

# Les facteurs d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie de 1990 à 2023

MARS 2026

# Les facteurs d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie de 1990 à 2023

## rédacteurs

Malo **Herry**  
Charlotte **Hiecque**  
Christophe **Meilhac**

Document édité par :  
Le service des données et études statistiques (SDES)

Directrice de publication : Bérengère Mesqui  
Rédacteur en chef : François Leray  
Coordination éditoriale : Claude Baudu-Baret

Infographie : Bertrand Gaillet  
Maquettage et réalisation : Agence Efil, Tours

## 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> liées à la combustion d'énergie en France métropolitaine, 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 émetteur (résidentiel, transports, secteur productif).

— **Bérengère Mesqui**

CHEFFE DU SERVICE DES DONNÉES ET ÉTUDES STATISTIQUES (SDS) PAR INTÉRIM

## sommaire

▪ <b>Avant-propos</b>	<b>3</b>
▪ <b>Synthèse et données clés</b>	<b>5</b>
▪ <b>Partie 1</b>	
<b>Une baisse de 27 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie entre 1990 et 2023</b>	<b>9</b>
▪ <b>Partie 2</b>	
<b>Une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en France malgré la croissance de la population et du PIB</b>	<b>13</b>
La baisse des émissions de CO <sub>2</sub> s'explique par la réduction de l'intensité énergétique et du contenu carbone de l'énergie consommée .....	14
La réduction du contenu carbone de l'énergie consommée est principalement due au développement du nucléaire dans les années 1990 et des énergies renouvelables depuis 2007.....	15
▪ <b>Partie 3</b>	
<b>Des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel</b>	<b>17</b>
Les émissions de CO <sub>2</sub> du résidentiel baissent tendanciellement depuis 2005, sous l'effet de la stabilisation de la consommation d'énergie et de la baisse de son contenu carbone .....	18
Les émissions de CO <sub>2</sub> liées au chauffage diminuent régulièrement depuis 2005, malgré l'augmentation du nombre et de la surface des logements .....	21
▪ <b>Partie 4</b>	
<b>Stabilité des émissions dans les transports</b>	<b>23</b>
L'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules particuliers et l'incorporation de biocarburants ont permis de réduire légèrement les émissions de CO <sub>2</sub> du transport de voyageurs .....	24
Les émissions du transport de marchandises repassent sous leur niveau d'avant-crise sanitaire .....	27
▪ <b>Partie 5</b>	
<b>Une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007</b>	<b>31</b>
La tertiarisation de l'économie accélère la baisse des émissions de CO <sub>2</sub> du secteur productif .....	32
La baisse des émissions de CO <sub>2</sub> dans l'industrie s'explique essentiellement par une amélioration des procédés de fabrication .....	34
▪ <b>Annexes</b>	<b>37</b>
Méthodologie et sources .....	38
Définitions.....	42

# Synthèse et données clés



### LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> LIÉES À L'ÉNERGIE BAISSENT DEPUIS 2005, SOUS L'EFFET DE LA RÉDUCTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DE LA PART DES ÉNERGIES FOSSILES DANS LE BOUQUET ÉNERGÉTIQUE FRANÇAIS

En France métropolitaine, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie (émissions directes et émissions induites par la production d'électricité et de chaleur), corrigées des variations climatiques, ont diminué de 27 % entre 1990 et 2023. Globalement stables jusqu'au milieu des années 2000, la baisse des émissions ne débute véritablement qu'à partir de 2005.

Plusieurs facteurs contribuent, dans des sens et des proportions différentes, à l'évolution observée sur la période 1990-2023. La croissance de la population (+ 17 % en 33 ans) et la hausse du PIB par habitant (+ 40 %) ont en effet été plus que compensées par l'amélioration de l'intensité énergétique de l'économie, ratio entre le PIB et l'énergie primaire consommée (- 40 %) et par la réduction du contenu carbone moyen de l'énergie consommée (- 27 %). Ce dernier facteur, qui correspond à la diminution de la part des énergies fossiles dans le bouquet énergétique primaire français, s'explique notamment par le développement du parc nucléaire dans les années 1990, et par l'essor des énergies renouvelables depuis 2007.

### LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU RÉSIDENTIEL DIMINUENT TENDANCIELLEMENT GRÂCE AU RECOURS À DES ÉNERGIES DE CHAUFFAGE MOINS CARBONÉES ET À L'AMÉLIORATION DES PERFORMANCES THERMIQUES DES LOGEMENTS

Les émissions du secteur résidentiel ont diminué de 44 % entre 1990 et 2023, avec une baisse de 48 % concentrée sur la période 2005-2023. Elles sont très majoritairement liées à l'usage du chauffage. La baisse des émissions du secteur s'explique principalement par le recours à des énergies moins carbonées pour le chauffage, notamment le bois et les pompes à chaleur au détriment du fioul domestique, ainsi que par la décarbonation du bouquet de production électrique qui accompagne l'usage croissant de l'électricité dans le résidentiel.

À cette baisse du contenu carbone moyen de l'énergie consommée (- 44 % en 33 ans) s'ajoute l'amélioration des performances thermiques des nouveaux logements et les efforts de rénovation du parc existant qui ont permis de faire sensiblement reculer la consommation de chauffage par mètre carré (- 42 %). Ces efforts ont cependant été largement atténués par la hausse de la surface totale des logements (+ 57 %), qui s'explique par les augmentations de la population et de la taille moyenne des logements, ainsi que par le recul du nombre de personnes par logement.

### DANS LES TRANSPORTS, L'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES VÉHICULES ET L'INCORPORATION DE BIOCARBURANTS ONT PERMIS DE DIMINUER LÉGÈREMENT LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Les émissions du transport de voyageurs ont diminué de 2 % entre 1990 et 2023. La chute historique de 19 % en 2020, du fait des limitations de déplacements liées à la crise, est partiellement compensée par la reprise de 2021 et 2022. Principal contributeur (94 % de ces émissions en 2023), le transport routier individuel a vu ses émissions croître de 16 % entre 1990 et 2002, puis diminuer de 15 % entre 2002 et 2023. Entre 1990 et 2023, le nombre de voyageurs-km transportés a augmenté de 24 % et le taux moyen de remplissage des véhicules particuliers est passé de 1,8 à 1,6 personne par véhicule. Ces deux facteurs ont contribué à l'augmentation des émissions du secteur, alors que l'amélioration de l'efficacité énergétique des voitures (- 25 %) et la baisse du contenu carbone de l'énergie consommée (- 8 %), notamment grâce à l'incorporation croissante de biocarburants, ont permis une légère baisse globale des émissions.

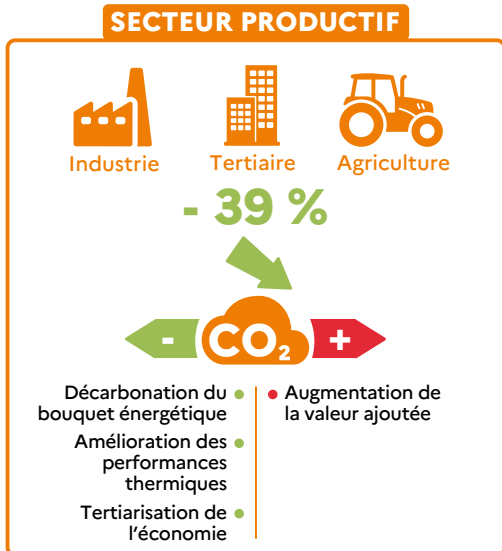
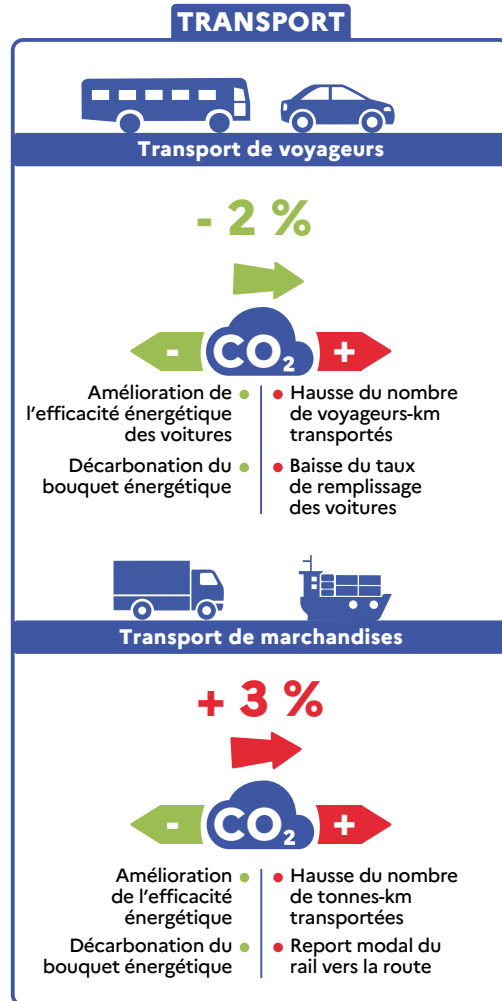
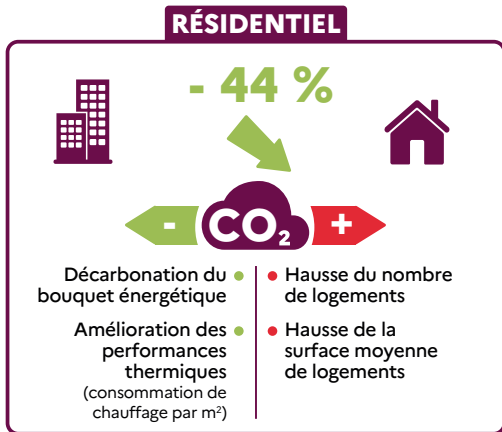
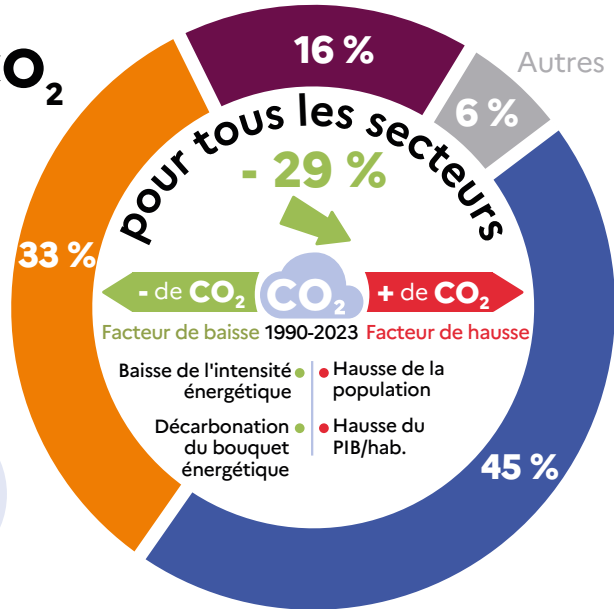
Les émissions du transport de marchandises ont globalement augmenté de 3 % entre 1990 et 2023. Les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises sont quasi stables depuis la crise de 2008, après avoir connu une croissance de 20 % entre 1990 et 2000, et une chute de 22 % entre 2007 et 2009. La hausse du nombre de tonnes-kilomètres transportées (+ 30 % en 33 ans) et le report modal du rail vers la route ont contribué à la croissance de ces émissions. À l'inverse, la diminution de l'intensité énergétique (- 23 %) et celle du contenu carbone de l'énergie consommée (- 9 %), en lien avec l'incorporation croissante de biocarburants depuis 2005, ont permis de maîtriser ces émissions.

### LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU SECTEUR PRODUCTIF SE RÉDUISENT DEPUIS 2007 AVEC L'AMÉLIORATION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET L'UTILISATION D'ÉNERGIES MOINS CARBONÉES

Dans le secteur productif, les émissions ont été réduites de 39 % en 33 ans : - 47 % dans l'industrie, - 28 % dans le tertiaire et - 10 % dans l'agriculture. L'essentiel de la baisse s'observe depuis 2007, avec une chute de 14 % en 2023, due notamment à la hausse des prix de l'énergie. Cette réduction est principalement liée à l'amélioration de l'intensité énergétique, c'est-à-dire la consommation d'énergie rapportée à la valeur ajoutée, dans l'ensemble des branches (- 44 % en 33 ans dans le secteur productif) ainsi qu'à l'utilisation d'une énergie moins carbonée (- 34 %). La tertiarisation de l'économie, en partie imputable au remplacement d'une partie de la production domestique par des importations, y a également contribué.

# Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie

Comment évoluent-elles en France entre 1990 et 2023 ?





partie 1

**Une baisse de 27 %  
des émissions de CO<sub>2</sub>  
liées à la consommation  
finale d'énergie entre  
1990 et 2023**



## partie 1 : une baisse de 27 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie entre 1990 et 2023

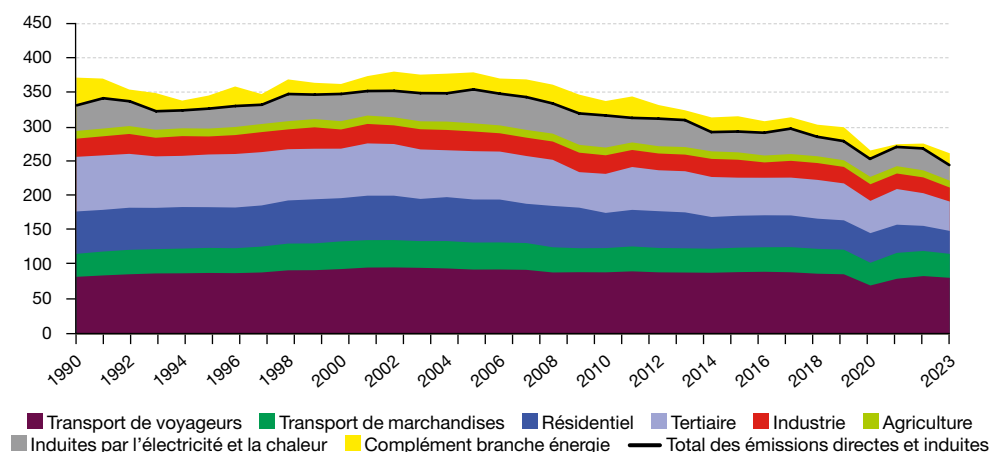
En France métropolitaine, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie, représentent environ les deux tiers des émissions de gaz à effet de serre (GES) totales de la France. Corrigées des variations climatiques, elles s'établissent à 261 MtCO<sub>2</sub> en 2023. L'essentiel de ces émissions est lié à la consommation finale d'énergie : 221 millions de tonnes (Mt) d'émissions directes<sup>1</sup> auxquelles s'ajoutent 21 MtCO<sub>2</sub> d'émissions induites par la consommation finale d'électricité et chaleur<sup>2</sup>. Les 18 MtCO<sub>2</sub> restant correspondent aux émissions résiduelles de la branche énergie (voir annexe « Méthodologie et sources »). Entre 1990 et 2023, l'ensemble des émissions liées à la combustion d'énergie baisse de 29 % ; celles liées à la consommation finale d'énergie diminuent de 27 % (- 24 % pour les émissions directes et - 44 % pour les émissions induites). Cette baisse est concentrée sur la période 2005-2023, pendant laquelle les émissions liées à la consommation finale d'énergie ont reflué de 31 %. Elle s'explique principalement par la forte baisse des émissions directes de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel (- 47 %) et de l'industrie (- 39 %). Les émissions induites par la consommation d'électricité et de chaleur baissent de 58 % sur cette même période 2005-2023 (graphique 1).

Dans la suite de cette publication, les émissions liées à la production d'électricité et de chaleur sont réaffectées aux secteurs consommateurs afin de donner une vision complète des émissions des secteurs. Ainsi, par exemple, les émissions directes du secteur résidentiel en 2023 s'élèvent à 33 MtCO<sub>2</sub> auxquelles on ajoute 8 MtCO<sub>2</sub> d'émissions induites par la consommation d'électricité et de chaleur de ce secteur (graphique 2).

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie entre 1990 et 2023 est en majorité due à deux secteurs : le résidentiel et l'industrie. Si les émissions du secteur résidentiel diminuent de 44 % sur la période, on peut distinguer deux phases dans leur évolution : elles augmentent d'abord de 8 % entre 1990 et 2005 en raison de la hausse des émissions induites, puis diminuent entre 2005 et 2023, les émissions directes et induites étant chacune divisées par deux (- 47 %). Pour le secteur productif, les émissions baissent entre 1990 et 2023, principalement grâce à la chute des émissions de l'industrie qui ont été quasiment divisées par deux (- 47 %). Les émissions du tertiaire et de l'agriculture diminuent également, mais de manière plus modérée (- 28 % et - 10 % respectivement). Les émissions liées au transport, qui sont

**Graphique 1 : émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie en France entre 1990 et 2023**

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



Note : les émissions liées à la consommation d'électricité ou de chaleur sont calculées en multipliant la consommation par un facteur d'émission calculé sur l'ensemble de la production d'électricité (voir méthodologie en annexe).

Champ : France hors DOM.

Source : calculs SDES

<sup>1</sup> On appelle « émissions directes » celles liées à la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole et gaz).

<sup>2</sup> Les émissions induites correspondent à celles liées à la consommation d'électricité et chaleur. Elles sont calculées en multipliant la consommation d'électricité et de chaleur par un facteur d'émission basé sur la production de ces énergies.



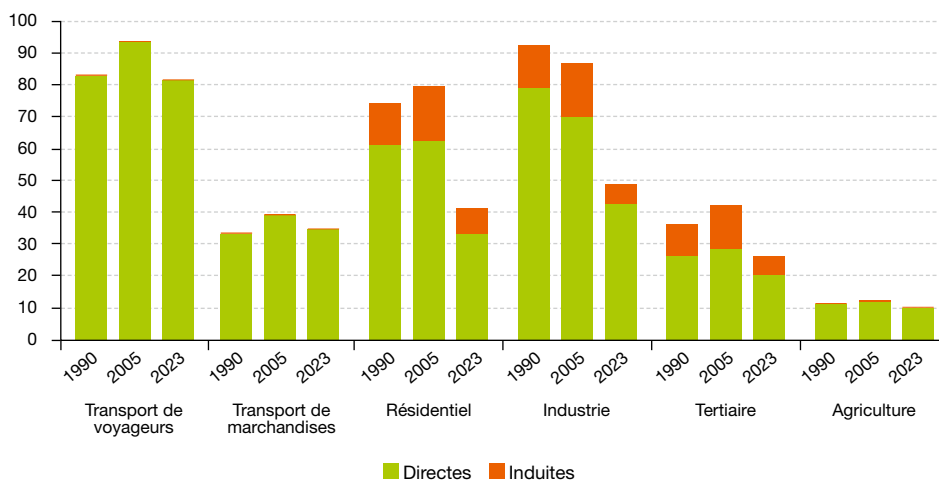
**partie 1 : une baisse de 27 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie entre 1990 et 2023**

quasi intégralement des émissions directes, retrouvent en 2023 le niveau de 1990 (- 2 % pour celles liées au transport des voyageurs, + 3 % pour les marchandises) après une augmentation entre 1990 et 2005 (*graphique 2*).

La part des différents secteurs de consommation finale dans les émissions s'est fortement modifiée depuis 1990, sous l'effet de ces trajectoires différenciées. Les parts du résidentiel et de l'industrie dans les émissions métropolitaines de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie ont toutes les deux diminué, passant

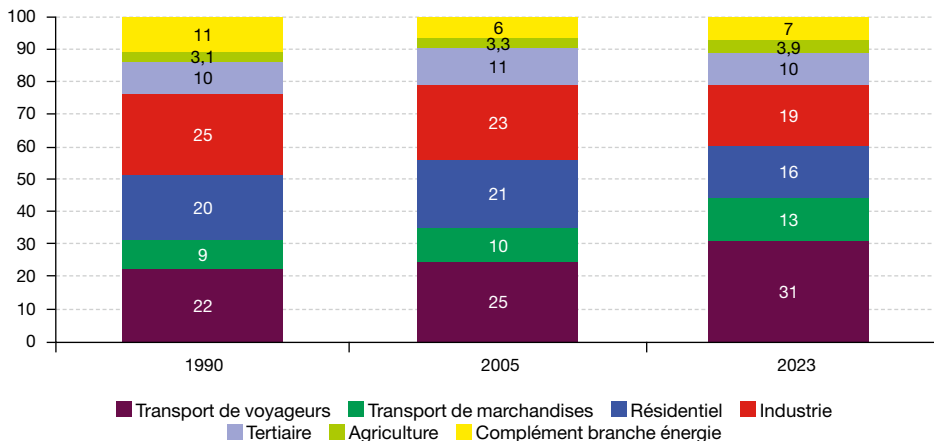
respectivement de 20 % et 25 % en 1990 à 16 % et 19 % en 2023. Celle du secteur tertiaire stagne à 10 %, du fait de la baisse plus faible de ses émissions, tandis que la part de l'agriculture atteint désormais 3,9 % en 2023, contre 3,1 % en 1990, pour cette même raison. Enfin, les transports, responsables de 32 % des émissions de CO<sub>2</sub> en 1990, en représentent 45 % en 2023, à cause de la stagnation de leurs émissions (*graphique 3*).

**Graphique 2 : émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie par secteur en 1990, 2005 et 2023**  
En MtCO<sub>2</sub> (données corrigées des variations climatiques)



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

**Graphique 3 : répartition des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie par secteur en 1990, 2005 et 2023**  
En % (données corrigées des variations climatiques)



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES



partie 2

# Une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en France malgré la croissance de la population et du PIB



## partie 2 : une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en France malgré la croissance de la population et du PIB

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France entre 1990 et 2023 s'explique par les fortes diminutions de l'intensité énergétique et du contenu carbone de l'énergie consommée qui ont plus que compensé la croissance démographique et la hausse du PIB par habitant. La diminution du contenu carbone de l'énergie consommée est elle-même liée au recul de la part des énergies fossiles, au profit du nucléaire et des énergies renouvelables.

### LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> S'EXPLIQUE PAR LA RÉDUCTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DU CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE

L'évolution des émissions peut être vue comme le résultat de l'évolution conjointe de la population, du PIB par habitant (en euros constants de 2020), de l'intensité énergétique de l'économie (énergie primaire par unité de PIB) et du contenu carbone de la consommation d'énergie primaire (émissions de CO<sub>2</sub> par unité de consommation d'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. La fraction  $\frac{PIB}{P}$  représente ainsi le PIB par habitant,  $\frac{E}{PIB}$  l'intensité énergétique et  $\frac{CO_2}{E}$  le contenu carbone de l'énergie.

Suivant cette décomposition, la baisse de 29 % des émissions liées à la combustion d'énergie entre 1990 et 2023 peut ainsi s'expliquer par celles de l'intensité énergétique de l'économie (- 40 %) et du contenu carbone moyen de la consommation d'énergie primaire (- 27 %), qui ont plus que compensé la croissance démographique (+ 17 %) et la hausse du PIB par habitant (+ 40 %) – (graphique 4).

Entre 1990 et 2023, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie ont diminué en moyenne de 1,1 % par an, mais cette tendance masque des dynamiques contrastées, marquées par trois périodes clés. La période 1990-2005 est caractérisée par une relative stabilité des émissions de CO<sub>2</sub>, alors que pendant la période 2005-2019 la décarbonation s'accélère avec un recul des émissions à un rythme de 2,0 % par an. Deux facteurs majeurs expliquent cette baisse : le ralentissement de la croissance économique par habitant (+ 0,7 % par an en moyenne sur la période 2005-2019, contre + 1,5 % sur 1990-2005) et une baisse plus soutenue de l'intensité énergétique primaire (- 1,9 % par an en moyenne sur 2005-2019, contre - 0,8 % sur 1990-2005). Le contenu

**Graphique 4 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'énergie en France entre 1990 et 2023 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. Normalisées à 100 en 1990, les émissions baissent de 29,5 %, pour atteindre 70,5 en 2023. Ce niveau relatif de 70,5 peut être obtenu en multipliant le niveau relatif de la population en 2023 par rapport à 1990 (116,6), avec celui du PIB par habitant (139,9), celui de l'intensité énergétique primaire (59,6) et celui du contenu carbone de l'énergie primaire (72,6), le tout divisé par 100<sup>3</sup>.

Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

## partie 2 : une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en France malgré la croissance de la population et du PIB

carbone de l'énergie primaire diminue de 1,0 % sur ces deux périodes.

Les années entre 2020 et 2022 ont constitué une période exceptionnelle sur les plans sanitaire, géopolitique et économique. L'année 2020 a été marquée par la pandémie de Covid-19. L'année 2021 a connu une reprise économique post-pandémie, rapidement éclipsée par la hausse brutale des prix de l'énergie, dans un contexte de déclenchement de la guerre en Ukraine en février 2022 et par la disponibilité réduite du parc nucléaire. Malgré un certain retour à la normalité en 2023, les tendances n'ont pas retrouvé les dynamiques de long terme. Ainsi, entre 2019 et 2023, la baisse moyenne annuelle des émissions s'élève à 3,3 %, principalement portée par une réduction de l'intensité énergétique (- 3,2 %) et par une réduction de la croissance par habitant (+ 0,2 %). La décarbonation progressive du bouquet énergétique se poursuit à un rythme sensiblement plus faible : - 0,7 % par an du contenu carbone de l'énergie.

