

# Citepa. Rapport Secten édition 2022

Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France

## Industrie de l'énergie

Rédaction | Grégoire BONGRAND

Vérification | Julien VINCENT

► [Télécharger les données associées au chapitre sur citepa.org/fr/secten](https://citepa.org/fr/secten)

### Sommaire du chapitre

<b>Description du secteur .....</b>	<b>318</b>
Panorama et enjeux .....	3
Emissions incluses dans ce secteur.....	3
<b>Principales substances émises par le secteur .....</b>	<b>3</b>
<b>Emissions de gaz à effet de serre .....</b>	<b>3</b>
Evolution des émissions totales de GES du secteur en CO <sub>2</sub> e .....	3
Détail par gaz à effet de serre .....	3
<b>Emissions de polluants atmosphériques .....</b>	<b>3</b>
Acidification, eutrophisation, pollution photochimique .....	3
Métaux lourds .....	3
Polluants organiques persistants .....	3
<b>Liste détaillée des sources d'émissions incluses dans le secteur .....</b>	<b>3</b>

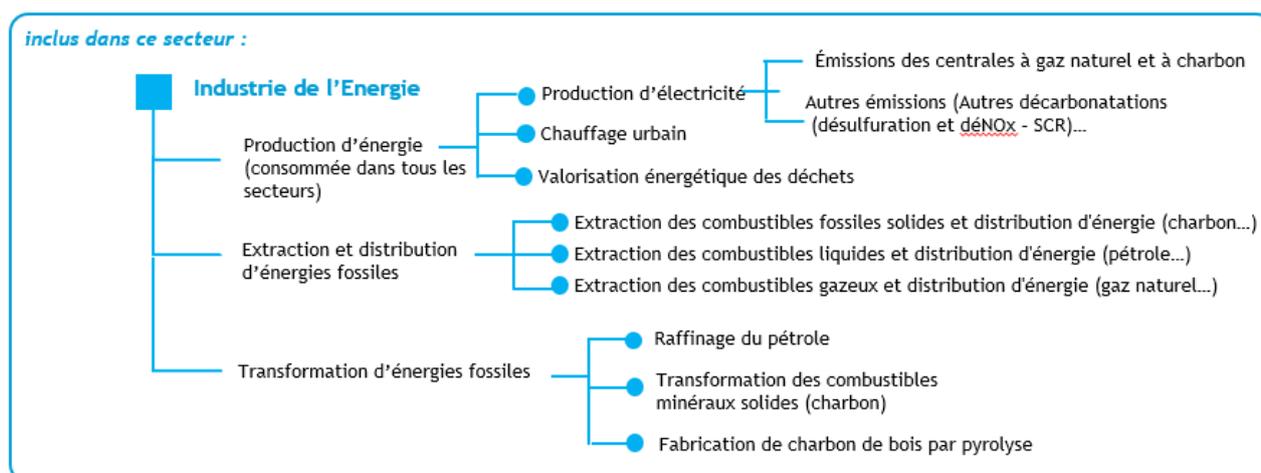
## En bref

Le secteur de l'industrie de l'énergie comprend les émissions de la production d'énergie (centrales électriques, production de chaleur, incinération de déchets avec récupération d'énergie), les émissions liées à la transformation d'énergie (raffineries, transformation de combustibles minéraux solides...) et l'extraction et la distribution d'énergie (pétrole, gaz naturel, charbon, etc.). Les émissions de ce secteur ont diminué depuis 1990 du fait de l'évolution du mix énergétique français, par le recours à l'énergie nucléaire, mais aussi du fait de la réglementation visant les installations. Ce secteur est concerné par des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, que ce soit dans le cadre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (CLRTAP en anglais), des directives Grandes Installations de Combustion (GIC) et émissions industrielles (IED en anglais), du Système d'Echanges de Quotas d'Emissions de GES (SEQE) ou encore de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC).

