction. Les hauts-fourneaux, considérés dans le *Bilan de l'énergie* comme faisant partie du secteur de l'énergie, ont été réintégrés ici dans le secteur industriel. La ventilation de la consommation d'énergie au sein de l'industrie est celle utilisée par l'AIE pour l'élaboration de ses statistiques énergétiques : elle distingue 12 sous-secteurs industriels. Pour la comparaison internationale, les industries extractives ont en revanche été exclues de l'industrie et sont traitées comme un secteur à part. Son poids est particulièrement élevé au Canada, aux États-Unis et dans le Royaume-Uni, principalement en lien avec l'extraction de pétrole et de gaz naturel.

Cette étude comprend plusieurs **décompositions** de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie (émissions totales françaises ou d'un secteur en particulier). Les émissions sont décomposées comme étant le produit de plusieurs facteurs qui comprennent, en général, un indicateur d'activité (intensif ou extensif), l'intensité énergétique (ratio de la consommation

d'énergie à cet indicateur), le contenu carbone de l'énergie (ratio des émissions à la consommation d'énergie) et, le cas échéant, un effet de structure. La décomposition est présentée en base 100 en 1990 ; ainsi, l'indice représentant l'évolution des émissions est égal au produit des indices correspondant aux différents facteurs (à une puissance de 100 près).

L'effet de structure correspond aux conséquences de l'évolution de la structure interne d'un ensemble de secteurs, par opposition aux effets « purs » d'intensité (énergétique ou carbone). Cet effet de structure capte, par exemple, la contribution de la tertiarisation à la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> liée au fait que dégager un euro de valeur ajoutée dans le tertiaire nécessite de moins émettre de CO<sub>2</sub> en moyenne que dans l'industrie ou l'agriculture. Le calcul de cet effet se fait grâce à la méthode LMDI (*log mean divisia index*). Cette méthode, qui permet une décomposition parfaite (sans résidu), est usuelle pour l'analyse des émissions de CO<sub>2</sub> et des consommations d'énergie. La méthode LMDI est également utilisée dans les parties 1 et 2 pour décomposer le contenu carbone de l'énergie primaire en les facteurs suivants : le contenu carbone des énergies fossiles, la contribution du nucléaire et celle des énergies renouvelables. Cet effet dépend de la structure retenue et ne traduit pas les effets internes à chacune des divisions de cette structure.

À titre d'exemple, les formules appliquées pour la décomposition des émissions d'un agrégat donné entre les contributions de l'activité (D<sub>act</sub>), de l'effet de structure (D<sub>str</sub>), de l'intensité énergétique « pure » (D<sub>int</sub>), et du contenu carbone de l'énergie « pur » (D<sub>CO2</sub>) entre l'année 0 (ici, 1990) et l'année t (ici, 2017) sont décrites ci-dessous :

Les émissions totales de l'agrégat sont notées CO<sub>2</sub> et son indicateur d'activité (ici la valeur ajoutée) est VA. L'agrégat est divisé en i secteurs, chacun avec des émissions CO<sub>2i</sub>, une consommation énergétique E<sub>i</sub>, une part dans l'activité totale S<sub>i</sub>=VA<sub>i</sub>/VA, un contenu carbone moyen de l'énergie C<sub>i</sub>=CO<sub>2i</sub>/E<sub>i</sub> et une intensité énergétique I<sub>i</sub>=E<sub>i</sub>/VA<sub>i</sub>, de sorte que les émissions totales s'expriment pour chaque année t par :

$$S_i = \frac{VA_i}{VA}$$

$$I_i = \frac{E_i}{VA_i}$$

$$C_i = \frac{CO_{2i}}{E_i}$$

$$CO_2^t = VA^t \times \sum_i (S_i^t \times I_i^t \times C_i^t)$$

Les différents facteurs sont exprimés par :

$$D_{Act} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{VA^{2017}}{VA^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{Str} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{S_i^{2017}}{S_i^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{CO_2} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{C_i^{2017}}{C_i^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{Int} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{I_i^{2017}}{I_i^{1990}} \right) \right)$$

où  $w_i$  exprime un poids de chaque sous-secteur dans les réductions d'émissions :

$$w_i = \frac{(CO_{2i}^{2017} - CO_{2i}^{1990})}{(CO_2^{2017} - CO_2^{1990})} \times \frac{\log(CO_2^{2017}) - \log(CO_2^{1990})}{\log(CO_{2i}^{2017}) - \log(CO_{2i}^{1990})}$$

et l'on vérifie que :

$$\frac{CO_2^{2017}}{CO_2^{1990}} = D_{Act} \times D_{Str} \times D_{Int} \times D_{CO_2}$$