### LA RÉDUCTION DU CONTENU CARBONE DE L'ÉNERGIE CONSOMMÉE EST PRINCIPALEMENT DUE AU DÉVELOPPEMENT DU NUCLÉAIRE DANS LES ANNÉES 1990 ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES DEPUIS 2007

L'analyse précédente peut être affinée en exprimant le contenu carbone de la consommation d'énergie primaire en fonction du contenu carbone des seules énergies fossiles

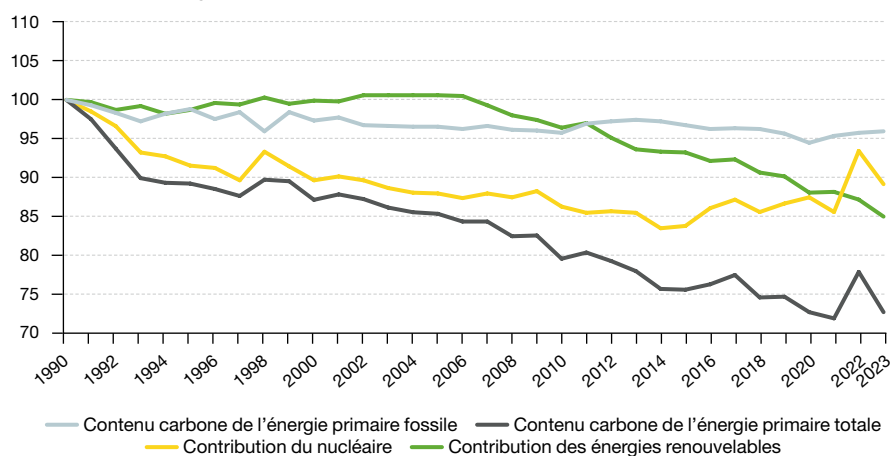
– le contenu carbone du nucléaire et des énergies renouvelables étant considéré comme négligeable – et de leur part dans le bouquet énergétique primaire. Cette part est elle-même détaillée en deux composantes : les contributions respectives du nucléaire et des énergies renouvelables à la diminution des énergies fossiles dans le bouquet énergétique (voir annexe « Méthodologie et sources »).

Sur la période 1990-2023, le contenu carbone de l'énergie primaire a diminué de 27 %, de 150 kgCO<sub>2</sub>/MWh en 1990 à 109 kgCO<sub>2</sub>/MWh en 2023. Cela s'explique principalement par la baisse de la part des énergies fossiles dans le bouquet énergétique primaire, de 56 % en 1990 à 42 % en 2023. Ce recul du poids des énergies fossiles s'explique d'abord par le déploiement des énergies renouvelables dont la part dans le bouquet énergétique passe de 8 % en 1990 à 17 % en 2023, mais également par la hausse de la production nucléaire primaire qui passe de 37 à 41 % dans le bouquet énergétique. L'évolution du contenu carbone des énergies fossiles (- 4 % en 33 ans) contribue bien plus faiblement à la diminution globale (graphique 5).

La production nucléaire d'électricité permet de diminuer le poids des énergies fossiles dans le bouquet énergétique. Cette contribution est surtout importante dans les années 1990, au cours desquelles plusieurs réacteurs ont été mis en service. Les variations de cette contribution sur les années récentes sont largement liées aux fluctuations de la production nucléaire, l'importance des opérations de contrôle et de maintenance pouvant varier d'une année sur l'autre.

### Graphique 5 : décomposition de l'évolution du contenu carbone de l'énergie primaire

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



Note : le contenu carbone de l'énergie primaire est égal, à un facteur 100 près, au produit des trois autres grandeurs représentées : le contenu carbone de l'énergie primaire fossile, et les contributions respectives du nucléaire et des énergies renouvelables.

Champ : France hors DOM.

Source : calculs SDES

À partir de 2014, la baisse de la production nucléaire contribue à un léger rebond des émissions (+ 7 % entre 2014 et 2023), bien que cet effet soit compensé par les contributions à la baisse des autres facteurs. Cela entraîne toutefois un ralentissement de la baisse du contenu carbone de l'énergie primaire sur cette période. C'est particulièrement le cas en 2022. En effet, l'arrêt prolongé de plusieurs réacteurs pour contrôle et réparations, à la suite de la détection fin 2021 de défauts sur les circuits de refroidissement (corrosion sous contrainte), a réduit de 9 % la contribution du nucléaire à la baisse du contenu carbone de l'énergie primaire par rapport à celle de 2021. Cette baisse de la production nucléaire a été compensée par un recours accru aux énergies fossiles, ce qui a entraîné une hausse du contenu carbone de l'énergie primaire de 8 %.

De même, la consommation primaire d'énergies renouvelables – qu'il s'agisse de production d'énergie renouvelable électrique, de chaleur renouvelable ou de consommations directes de telles énergies – participe à la réduction de la part des énergies fossiles dans le bouquet énergétique. La baisse est importante à partir de 2007, 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 2024*). 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.) : les niveaux élevés des productions hydraulique et éolienne en 2018 ont par exemple contribué de manière sensible (- 2 %) à la baisse des émissions cette année-là. Globalement, entre 2007 et 2023, la contribution des énergies renouvelables à la baisse des émissions est estimée à - 14 %.

La baisse du contenu carbone des énergies fossiles (- 4 %, à 258 kgCO<sub>2</sub>/MWh en 2023, contre 269 kgCO<sub>2</sub>/MWh en 1990) s'explique principalement par le développement du gaz naturel au détriment du charbon ou des produits pétroliers dans certains secteurs comme l'industrie, le résidentiel ou la production d'électricité. En effet, le gaz naturel émet moins de CO<sub>2</sub> que les autres formes d'énergie fossile pour fournir une même quantité d'énergie. Entre 1990 et 2023, sa part dans la consommation primaire d'énergies fossiles (hors usages non énergétiques) est passée de 21 % à 35 %, alors que celle du charbon a diminué de 17 % à 5 %. La modification du bouquet énergétique fossile a ainsi contribué à réduire son contenu carbone de 1,3 % depuis 2012.

partie 3

# Des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel



**partie 3 : des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel**

**Le secteur résidentiel a réduit ses émissions de CO<sub>2</sub> (y compris les émissions induites liées à l'électricité et au chauffage urbain) de 48 % entre 2005 et 2023, inversant ainsi la tendance observée entre 1990 et 2005, période durant laquelle ces émissions avaient augmenté de 8 %. Cette baisse résulte de plusieurs facteurs. La diminution du contenu carbone de l'énergie a été obtenue par la baisse de la consommation des produits pétroliers, l'électrification et le recours croissant aux énergies renouvelables thermiques. De plus, la décarbonation du bouquet de production d'électricité a permis de réduire les émissions tout en augmentant la consommation 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 2005, SOUS L'EFFET DE LA STABILISATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET DE LA BAISSÉ DE SON CONTENU CARBONE**

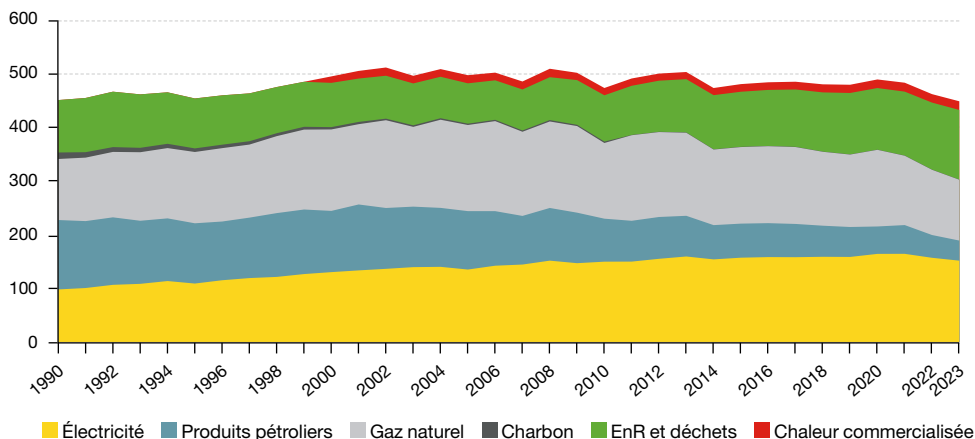
Corrigée des variations climatiques, la consommation d'énergie du secteur résidentiel représente 450 TWh en 2023, soit 29 % de la consommation nationale à usage énergétique<sup>3</sup>. Après avoir crû jusqu'au début des années 2000 (+ 13 % entre 1990 et 2002), elle tend depuis à se stabiliser, avec une évolution moyenne annuelle de - 0,4 % entre 2002 et 2019 (graphique 6). La crise sanitaire ayant forcé les ménages à passer plus de temps à leur domicile, la consommation d'énergie du secteur résidentiel rebondit de 2 % en 2020. Entre 2020 et 2023, la consommation d'énergie du secteur résidentiel diminue de 8 %, dans un contexte de hausse des prix de l'énergie et d'incitations à la sobriété énergétique. L'électricité représente aujourd'hui la première forme d'énergie utilisée dans le résidentiel, avec un tiers du total, devant les

énergies renouvelables, le gaz naturel, les produits pétroliers (fioul domestique et gaz de pétrole liquéfié), la chaleur commercialisée et le charbon. Ce bouquet a significativement évolué depuis 1990 : l'électricité et, dans une moindre mesure, les énergies renouvelables (pompes à chaleur, bois) se sont développées, au détriment des produits pétroliers et du charbon (ce dernier étant aujourd'hui quasiment absent de la consommation résidentielle). La part du gaz naturel est, elle, quasiment identique en 1990 et 2023. La consommation de chaleur, pour laquelle les données ne sont disponibles qu'à partir de 2000, augmente de 34 % entre 2000 et 2023, mais représente une faible part (3,6 % en 2023) de la consommation totale.

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel, corrigées des variations climatiques, s'élèvent en 2023 à 41 Mt (graphique 7), soit 16 % des émissions nationales dues à la combustion d'énergie. Elles sont composées de 80 % d'émissions directes (gaz : 57 % ; produits pétroliers : 23 %) et de 20 % d'émissions indirectes liées à la consommation d'électricité (13 %) et de chaleur commercialisée (7 %). Entre

**Graphique 6 : consommation d'énergie du secteur résidentiel par forme d'énergie**

En TWh (données corrigées des variations climatiques)



Note : les données pour la chaleur sont disponibles à partir de 2000 uniquement.  
Champ : France hors DOM.

Source : calculs SDES

<sup>3</sup> Y compris la consommation énergétique des hauts-fourneaux.

### partie 3 : des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel

1990 et 2023, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel ont diminué de 44 %, avec une baisse concentrée de 2005 à 2023 (- 48 %), après une hausse de 8 % entre 1990 et 2005. Au total, les émissions directes ont baissé de 46 % depuis 1990, principalement grâce à la baisse des émissions liées aux produits pétroliers, les émissions liées au gaz naturel étant stables sur cette période. Malgré la hausse de la consommation d'électricité (+ 55 % entre 1990 et 2023), les émissions de CO<sub>2</sub> qui lui sont liées ont elles aussi diminué depuis 1990 (- 59 %), 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 l'essor des énergies renouvelables électriques (éoliennes et photovoltaïques dans une moindre mesure) ne prenne le relais, depuis le milieu des années 2000. À ces évolutions, s'ajoute l'accélération de la substitution du charbon par le gaz naturel dans le bouquet électrique. Les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la consommation d'électricité sont cependant relativement volatiles d'une année sur l'autre, le recours aux centrales thermiques fossiles pouvant évoluer de façon importante en fonction notamment des aléas climatiques et de la disponibilité du parc nucléaire.

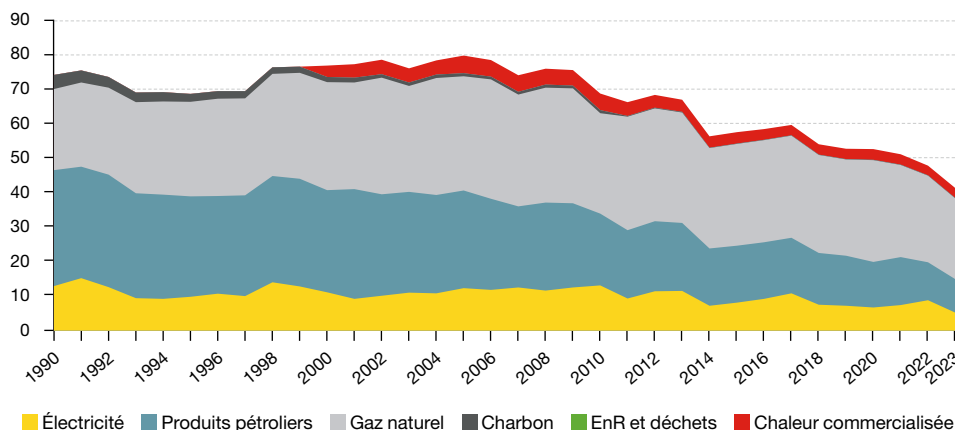
Le chauffage représente 70 % de la consommation d'énergie résidentielle en 2023, devant les usages spécifiques de l'électricité (17 %), l'eau chaude sanitaire (8 %) et la cuisson (5 %). La consommation de chauffage augmente légèrement au cours des années 1990, puis diminue à partir du début des années 2000 (graphique 8). La consommation d'électricité pour des usages spécifiques (éclairage, alimentation des

équipements électroménagers et numériques...) a fortement augmenté entre 1990 et 2023 (+ 78 %), tandis que les consommations liées à la cuisson et à l'eau chaude sanitaire ont augmenté dans les années 1990 avant de diminuer depuis le début des années 2000, pour atteindre en 2023 des niveaux un peu inférieurs à ceux de 1990 (respectivement - 10 % et - 8 % entre 1990 et 2023). La baisse de la consommation d'énergie du secteur résidentiel entre 2020 et 2023 concerne tous les usages, avec des diminutions de 8 % pour les usages spécifiques de l'électricité, 15 % pour l'eau chaude sanitaire, 11 % pour la cuisson et 7 % pour le chauffage.