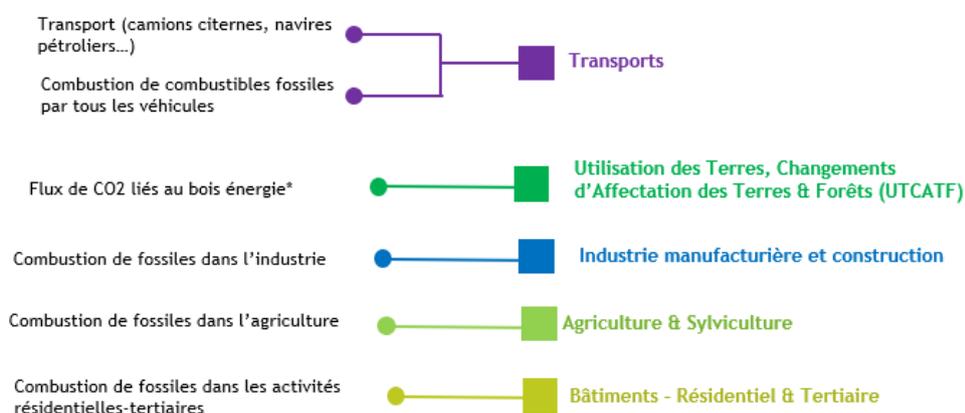
## Description du secteur

### Panorama et enjeux

Le secteur de l'extraction, la production, la transformation et la distribution d'énergie, souvent dénommé industrie de l'énergie, est un secteur qui regroupe de nombreuses activités. Il intègre les sources de combustion (chaudières, turbines, moteurs), les sources de décarbonation du fait des carbonates utilisés pour la désulfuration ainsi que les émissions fugitives. Il est important de noter que le secteur « Industrie de l'énergie » de Secten diffère des secteurs « Énergie » des rapports pour la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) ou pour la Convention Economique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-NU) où toutes les émissions liées à la combustion de combustibles, dont notamment dans les secteurs du transport, du résidentiel-tertiaire et de l'industrie manufacturière, sont incluses en supplément.



### comptabilisé dans d'autres secteurs :



\* A noter que les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion de biomasse, comptabilisées en UTCATF, sont aussi présentées, à titre d'information, par secteur consommateur dans les données Secten - onglet « CO<sub>2</sub> biomasse »

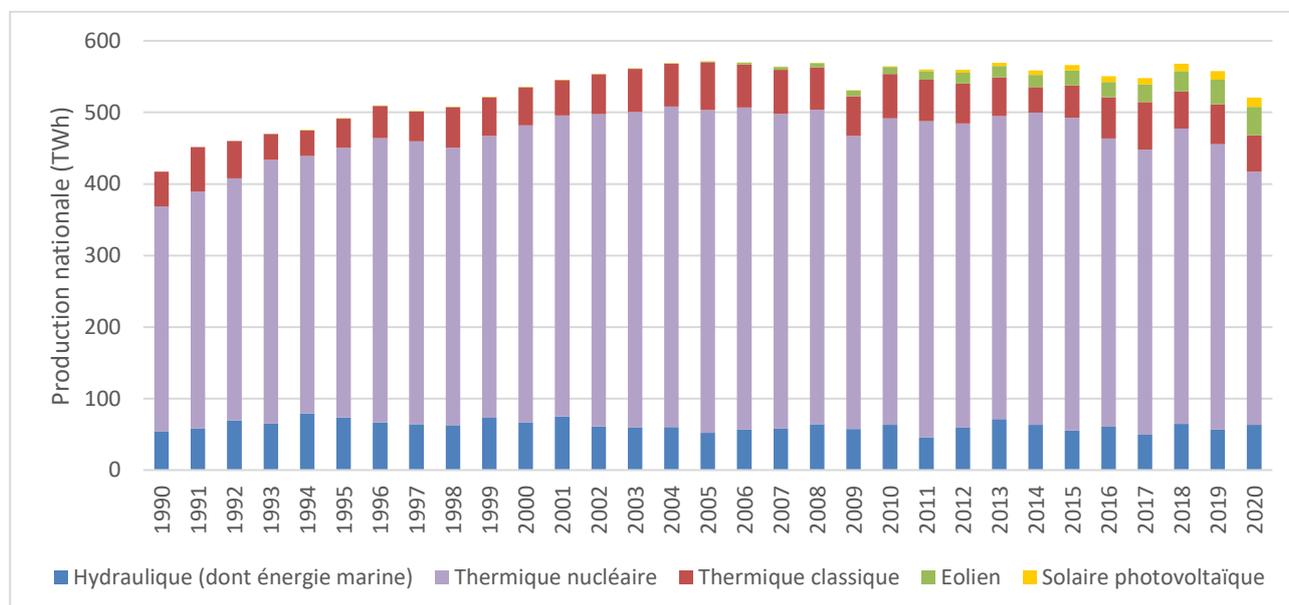
Ce secteur se décompose en plusieurs secteurs et sous-secteurs :