La méthode est appliquée ici à l'ensemble du secteur productif en distinguant l'agriculture, les industries extractives, l'industrie manufacturière (dont la construction) et le tertiaire ; à l'industrie manufacturière en distinguant 11 sous-secteurs ; aux transports (de marchandises et de voyageurs) en distinguant les différents modes (route, ferroviaire, etc.).

Pour les graphiques de comparaisons internationales (graphiques 3, 4, 12, 17, 27 et 30), les différents facteurs sont transformés de manière à obtenir des effets additifs, toujours selon la méthode LMDI (*log mean divisia index*).



# Définitions

**Bouquet énergétique** : appelé aussi **mix énergétique**, il s'agit de la répartition de la consommation d'énergie entre sources d'énergie.

**Efficacité et intensité énergétiques** : l'**efficacité énergétique** est le rapport entre le résultat d'une activité et l'énergie consacrée à cette activité, tandis que l'**intensité énergétique** est le rapport inverse. Au niveau macroéconomique, l'intensité énergétique est ainsi définie comme le ratio de la consommation d'énergie au PIB.

**Énergie primaire** : l'énergie primaire est l'énergie tirée de la nature (soleil, fleuves, vent) ou contenue dans les produits énergétiques tirés de la nature (comme les combustibles fossiles ou le bois) avant transformation.

**Consommation d'énergie finale** : énergie consommée par les utilisateurs finaux, ménages ou entreprises (hors branche de l'énergie) sous différentes formes (électricité, combustibles fossiles ou renouvelables, chaleur).

**Contenu carbone de l'énergie** : rapport entre les émissions de CO<sub>2</sub> et la quantité d'énergie consommée.

**Tonne équivalent pétrole (tep)** : unité de mesure usuelle de l'énergie. C'est l'énergie produite par la combustion d'une tonne de pétrole moyen, soit environ 42 gigajoules (GJ).



### **Conditions générales d'utilisation**

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1er juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

**Dépôt légal** : septembre 2019  
**ISSN** : 2557-8138 (en ligne)

**Directeur de la publication** : Sylvain Moreau  
**Coordination éditoriale** : Amélie Glorieux-Freminet  
**Maquettage et réalisation** : Agence Efil, Tours



**Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France de 1990 à 2017**  
Facteurs d'évolution et éléments de comparaison internationale

En France, les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie ont diminué, à climat constant, de 19 % entre 1990 et 2018. Cette publication vise à identifier les rôles respectifs de l'activité économique, de l'efficacité énergétique et du bouquet énergétique dans cette évolution, pour chacun des grands secteurs émetteurs. À travers une comparaison internationale quantifiée, elle met en lumière certaines spécificités des niveaux d'émissions français.

Le recours à des énergies moins carbonées que par le passé explique la majeure part de la baisse de 25 % des émissions du résidentiel. Les consommations d'énergie par habitant dans les logements des pays voisins sont comparables, mais le contenu carbone de l'énergie consommée y est supérieur.

Malgré l'amélioration des performances des véhicules particuliers et des poids lourds, les émissions du transport ont crû de 12 % entre 1990 et 2017. Le recours aux biocarburants et les réductions des consommations unitaires n'ont pas suffi à compenser la hausse de l'activité de transport de passagers et de marchandises. La modification de la structure modale du transport de marchandises, vers davantage de poids lourds et de véhicules utilitaires légers, a aussi tiré les émissions à la hausse.

La tertiarisation de l'économie et surtout la décarbonation du mix énergétique sont plus avancées en France que dans le reste du G7. Ces deux facteurs, en conjonction avec des gains d'efficacité énergétique, ont contribué à faire baisser les émissions du secteur productif national de 19 % depuis 1990.



## Commissariat général au développement durable

Service de la donnée et des études statistiques  
Sous-direction des statistiques de l'énergie  
Tour Séquoia  
92055 La Défense cedex  
Courriel : [diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr](mailto:diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr)

[www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)