Le chauffage est un peu plus prédominant en matière d'émissions de CO<sub>2</sub> (76 % en 2023) qu'il ne l'est en consommation d'énergie (70 %) – (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, les usages spécifiques de l'électricité pèsent significativement moins dans les émissions de CO<sub>2</sub> (6 % en 2023) que dans la consommation d'énergie. La consommation d'énergie liée à ces usages, davantage répartie tout au long de l'année, a en effet un contenu carbone moins élevé que celle liée au chauffage électrique. L'eau chaude sanitaire et la cuisson représentent respectivement 12 % et 6 % des émissions, parts légèrement plus élevées que ce que ces usages pèsent dans la consommation d'énergie.

#### Graphique 7 : émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel par forme d'énergie

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

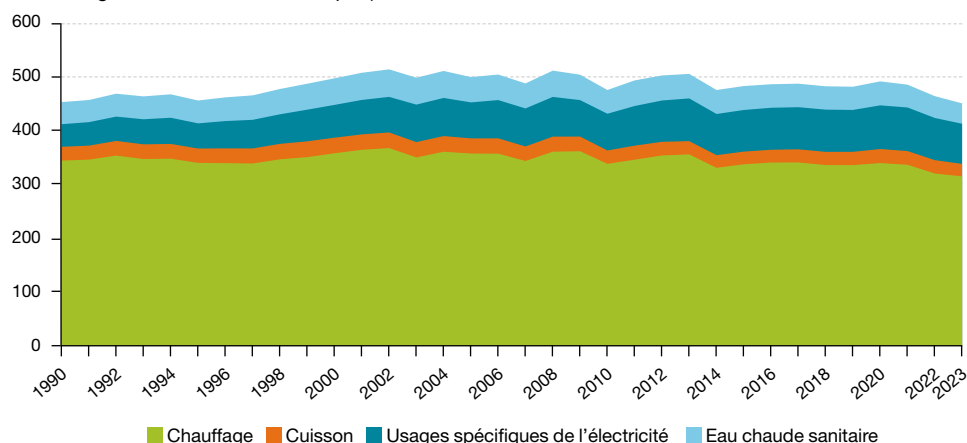


Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

### partie 3 : des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel

**Graphique 8 : consommation d'énergie du secteur résidentiel par usage**

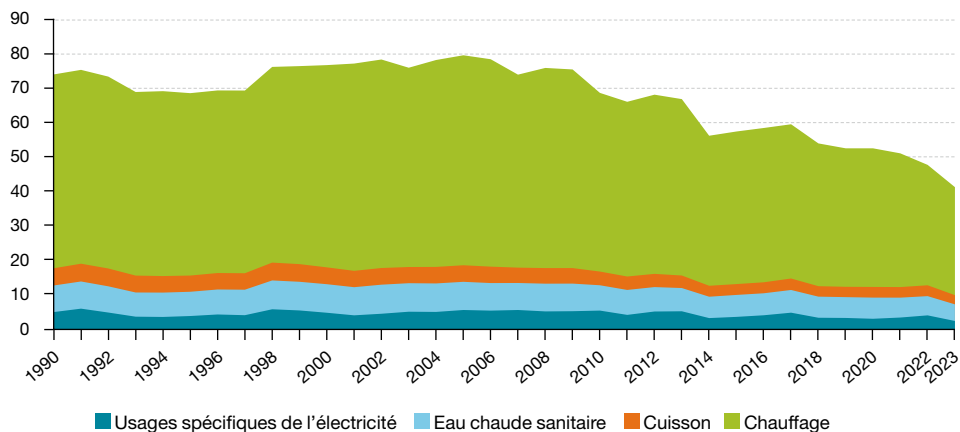
En TWh (données corrigées des variations climatiques)



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

**Graphique 9 : émissions de CO<sub>2</sub> du secteur résidentiel par usage**

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



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

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 la forte augmentation de sa consommation entre 1990 et 2023, les émissions associées baissant de 52 % 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 de respectivement 37 % et 47 % des émissions liées à ces deux usages entre 1990 et 2023. Les émissions liées au chauffage ont, quant à elles, diminué de 44 %, grâce à la baisse très importante de la consommation des produits pétroliers (fioul et GPL) substitués par des énergies renouvelables (PAC, bois) et dans une moindre mesure par de l'électricité.

**partie 3 : des émissions de CO<sub>2</sub> divisées par deux depuis 2005 dans le secteur résidentiel**

**LES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> LIÉES AU CHAUFFAGE DIMINUENT RÉGULIÈREMENT DEPUIS 2005, MALGRÉ L'AUGMENTATION DU NOMBRE ET DE LA SURFACE DES LOGEMENTS**

Les émissions liées au chauffage des résidences principales (qui représentent 97 % des émissions liées au chauffage résidentiel en 2023) peuvent être décomposées, pour en analyser l'évolution (graphique 10), comme le produit des termes suivants : le nombre d'habitants (hab) ; le nombre de résidences principales (Log) par habitant (soit l'inverse du nombre d'occupants par logement) ; la surface (S) par logement ; la consommation d'énergie (E) par mètre carré ; le contenu carbone (CO<sub>2</sub>) de l'énergie consommée.

$$CO_2 = \text{hab} \times \frac{\text{Log}}{\text{hab}} \times \frac{S}{\text{Log}} \times \frac{E}{S} \times \frac{CO_2}{E}$$

Globalement, les émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage résidentiel ont baissé de 44 % sur la période 1990-2023, la relative stabilité globale observée jusqu'au milieu des années 2000 contrastant avec le rythme élevé de baisse constaté depuis cette période. Depuis 2012, ce dernier atteint ainsi en moyenne - 4,5 % par an.

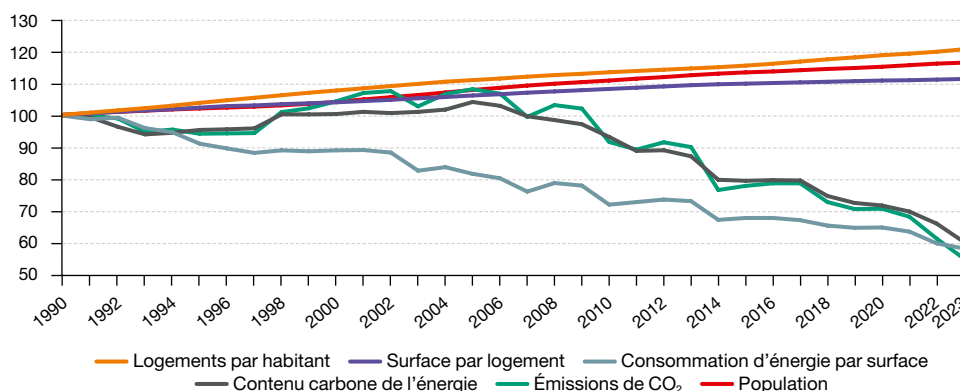
Ce changement de rythme est principalement lié à l'évolution du contenu carbone de l'énergie. Le niveau de ce contenu en 2005 était proche de celui de 1990, résultant de la neutralisation de deux effets contraires : d'une part, le développement de l'électricité nucléaire (expliquant la baisse du début des années 1990) et, d'autre part, la baisse relative du recours aux énergies renouvelables (bois essentiellement). 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 le milieu des années 2000 (- 3,0 % en moyenne annuelle entre 2005 et 2023). Le contenu carbone du fioul domestique (0,270 tCO<sub>2</sub>/MWh) est en effet plus de deux fois plus élevé que celui du bouquet moyen du chauffage résidentiel (0,100 tCO<sub>2</sub>/MWh en 2023), tandis que ceux des énergies renouvelables sont nuls. Sur la période récente, la baisse s'explique principalement par la part croissante de la chaleur renouvelable extraite par les pompes à chaleur (+ 6 points depuis 2012) et du bois-énergie (+ 4 points) ainsi que le recul des produits pétroliers (- 9 points). La décarbonation du bouquet électrique et, dans une moindre mesure, de celui du chauffage urbain ont également contribué à la baisse.

À cet effet de modification du bouquet 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 entre 1990 et 2005), pour atteindre 108 kWh par m<sup>2</sup> en 2023. Cette amélioration est toutefois absorbée en grande partie par la hausse de la surface totale des logements (+ 1,2 % par an en moyenne depuis 2005), qui trouve son origine dans la croissance de la population (+ 0,4 % par an en moyenne), dans l'augmentation de la taille moyenne des logements (+ 0,3 % par an en moyenne) et dans celle du nombre moyen de logements par habitant (+ 0,5 % par an en moyenne). La hausse de ce dernier ratio, qui était plus forte entre les années 1990 et 2005 (+ 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 0,7 % par an depuis 2005.

**Graphique 10 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage résidentiel des résidences principales**

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.

Champ : France hors DROM.

Source : calculs SDES



partie 4

# Stabilité des émissions dans les transports



## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

Les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs sont quasi stables entre 1990 et 2023. Elles tendent à diminuer depuis 2022, après une hausse marquée dans les années 1990. Principal contributeur, le transport routier individuel a bénéficié de l'amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules sur toute la période et d'une croissance moins dynamique du volume des déplacements depuis le début des années 2000. Dans le transport de marchandises, des améliorations logistiques et techniques ont permis de stabiliser les émissions depuis le début des années 2010.

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

L'énergie consommée par le transport de voyageurs est essentiellement composée de produits pétroliers (89,2 %) et de biocarburants (7,4 %). L'électricité, utilisée principalement pour le transport ferré, représente 2,6 % de la consommation du secteur. Le gaz naturel, non présent en 1990, en représente 0,8 % en 2023.

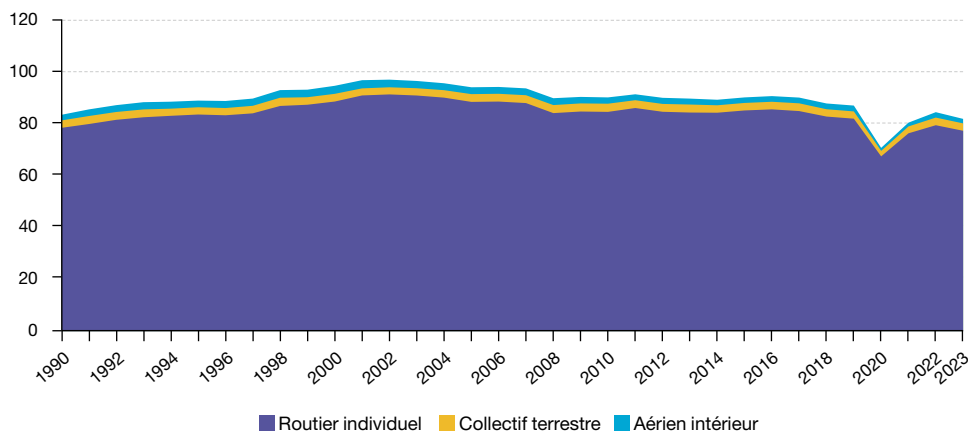
Le transport de voyageurs est à l'origine de 82 MtCO<sub>2</sub> en 2023, soit 31 % des émissions nationales liées à la combustion d'énergie. Le transport routier individuel (voitures particulières, véhicules utilitaires légers et deux-roues) est très prédominant, représentant 94 % de ces émissions, contre 3 % pour les transports collectifs terrestres (routier, ferroviaire) et 2 % pour le transport aérien (vols intérieurs en métropole) – (graphique 11).

Tous modes confondus, les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs ont diminué de 2 % entre 1990 et 2023, malgré une forte augmentation de l'activité mesurée en voyageurs-

kilomètres (+ 30 %) – (graphique 12, voir annexe méthodologique pour les explications de la décomposition). En hausse de 1,3 % par an entre 1990 et 2002, les émissions ont ensuite baissé en moyenne de 0,8 % par an entre 2002 et 2023. Si cette baisse s'est interrompue entre 2020 et 2022 du fait de la crise sanitaire, avec une baisse de 19 % en 2020, suivie de hausses de 14 et 5 % en 2021 et 2022, les émissions semblent avoir repris en 2023 leur trajectoire de baisse régulière entamée en 2002.