- « Production d'énergie » : production d'électricité centralisée, production de chaleur destinée aux réseaux de chaleur urbains, incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie,
- « Transformation d'énergie » : raffinage du pétrole, transformations de combustibles minéraux solides des mines et de la sidérurgie, et autres secteurs de la transformation d'énergie comme par exemple la transformation du bois en charbon de bois,
- « Extraction et distribution d'énergie » : extraction des combustibles fossiles solides, liquides, gazeux et leur distribution, et l'extraction d'énergies autres comme la géothermie et leur distribution.

La « Transformation des combustibles minéraux solides - mines » recouvre les émissions liées à la combustion dans les mines de charbon ainsi que les émissions des cokeries minières (les émissions fugitives des mines sont rapportées dans « Extraction des combustibles fossiles solides et distribution d'énergie »). La « Transformation des combustibles minéraux solides - sidérurgie » rassemble quant à elle les émissions liées aux cokeries sidérurgiques (localisées sur les sites intégrés). Le tableau dans le sous-chapitre « Liste des sources incluses dans ce secteur » à la fin de cette section détaille plus amplement les sources d'émissions composant chaque sous-secteur.

Les émissions du secteur de l'industrie de l'énergie en France métropolitaine ont globalement diminué sur la période 1990-2020, aussi bien pour les polluants que pour les gaz à effet de serre (notamment -48% de CO<sub>2</sub>e). La baisse observée des émissions s'explique principalement par l'évolution du mix énergétique, avec le développement marqué des centrales nucléaires puis des centrales thermiques au gaz naturel ces dernières années et l'abandon progressif des combustibles minéraux solides en tant que source d'énergie. En effet, entre 1990 et 2020, en excluant les énergies nucléaire et renouvelables, la part respective du charbon dans la production d'électricité a évolué de 75% à 13% alors que celle du gaz naturel est passée de 0% à 58%. A titre informatif, en 2020, la production d'électricité en France métropolitaine provient à 68% du nucléaire et à 22% d'énergies renouvelables. Un constat similaire pourrait être fait pour les consommations de combustible dans le chauffage urbain, avec un développement plus accru de la production de chaleur à partir de biomasse, qui contribue bien plus minoritairement aux émissions de l'industrie de l'énergie. A noter que, pour la production d'électricité française, le développement des énergies renouvelables, et notamment l'éolien et le solaire plus récemment, dans la capacité de production électrique totale se fait principalement en substitution des combustibles fossiles des centrales thermiques et non du nucléaire, qui a gardé une capacité constante (63 GW), ayant donc un aspect positif sur les émissions de GES. Toutefois, une réduction de la production annuelle des réacteurs nucléaires a été observée ces dernières années, qui tient principalement aux performances du parc nucléaire dont les réacteurs font l'objet d'arrêts plus fréquents et plus longs, notamment dans le cadre du programme du « grand carénage » (RTE 2020).

#### Production nationale d'électricité en France métropolitaine entre 1990 et 2020, par source d'origine



L'évolution globale des émissions est aussi due à l'évolution des réglementations et à la mise en conformité progressive des installations qui ont permis des progrès majeurs dans la réduction d'émissions. En effet, les différentes conventions internationales comme la CCNUCC et le Protocole de Kyoto visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que la CLRTAP et le Protocole de Göteborg pour les polluants atmosphériques, conjointement aux réglementations internationales, européennes, nationales et parfois même régionales qui en ont découlé, ont fixé certains objectifs à atteindre en termes de réduction d'émissions. Entre autres, la politique énergie-climat de l'Union européenne a instauré également le SEQE, couvrant divers secteurs de l'industrie, qui vise à réduire les émissions de GES de ces installations de 21% d'ici 2020 et de 43% d'ici 2030 (cet objectif pourrait être réhaussé à 61% pour 2030 pour s'aligner sur le nouvel objectif global de l'Union Européenne de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 55% en 2030 par rapport à 1990), par rapport aux niveaux de 2005. Pour les polluants, les directives GIC et IED ont favorisé de fortes réductions