Deux facteurs principaux ont contribué à contenir les émissions entre 1990 et 2023. Le plus important est la baisse de l'intensité énergétique, de 0,6 % par an en moyenne (hors effet de structure modale), devant celle du contenu carbone de l'énergie consommée, de 0,3 % par an en moyenne (hors effet de structure modale). Sur la période, le report modal a un effet quasiment neutre sur les émissions (- 1,1 %, entre 1990 et 2023). Cette faible contribution est due à la légère augmentation de 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 13). La réduction de l'intensité énergétique s'est légèrement accélérée à partir des années 2010 (- 1,1 % par an en moyenne entre 2010 et 2023). Cette accélération a toutefois été partiellement compensée par une

Graphique 11 : émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs  
En MtCO<sub>2</sub>

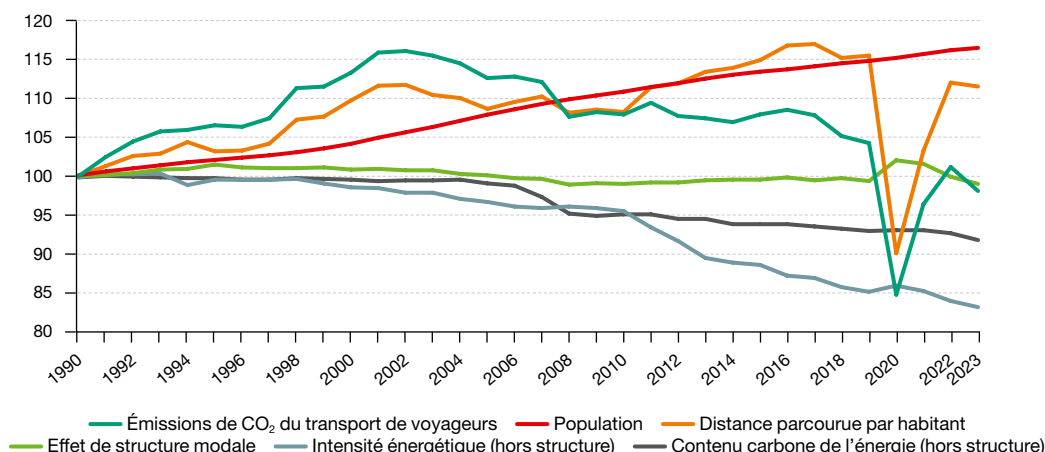


Champ : France hors DROM, tous modes, y compris véhicules étrangers, hors transport aérien international.  
Source : calculs SDES

## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

**Graphique 12 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de voyageurs**

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

Source : calculs SDES

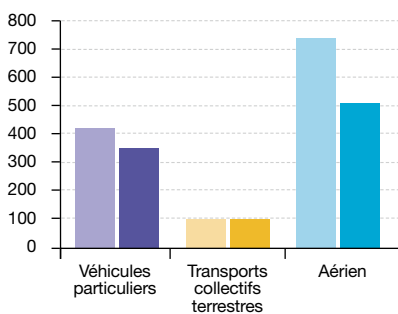
reprise de la hausse des parcours annuels moyens des habitants (+ 1,1 % par an en moyenne entre 2010 et 2017), après une baisse légère au cours des années 2000.

En 2020, année marquée par la crise sanitaire, la baisse de 19 % des émissions de CO<sub>2</sub> est principalement causée par la forte diminution de la distance parcourue par habitant (- 22 %), légèrement contrebalancée par une plus grande part

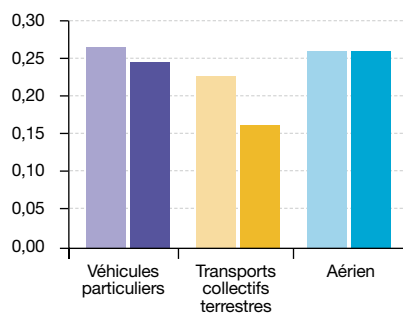
modale des transports routiers individuels au détriment des transports collectifs, moins émetteurs, et par une dégradation de l'intensité énergétique due à un moindre taux de remplissage des transports collectifs. En 2023, ces facteurs retrouvent plus ou moins leur tendance à l'exception de la distance parcourue par habitant, qui diminue de 0,9 % par an entre 2019 et 2023, après une augmentation de 0,7 % par an entre 2010 et 2019.

**Graphique 13 : intensité énergétique (a), contenu carbone moyen de l'énergie (b) et intensité carbone (c) pour différents modes en 1990 et 2023**

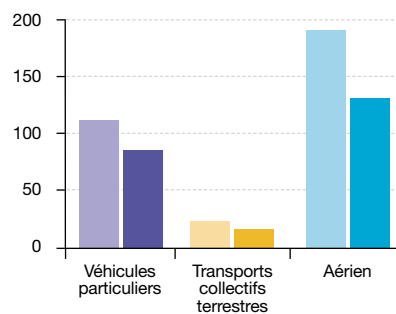
En MWh/millions de voyageurs-km (a)



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



En tCO<sub>2</sub>/millions de voyageurs-km (c)



■ 1990 ■ 2023

Source : calculs SDES

## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

Entre 1990 et 2023, les émissions associées au **transport routier individuel** ont diminué de 1,4 %. Jusqu'en 2002, ces émissions ont augmenté à un rythme soutenu (+ 1,3 % par an en moyenne), proche de celui de la consommation d'énergie du secteur et du nombre de voyageurs-kilomètres transportés. Depuis 2002, les émissions baissent, de 0,8 % par an en moyenne, à un rythme un peu plus rapide que la consommation d'énergie (- 0,4 % par an en moyenne). Cet écart traduit l'effet de l'incorporation croissante de biocarburants dans les carburants routiers (gazole et essence), qui sont à l'origine de la très grande majorité des émissions du secteur. La diminution modérée de la consommation d'énergie des voitures particulières depuis le début des années 2000 résulte, quant à elle, d'effets antagonistes. Cette consommation a été fortement tirée à la baisse par des gains d'efficacité énergétique, la consommation unitaire (par kilomètre) diminuant de 0,9 % par an en moyenne entre 1990 et 2023. En sens inverse, elle a été soutenue par le volume des déplacements, qui a continué de croître depuis 2002, de 0,2 % par an en moyenne (même si elle a ralenti par rapport aux années 1990), ainsi que par la baisse du taux moyen de remplissage des véhicules, qui est passé de 1,79 passager en 1990 à 1,60 en 2023 (graphique 14).

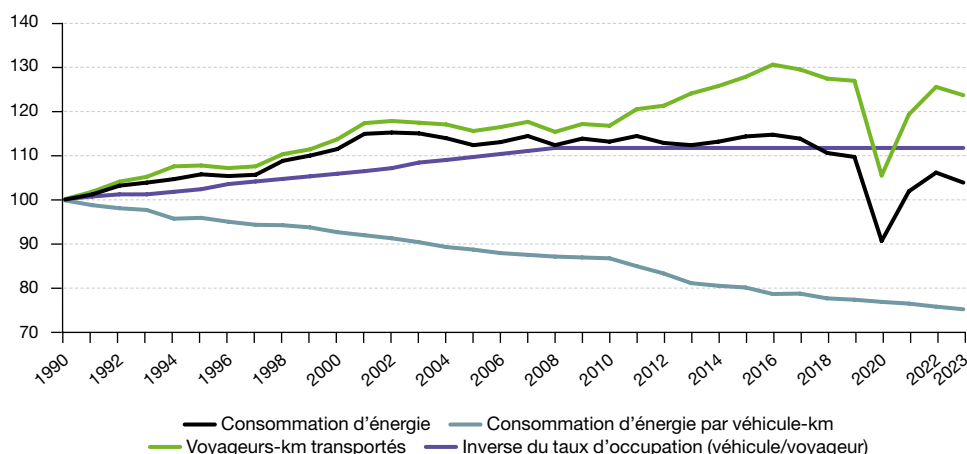
Les émissions des **transports collectifs terrestres** sont, quant à elles, restées relativement stables entre 1990 et 2023 (- 0,5 %). Leur consommation d'énergie a crû de 38 % sur la

période (soit + 1,0 % par an en moyenne), en raison d'une forte hausse du nombre de voyageurs-kilomètres transportés (+ 40 %). Cette hausse a toutefois été contrebalancée par la baisse du contenu carbone de l'énergie utilisée liée à trois principaux effets : l'électrification croissante des transports collectifs, principalement du ferroviaire, la baisse du contenu en CO<sub>2</sub> de l'électricité elle-même et l'incorporation de biocarburants dans le gazole consommé par les bus et cars. Depuis 2012, la croissance de la demande s'est légèrement réduite (+ 0,5 % par an en moyenne), et les émissions tendent à décroître (- 0,3 % par an en moyenne).

Les émissions du **transport aérien intérieur**<sup>4</sup> sont, en 2023, inférieures de 20 % à leur niveau de 1990. Elles ont crû dans les années 1990, puis diminué dans les années 2000, avant de se stabiliser à partir de 2010. Sur l'ensemble de la période, la baisse de la consommation d'énergie par voyageur-kilomètre (- 31 %) a largement compensé la croissance de l'activité (+ 16 %). En 2020, année de crise sanitaire, les émissions diminuent de 48 %, alors que le nombre de voyageurs-kilomètres transportés chute de 55 %, traduisant une diminution du taux de remplissage des avions. Après la crise, l'activité des vols intérieurs se redresse sans toutefois retrouver son niveau pré-covid : elle est inférieure de 18 % en 2023 à son niveau de 2010, ce qui implique une baisse de 23 % des émissions sur cette période.

**Graphique 14 : décomposition de l'évolution de la consommation d'énergie des voitures particulières**

Indice base 100 en 1990



Note : la consommation d'énergie est égale, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées.  
 Champ : France hors DROM, voitures particulières immatriculées en France, roulant en France.  
 Source : calculs SDES

<sup>4</sup> Uniquement les vols intérieurs en métropole, qui représentent environ 10 % des émissions totales du secteur aérien en France métropolitaine en incluant les vols internationaux.

## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

### LES ÉMISSIONS DU TRANSPORT DE MARCHANDISES REPASSENT SOUS LEUR NIVEAU D'AVANT-CRISE SANITAIRE

Les émissions associées au **transport de marchandises** s'élèvent en 2023 à 35 MtCO<sub>2</sub>, un niveau très légèrement au-dessus de celui de 1990 (+ 3 %), mais inférieur à celui de 2019 (- 2,6 %) avant la crise sanitaire. La route est, encore davantage que pour le transport de voyageurs, largement dominante dans les émissions du transport de marchandises : elle représente, en 2023, 97,9 % des émissions (dont 82 % provenant des poids lourds), contre 1,5% pour le transport fluvial et 0,6 % pour le transport ferroviaire (*graphique 15*).

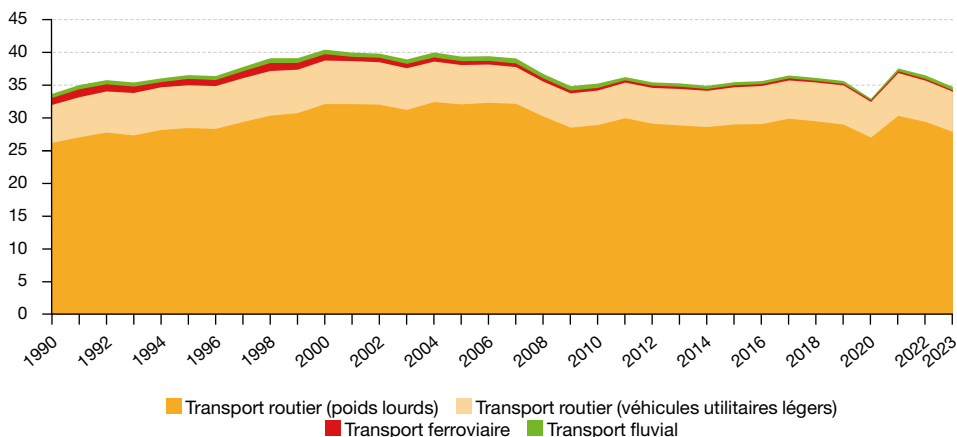
Tous modes confondus, la relative stabilité des émissions du transport de marchandises masque des évolutions contrastées entre les sous-périodes : après avoir augmenté

de 20 % entre 1990 et 2000, puis s'être stabilisées pendant la première moitié des années 2000, les émissions chutent de 11 % entre 2007 et 2009, à la suite de la crise économique (*voir les Facteurs d'évolution de la consommation d'énergie des transports de 1990 à 2022*). Elles fluctuent ensuite jusqu'en 2019, avant de baisser de 8 % en 2020 dans le contexte de la crise sanitaire. Après une hausse en 2021 due à la reprise, les émissions de CO<sub>2</sub> diminuent de 8 %, entre 2021 et 2023 et se situent ainsi sous leur niveau de 2019 (- 2,6 %).

Sur l'ensemble de la période, au-delà de la hausse du nombre de tonnes-kilomètres transportées (+ 30 %, soit + 0,8 % par an en moyenne), la transformation de la structure modale a contribué à pousser régulièrement à la hausse ces émissions de 0,4 % en moyenne par an, soit + 14 % sur la période (*graphique 16*).

**Graphique 15 : émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises**

En MtCO<sub>2</sub>



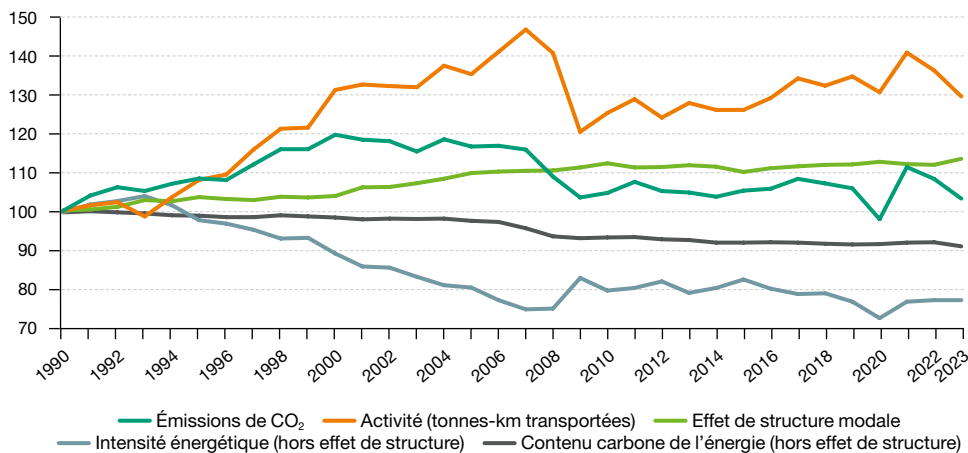
Champ : France hors DROM, transport de marchandises en France, y compris véhicules étrangers.

Source : calculs SDES

## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

**Graphique 16 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises**

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 : France hors DROM, VUL français et poids lourds français et étrangers roulant en France.

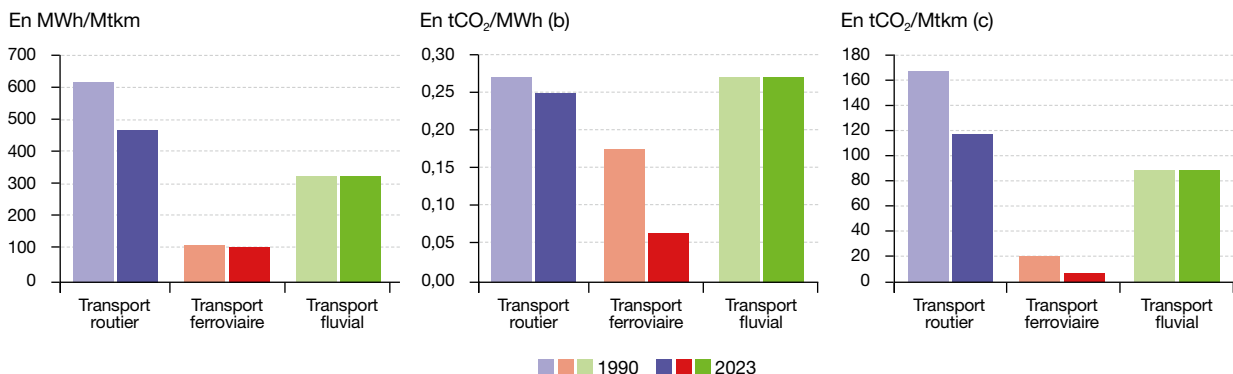
Source : calculs SDES

En effet, la part de la route a augmenté : elle est passée de 76 % en 1990 à 88 % en 2010, avant de se stabiliser par la suite, au détriment essentiellement du ferroviaire, dont la part est passée de 21 % à 9 %. Ce mode, présente toutefois une moindre intensité énergétique et émet moins de CO<sub>2</sub> par unité d'énergie, puisqu'il consomme principalement une électricité décarbonée (graphique 17).

À l'inverse, le principal facteur de maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub> du transport de marchandises sur la période 1990-2023 est la diminution de l'intensité énergétique, de 0,4 % par an en moyenne (hors effet de structure). La baisse du contenu carbone de l'énergie consommée contribue

également à la maîtrise des émissions de CO<sub>2</sub>, à hauteur de -0,3 % par an (hors effet de structure modale). Cette diminution est en grande partie liée à l'incorporation de biocarburants dans le gazole et l'essence consommés par les poids lourds et les véhicules utilitaires légers. Le basculement d'une partie du transport ferroviaire de la traction diesel vers une traction électrique de moins en moins carbonée a également participé à la baisse des émissions de CO<sub>2</sub>, mais dans une moindre mesure. Entre 2019 et 2023, les émissions ont baissé en moyenne de 0,6 % par an alors qu'elles étaient stables entre 2010 et 2019, cette baisse étant essentiellement liée à la baisse de l'activité (tonnes-km transportées).

**Graphique 17 : intensité énergétique (a), contenu carbone moyen de l'énergie (b) et intensité carbone (c) pour différents modes en 1990 et 2023**



Champ : France hors DROM, pour le routier : VUL français et poids lourds français et étrangers roulant en France.

Source : calculs SDES

## partie 4 : stabilité des émissions dans les transports

Les émissions du **fret ferroviaire** ont diminué de 81 % entre 1990 et 2023. Cela s'explique par deux facteurs : d'une part, la baisse de l'activité du secteur (- 44 % sur la période), avec une érosion progressive au cours des années 2000 ; d'autre part, la diminution du contenu carbone de l'énergie consommée (- 64 %), du fait de l'électrification progressive des lignes et de la baisse du contenu carbone de l'électricité.

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> du **transport fluvial** entre 1990 et 2023 (- 17 %) est, quant à elle, entièrement due à la baisse de son activité, son intensité énergétique et son contenu carbone ne variant quasiment pas sur la période.

Les émissions des **véhicules utilitaires légers** transportant des marchandises augmentent légèrement (+ 6 %) entre 1990 et 2023, en raison d'une forte hausse de l'activité pour ce mode de transport (+ 70 %), compensée par la baisse de son intensité énergétique (- 33 %) et de son contenu carbone dans une moindre mesure (- 7%).

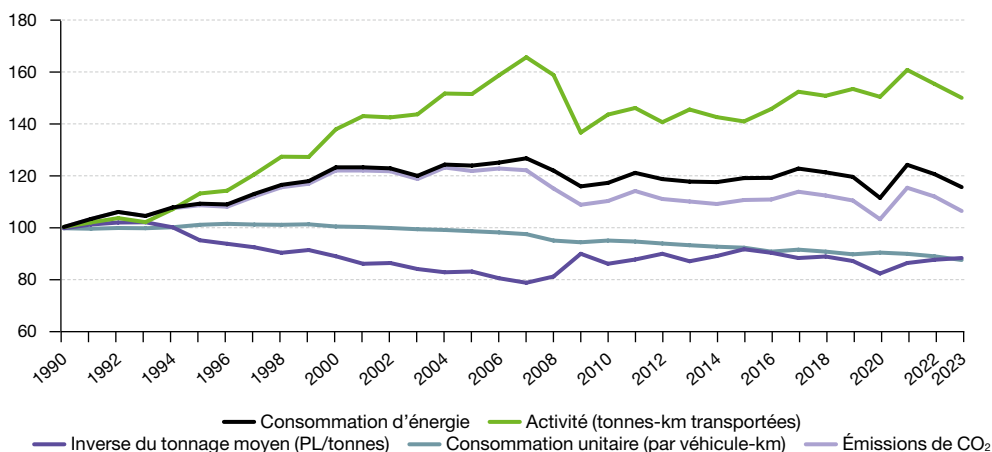
Entre 1990 et 2023, les émissions du **transport routier de marchandises par poids lourds** ont augmenté de 6,4 %. Ces émissions sont directement liées à sa consommation d'énergie, presque encore exclusivement composée de gazole, même si l'incorporation progressive de biodiesel dans

ce dernier depuis 2005, se traduit par une légère décorrélation sur la période récente.

Au cours des années 1990, la consommation d'énergie des poids lourds a augmenté de manière soutenue et quasi continue (*graphique 18*). Elle a ensuite connu une période de relative stabilité entre 2000 et 2007, avant de chuter sous l'effet de la crise économique de 2008 (- 9 % entre 2007 et 2009). Depuis, la consommation est restée globalement stable jusqu'en 2019, avant de connaître une nouvelle baisse importante en 2020 (- 7 %) dans le contexte de la crise sanitaire. Après la reprise en 2021, la consommation a diminué en 2022 et 2023 (- 3 %, puis - 4 %), conséquence d'une baisse de l'activité de 7 % entre 2021 et 2023. Globalement, entre 1990 et 2023, la consommation d'énergie des poids lourds a crû de 16 %, contre 51 % pour l'activité du secteur mesurée en tonnes-kilomètres transportées. Cet écart reflète une baisse de l'intensité énergétique (*i.e.* de la consommation d'énergie par tonne-kilomètre) de 0,8 % par an en moyenne, sous la conjugaison de deux effets : d'une part, le tonnage moyen transporté par véhicule a augmenté de 0,4 % par an en moyenne ; d'autre part, la consommation unitaire des poids lourds s'est repliée de 0,4 % par an en moyenne.

**Graphique 18 : décomposition de l'évolution de la consommation d'énergie des poids lourds**

Indice base 100 en 1990



Note : la consommation d'énergie est égale, à un facteur 100 près, au produit des autres grandeurs représentées, à l'exception des émissions de CO<sub>2</sub> qui sont ajoutées à titre de comparaison.  
Champ : France hors DROM, poids lourds français et étrangers roulant en France.  
Source : calculs SDES



partie 5

# Une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007



## partie 5 : une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie du secteur productif (hors celles liées au transport) ont baissé de 39 % entre 1990 et 2023, l'essentiel de la baisse étant observé depuis 2007. Cette baisse est principalement liée à un recul de la part des énergies les plus carbonées ainsi qu'à une baisse de l'intensité énergétique de chacun des grands secteurs (industrie, tertiaire et agriculture). La tertiarisation de l'économie, en partie imputable au remplacement d'une partie de la production domestique par des importations, y a également contribué.

### LA TERTIARISATION DE L'ÉCONOMIE ACCÉLÈRE LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> DU SECTEUR PRODUCTIF

Le secteur productif (industrie, tertiaire et agriculture-pêche, hors transports étudiés précédemment) représente 39 % de la consommation finale énergétique en 2023 et 33 % 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 85 Mt. Entre 1990 et 2023, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif ont globalement diminué de 39 % (graphique 19). Par secteur, la baisse s'est élevée à 47 % dans l'industrie, 28 % dans le tertiaire et 10 % dans l'agriculture. La crise sanitaire a entraîné une diminution de 7 % des émissions du secteur productif en 2020, en affectant particulièrement l'activité dans l'industrie dont les émissions ont chuté de 12 %. En 2023, les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif chutent de 14 %, une baisse plus forte que celles observées lors de la crise sanitaire en 2020 (- 7 %) et de la crise de 2008 (- 10 % entre 2008 et 2009).

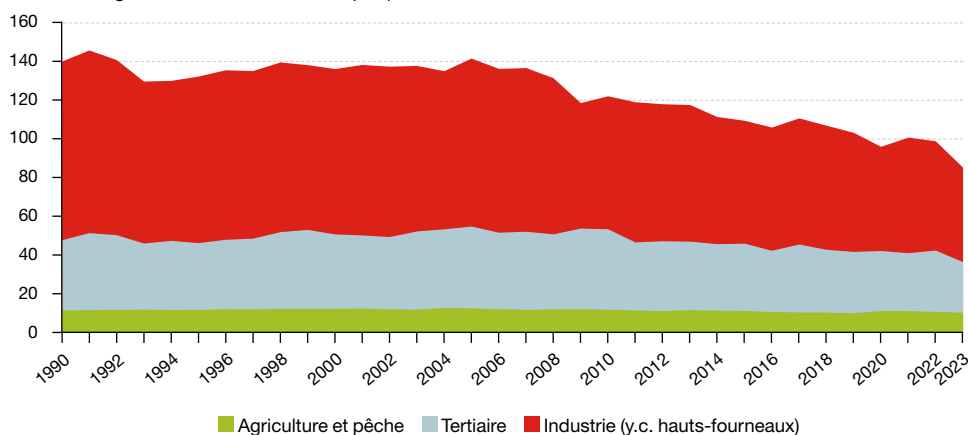
La baisse de long terme des émissions du secteur productif s'explique en partie par celle du contenu carbone de l'énergie qu'il consomme. Ce dernier a décliné de 20 %

pour l'agriculture, 29 % pour l'industrie et 43 % pour le tertiaire (graphique 20). La diminution de ce contenu carbone reflète la progression des énergies décarbonées (nucléaire et renouvelable) au détriment des énergies fossiles, notamment le charbon. Cette diminution est quasiment continue pendant toute la période 1990-2023.

Le reste de la baisse des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif s'explique par la diminution de sa consommation d'énergie. Cette dernière a diminué de 8 % depuis 1990, pour atteindre 603 TWh en 2023 (graphique 21). Cette diminution est due à la baisse de 25 % de la consommation d'énergie de l'industrie. L'intensité énergétique de l'industrie baisse en effet de 39 % entre 1990 et 2023, du fait de l'adoption de procédés moins consommateurs, ce qui compense largement la croissance de sa valeur ajoutée (+ 22 %). Toutefois, la baisse de la consommation d'énergie de l'industrie est contrebalancée par la hausse de 26 % de celle du tertiaire, et dans une moindre mesure par celle de l'agriculture (+ 11 %). La hausse de la consommation du tertiaire découle de la forte croissance économique de ce secteur (+ 78 % entre 1990 et 2023), bien que sa faible intensité énergétique compense partiellement cet effet. La hausse de la consommation d'énergie de l'agriculture s'explique par la hausse de sa valeur

### Graphique 19 : émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie du secteur productif

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



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

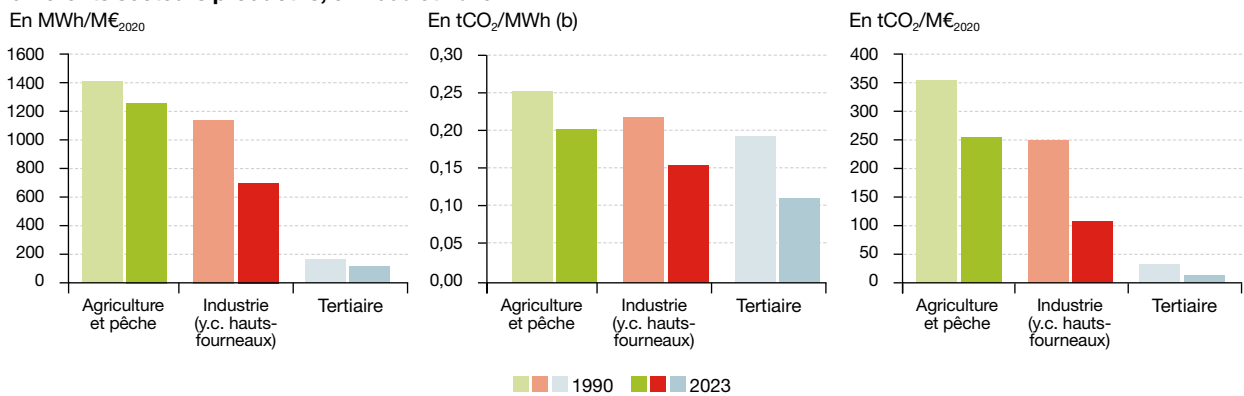
## partie 5 : une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007

ajoutée (+ 25 %) et par son intensité énergétique élevée (1 262 MWh/M€<sub>2020</sub> en 2023, contre 700 MWh/M€<sub>2020</sub> pour l'industrie et 117 MWh/M€<sub>2020</sub> pour le tertiaire).

L'intensité énergétique du secteur productif dans son ensemble a décliné de 44 % entre 1990 et 2023, soit davantage que chacun 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 dans l'économie (de 74 à 80 % de la valeur ajoutée), alors que

celui-ci est bien moins intensif en énergie que l'industrie et l'agriculture. Lorsqu'on neutralise cet effet de structure, l'intensité énergétique du secteur productif diminue moins fortement (- 34 %) – (graphique 22). Globalement, la combinaison de l'effet de structure et des améliorations de l'intensité énergétique et du contenu carbone a plus que contrebalancé la hausse de 63 % de l'activité économique entre 1990 et 2023.

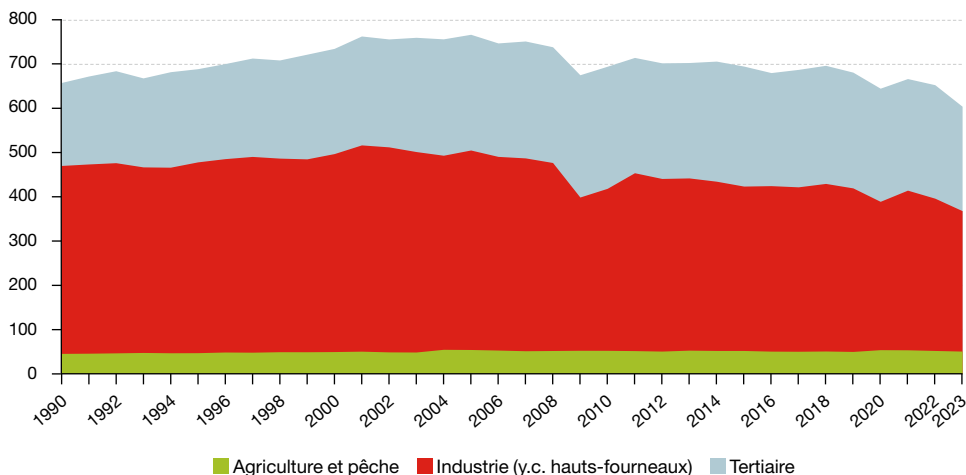
**Graphique 20 : intensité énergétique (a), contenu carbone moyen de l'énergie (b) et intensité carbone (c) pour les différents secteurs productifs, en 1990 et 2023**



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

**Graphique 21 : consommation d'énergie du secteur productif**

En TWh (données corrigées des variations climatiques)



Champ : France hors DROM.  
Source : calculs SDES

## partie 5 : une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007

L'intensité énergétique du secteur productif dans son ensemble a décliné de 44 % entre 1990 et 2023, soit davantage que chacun 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 dans l'économie (de 74 à 80 % de la valeur ajoutée), alors que celui-ci est bien moins intensif en énergie que l'industrie et l'agriculture. Lorsqu'on neutralise cet effet de structure, l'intensité énergétique du secteur productif diminue moins fortement (- 34 %) – (graphique 22). Globalement, la combinaison de l'effet de structure et des améliorations de l'intensité énergétique et du contenu carbone a plus que contrebalancé la hausse de 63 % de l'activité économique entre 1990 et 2023.

La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif est concentrée sur la deuxième moitié de la période, à partir de la fin des années 2000, avec un rythme moyen de - 2,1 % par an entre 2007 et 2022, avant la chute des émissions de 2023. De 1990 à 2007, les émissions étaient restées relativement stables, en raison d'une croissance soutenue de l'activité. Les émissions ont ensuite brusquement diminué lors de la crise économique de 2008-2009, puis ont repris un rythme de baisse plus modéré (- 1,7 % par an en moyenne entre 2010 et 2022). La croissance de l'activité est en effet plus faible que pendant les années précédant la crise économique de 2008 (+ 1,1 % par an en moyenne de 2010 à 2022, contre + 2,1 % par an avant 2007), alors que les gains d'efficacité énergétique se poursuivent dans chacune des branches. La baisse du contenu carbone de l'énergie

consommée dans chacune des branches s'accélère en revanche un peu (- 1,2 % par an entre 2007 et 2022, contre - 0,9 % par an avant 2007). Enfin, l'effet de structure tend à réduire les émissions à hauteur de 14 % sur cette période : la moindre croissance de l'industrie par rapport aux autres secteurs s'est poursuivie après la crise économique de 2008.

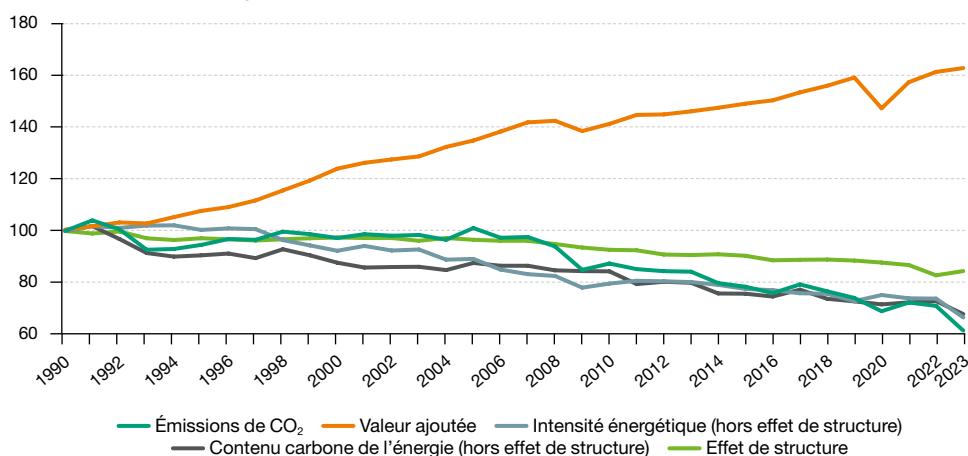
En 2023, la baisse de 14 % des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif s'explique par la diminution de 10 % de l'intensité énergétique et la baisse de 7 % du contenu carbone de l'énergie, dans un contexte de sobriété énergétique et de prix élevés.

### 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 ont baissé de 47 % entre 1990 et 2023, alors que sa valeur ajoutée a progressé de 22 % (graphique 23). La crise économique de 2008-2009 provoque une forte chute des émissions en 2009 (- 20 %). Celles-ci continuent ensuite à décroître rapidement dans les années 2010 et 2020 (- 29 % entre 2010 et 2023), dans un contexte de faible dynamisme de l'activité globale (baisse de 1,1 % de la valeur ajoutée entre 2010 et 2023). La crise sanitaire de 2020 a un impact bien moindre, puisque la baisse de 12 % des émissions cette année-là en lien avec la baisse de l'activité (- 9 % pour la valeur ajoutée) est presque entièrement annulée par la reprise de 2021 et la hausse de 11 % des émissions.

**Graphique 22 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur productif**

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.

Champ : France hors DOM.

Source : calculs SDES

## partie 5 : une décarbonation régulière du secteur productif depuis 2007

Au-delà des crises, 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 33 % entre 1990 et 2023 (soit - 1,2 % par an en moyenne). Cette diminution reflète une forte amélioration de l'efficacité énergétique des procédés de fabrication dans les différentes branches industrielles. Elle affecte en particulier les plus consommatrices : entre 2012 et 2023, l'intensité énergétique s'est ainsi réduite de 21 % dans les secteurs les plus intensifs en CO<sub>2</sub> (métallurgie, minéraux non métalliques, chimie et papier, qui représentent plus de deux tiers des émissions industrielles). Entre 2020 et 2023, l'intensité énergétique, hors effet de structure, augmente de 12 %, à cause d'une augmentation de 58 % de l'intensité énergétique de la métallurgie.

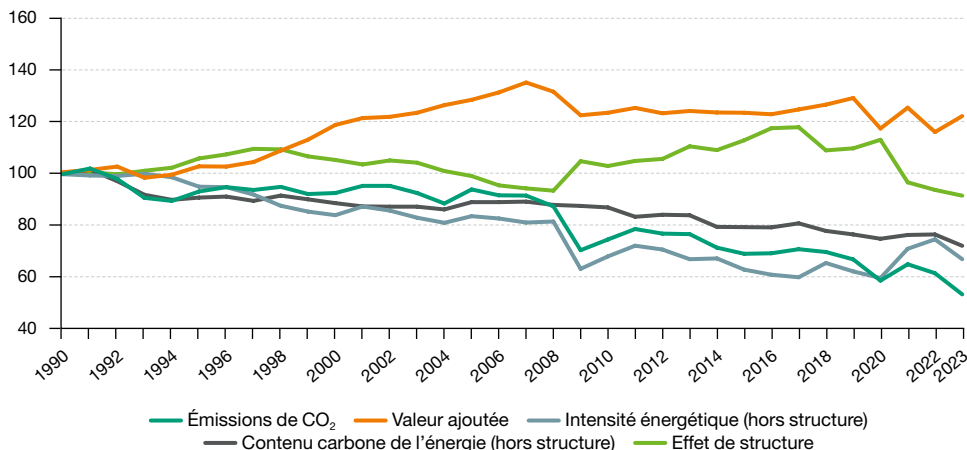
Sur cette période, globalement, les réallocations internes à l'industrie (effet de structure, ici mesuré au travers du poids relatif des secteurs dans la valeur ajoutée industrielle) n'ont pas contribué à la réduction des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub>. Jusqu'en 2007, le déclin de la métallurgie tendait à faire baisser l'intensité énergétique industrielle, mais était contrebalancé par la croissance

d'autres secteurs fortement consommateurs tels que la chimie. Dans les années 2010, les valeurs ajoutées des secteurs intensifs en énergie, notamment la chimie, tendent à augmenter rapidement alors que l'activité de la construction, bien moins intensive en énergie, stagne. Cela se traduit par une contribution positive de l'effet de structure aux émissions, de 10 % entre 2010 et 2020. Ces dernières années, l'effet de structure diminue (- 20 % entre 2020 et 2023), en raison d'une baisse de l'activité de la métallurgie.

La baisse du contenu carbone de l'énergie consommée, de 28 % entre 1990 et 2023, hors effet de structure, a également contribué à la diminution des émissions de CO<sub>2</sub>, mais un peu plus modestement que l'intensité énergétique. Depuis 2010, il s'est réduit de 17 %, soit une baisse de 1,5 % par an en moyenne. Le recours accru à l'électricité et aux énergies renouvelables, au détriment des énergies fossiles, et la baisse des émissions indirectes liées à l'électricité affectent l'ensemble des secteurs industriels, aux exceptions notables de la métallurgie (où le charbon reste dominant) et de la construction (qui consomme principalement des produits pétroliers).

### Graphique 23 : décomposition de l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> de l'industrie

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.

Champ : France hors DROM.

Source : calculs SDES



# Annexes

- Méthodologie et sources
- Définitions



# Méthodologie et sources

## SOURCES DES DONNÉES UTILISÉES

La principale source utilisée dans cette étude pour la consommation d'énergie est le *Bilan énergétique de la France pour 2023* du service des données et études statistiques (SDES).

Les données de populations sont celles du recensement réalisé par l'Insee. Les données de PIB et de valeur ajoutée par secteur sont issues des Comptes nationaux et sont exprimées en euros constants de 2020 (c'est-à-dire hors inflation).

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 répartition de la consommation de chaleur vendue entre résidentiel, tertiaire et industrie, non disponible dans le *Bilan énergétique* 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).

Dans la *partie 4*, les données pour le mode routier sont principalement issues du *Bilan annuel des transports en 2023* du SDES, et en particulier du chapitre consacré au bilan de la circulation routière. C'est le cas notamment de la répartition des consommations de carburants entre les différents types de véhicules routiers (véhicules particuliers, deux-roues, véhicules utilitaires légers, poids lourds, bus et cars), qui est tirée du *Bilan de la circulation routière (2023)*. Les séries de circulation ont été rétropolées avant 2012 pour le transport de voyageurs et avant 2014 pour le transport de marchandises, pouvant conduire à des différences importantes avec les résultats des éditions précédentes.

La consommation totale provient, pour chaque énergie considérée, du *Bilan énergétique*, dont le périmètre diffère de celui du *Bilan de la circulation routière*. Cela conduit à rapprocher les émissions estimées ici de celles des inventaires nationaux d'émissions, qui se fondent sur ces mêmes quantités de carburants. Les données d'activité (circulations, transport de marchandises, transport de passagers) sont recalculées en rapportant les consommations d'énergie totales aux consommations unitaires tirées du *Bilan de la circulation routière*. Elles ne sont donc pas directement comparables à celles du *Bilan annuel des transports* du SDES.

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. La consommation de charbon des hauts-fourneaux, considérée dans le *Bilan énergétique* comme faisant partie du secteur de l'énergie, a été réintégrée ici dans le secteur industriel. La ventilation de la consommation d'énergie au sein de l'industrie est celle utilisée par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour l'élaboration de ses statistiques énergétiques : elle distingue 12 sous-secteurs industriels. Les usages de transport, traités dans la *partie 3*, sont exclus des consommations et des émissions des secteurs productifs.

## PÉRIMÈTRE DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub> PRISES EN COMPTE

Le champ géographique est la France métropolitaine. Les émissions de CO<sub>2</sub> analysées ici sont calculées en appliquant des facteurs d'émissions aux consommations d'énergies fossiles, hors usages non énergétiques. Elles sont émises à l'intérieur du territoire national et excluent le transport maritime et aérien international, selon l'approche utilisée pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre (GES), ainsi que le transport aérien vers les DOM. 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'émissions que celles retenues pour les inventaires officiels nationaux, ce qui peut 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 et celles liées à l'usage des sols sont exclues de l'analyse, tout comme les émissions d'autres gaz à effet de serre. Ainsi, le champ considéré couvre environ les deux tiers des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire national. À titre de comparaison, en 2023, sur la France entière et non corrigées des variations climatiques, elles représentent 251 MtCO<sub>2</sub>, soit 67 % du total de l'inventaire national (376 MtCO<sub>2</sub> éq hors utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie, *Citepa, rapport CCNUCC, mars 2025*).

Les émissions de CO<sub>2</sub> attribuées à chaque secteur de consommation finale (agriculture, industrie, tertiaire, résidentiel, transports) 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 émissions directes sont déterminées en appliquant des facteurs d'émissions aux consommations d'énergies fossiles (produits pétroliers, gaz, combustibles minéraux solides, déchets non renouvelables), hors usages non énergétiques. Les facteurs d'émissions de l'électricité par secteur et, pour le résidentiel, par usage correspondent à une attribution des émissions selon les conventions de la méthode dite « moyenne », qui applique à la consommation d'électricité mensuelle de chaque secteur ou usage le contenu carbone mensuel moyen de la production d'électricité. Ces facteurs d'émissions sont tirés de la Base Carbone (v23.6) de l'Ademe pour les années 2012 à 2023. Ces facteurs d'émissions de l'électricité sont ensuite recalés de sorte que les émissions totales liées à la production d'électricité correspondent à celles calculées dans le *Bilan énergétique*. Les facteurs d'émissions pour les années antérieures sont estimés en les faisant évoluer comme le contenu carbone de la production d'électricité. Le facteur d'émissions de la chaleur commercialisée est supposé indépendant du secteur et de l'usage et est calculé à partir des données du *Bilan énergétique*. 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 (on considère que le carbone émis dans l'atmosphère a été prélevé au préalable dans l'atmosphère lors de la croissance de la plante et, si ce n'est pas le cas, les émissions non compensées sont enregistrées dans le secteur UTCATF, exclu de la présente analyse).

Les données 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 1991 et 2020. Pour plus d'informations, voir la méthodologie du *Bilan énergétique de la France pour 2023*.

### PRINCIPALES RÉVISIONS PAR RAPPORT À LA PRÉCÉDENTE PUBLICATION

Outre les changements précédemment évoqués pour les séries de circulation des transports, cette édition de l'étude intègre l'ensemble des révisions du *Bilan énergétique* du SDES pour les trois dernières années. Cela concerne notamment les séries corrigées des variations climatiques,

révisées en 2023 en raison du choix d'une nouvelle période de référence. Les consommations de gaz naturel et de produits pétroliers ont également été revues, notamment sur les années 2010, ce qui peut entraîner des différences importantes avec la publication de 2022 (*Les facteurs d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France de 1990 à 2020*). Par ailleurs, la consommation d'énergie et les émissions des véhicules utilitaires légers sont désormais réparties entre transport de voyageurs et transport de marchandises. Les émissions de ces deux secteurs ont donc été revues à la hausse par rapport à l'édition précédente où les véhicules utilitaires légers étaient traités séparément.

### MÉTHODE DE DÉCOMPOSITION DE L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

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, 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. 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 contribution de l'activité ( $D_{Act}$ ), de l'effet de structure ( $D_{Str}$ ), de l'intensité énergétique « pure » ( $D_{Int}$ ) et du contenu carbone de l'énergie « pur » ( $D_{CO_2}$ ) entre l'année 0 (ici, 1990) et l'année t (ici, 2023) 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>2, i</sub>, une consommation énergétique  $E_i$ , une part dans l'activité

totale  $S_i = VA_i / VA$ , un contenu carbone moyen de l'énergie  $C_i = CO_2 / E_i$  et une intensité énergétique  $I_i = E_i / VA_i$ , de sorte que les émissions totales s'expriment pour chaque année  $t$  par :

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

Les différents facteurs sont exprimés par :

$$D_{Act} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{VA^{2023}}{VA^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{Str} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{S_i^{2023}}{S_i^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{CO_2} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{C_i^{2023}}{C_i^{1990}} \right) \right)$$

$$D_{Int} = \exp \left( \sum_i w_i \times \log \left( \frac{I_i^{2023}}{I_i^{1990}} \right) \right)$$

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

$$w_i = \frac{(CO_{2i}^{2023} - CO_{2i}^{1990})}{(CO_2^{2023} - CO_2^{1990})} \times \frac{\log(CO_2^{2023}) - \log(CO_2^{1990})}{\log(CO_{2i}^{2023}) - \log(CO_{2i}^{1990})}$$

On vérifie que :

$$\frac{CO_2^{2023}}{CO_2^{1990}} = D_{Act} \times D_{Str} \times D_{Int} \times D_{CO_2}$$

La méthode est appliquée ici à l'ensemble du secteur productif, en distinguant l'agriculture, l'industrie manufacturière (dont la construction) et le tertiaire ; à l'industrie manufacturière, en distinguant 12 sous-secteurs ; ainsi qu'aux transports (de marchandises et de voyageurs), en distinguant les différents modes (routier, ferroviaire, etc.).

### MÉTHODES DE COMPTABILISATION DES CONTRIBUTIONS DU NUCLÉAIRE ET DES ÉNERGIES RENOUVELABLES AU BOUQUET ÉNERGÉTIQUE ET À LA BAISSÉ DES ÉMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

La comptabilisation des quantités des différentes formes d'énergie obéit à certaines conventions, qui influent sur les résultats. La méthode utilisée dans la *partie 1* 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 diffèrent pour le nucléaire et les énergies renouvelables électriques sans combustion (photovoltaïque, éolien, hydraulique, etc.) – (*tableau 1*).

Les bouquets énergétiques primaires sont contrastés selon la méthode utilisée. La méthode du contenu énergétique conduit, pour la France en 2023, à des parts respectives du nucléaire et des énergies renouvelables (EnR) de 41 % et 17 % de l'énergie primaire, contre 35 % et 26 % pour

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

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 d'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

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 2023, la contribution des énergies renouvelables, estimée à - 15 % avec la méthode du contenu énergétique, passe à - 21 % avec celle de substitution partielle. À l'inverse, la contribution du nucléaire, estimée à - 11 % avec la méthode du contenu énergétique, est réduite à - 10 % 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 (noté I<sub>c</sub>), les énergies renouvelables et le nucléaire (Nuc) sont traités de manière symétrique :

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

Contribution des EnR                      Contribution du nucléaire

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

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

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

Entre 1990 et 2023, la contribution du nucléaire à la baisse du contenu CO<sub>2</sub> de l'énergie primaire se situe ainsi, selon la convention retenue, dans l'intervalle - 6 % à - 15 %, tandis que celle des énergies renouvelables se situe dans l'intervalle - 11 % à - 19 %.

# 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.


**Mégawattheure (MWh)** : unité de mesure usuelle de l'énergie. C'est l'énergie que consomme un appareil d'une puissance d'1 MW (10<sup>6</sup> W) fonctionnant pendant une heure, soit 3 600 mégajoules (MJ).



**Dépôt légal** : mars 2026

| **ISSN** : 2557-8138 (en ligne)

© SDES – *Reproduction partielle autorisée sous réserve de la mention de la source et de l'auteur.*



En France métropolitaine, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la consommation finale d'énergie, corrigées des variations climatiques, ont diminué de 27 % entre 1990 et 2023. 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.

Dans le résidentiel, le recours à des énergies moins carbonées que par le passé explique la majeure partie de la baisse de 44 % des émissions. Elles sont très majoritairement liées à l'usage de chauffage, dont les émissions ont baissé dans des proportions similaires. Si les gains d'efficacité énergétique sont soutenus depuis le milieu des années 2000, ils sont en grande partie annulés par la hausse des surfaces habitées.



Dans le secteur des transports, les émissions sont largement dominées par le mode routier et sont en 2023 similaires à leur niveau de 1990, pour le transport de voyageurs comme pour le transport de marchandises. Le recours aux biocarburants et les réductions des consommations unitaires des véhicules particuliers et des poids lourds n'ont pas suffi à compenser les hausses de l'activité de transport de passagers et de marchandises. La chute historique des émissions lors de la crise sanitaire, de 19 % pour le transport de voyageurs et 8 % pour le transport de marchandises, est compensée par la reprise de 2021.

Dans le secteur productif, les émissions ont été réduites de 39 %, sous trois effets combinés : gains d'efficacité énergétique dans l'ensemble des branches, utilisation d'une énergie moins carbonée et tertiarisation de l'économie.

**Les facteurs  
d'évolution  
des émissions  
de CO<sub>2</sub> liées à  
la consommation  
finale d'énergie  
de 1990 à 2023**



**Commissariat général au développement durable**

**Service des données et 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)