d'émissions de l'industrie de l'énergie, notamment dans le but d'atteindre les plafonds d'émissions de 2020 de la directive NEC (National Emission Ceiling Directive en anglais) puis la directive UE/2016/2284, qui sont pour la France de -55% pour le SO<sub>2</sub>, de -50% pour les NO<sub>x</sub>, de -27% pour les PM<sub>2,5</sub>, de -43% pour les COVNM et de -4% pour le NH<sub>3</sub>, par rapport aux niveaux de 2005. Pour 2030, ces mêmes objectifs de réduction sont de -77% pour le SO<sub>2</sub>, de -69% pour les NO<sub>x</sub>, de -57% pour les PM<sub>2,5</sub>, de -52% pour les COVNM et de -13% pour le NH<sub>3</sub>.

Toutes ces conventions et réglementations, ainsi que d'autres supplémentaires, ont donc permis in fine de réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, du secteur de l'industrie de l'énergie notamment qui a été l'un des premiers et des plus concernés. Bien que des progrès conséquents ont déjà été réalisés dans ce secteur, la sévèrisation des valeurs limites d'émissions imposées, ainsi que l'implémentation de nouvelles directives comme récemment la directive MCP (Medium Combustion Plant en anglais) pour les moyennes installations de combustion, associées aux progrès technologiques et à l'optimisation des procédés énergétiques, devraient permettre d'atteindre des niveaux d'émissions encore plus faibles à l'avenir. Pour plus d'informations concernant les différentes conventions, réglementations et directives, aux différentes échelles, se référer au chapitre « La France et l'International : principales réglementations et actions ».

Enfin, le recul des émissions de l'industrie de l'énergie en France métropolitaine en 2020 est également partiellement dû à la crise sanitaire de la Covid-19, où une baisse de la production d'électricité de 7% est observée entre 2019 et 2020 (niveau de production le plus bas observé depuis 2000) tout comme la quantité de brut traité en raffineries (-27,5% entre 2019 et 2020).

### Emissions incluses dans ce secteur

Le secteur de l'industrie de l'énergie regroupe les activités de combustion de combustibles dans diverses installations, les procédés énergétiques comme le raffinage du pétrole ou les cokeries, les activités d'extraction de combustibles solides, liquides, gazeux ou autres (e.g., la géothermie), les activités de distribution de ces combustibles (e.g., pipelines, stations-services, etc.) et les consommations de carbonates utilisés pour la désulfuration. Les émissions des usines d'incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie pourraient être supposées dans la catégorie « Déchets » mais sont bien incluses dans l'« Industrie de l'énergie ».

Au niveau de la combustion de combustibles dans l'industrie de l'énergie, différents types d'installation sont à considérer : les chaudières, les turbines à gaz, les moteurs, les fours de distillation, les fours à coke et les incinérateurs de déchets non dangereux. Afin d'estimer de façon précise les émissions de polluants et de certains gaz à effet de serre, il est important d'identifier les consommations respectives de ces différentes installations, ainsi que leurs différentes caractéristiques pouvant influencer sur les émissions comme la puissance nominale de l'équipement ou les techniques d'abattement éventuelles.

Parmi les spécificités de l'industrie de l'énergie, sont à noter :

- l'arrêt de l'exploitation des mines à ciel ouvert en 2002, suivi par celui des mines souterraines en 2004,
- l'abandon progressif des centrales à charbon qui a contribué au développement croissant des centrales thermiques au gaz naturel et des systèmes de production d'énergies renouvelables,
- la fermeture de plusieurs raffineries de pétrole (9 entre 1980 et 1985, puis 6 depuis 2003), ne laissant que 9 raffineries actuellement en activité, dont une située en Martinique et une récemment convertie en bioraffinerie (site de La Mède),
- l'intensification du secteur du chauffage urbain (+21% de consommation énergétique entre 1990 et 2020) et le développement de la cogénération depuis le début des années 2000,
- l'arrêt de l'activité de raffinage de gaz en 2014, qui était réalisé par une unique installation qui traitait le gaz issu du gisement de Lacq.

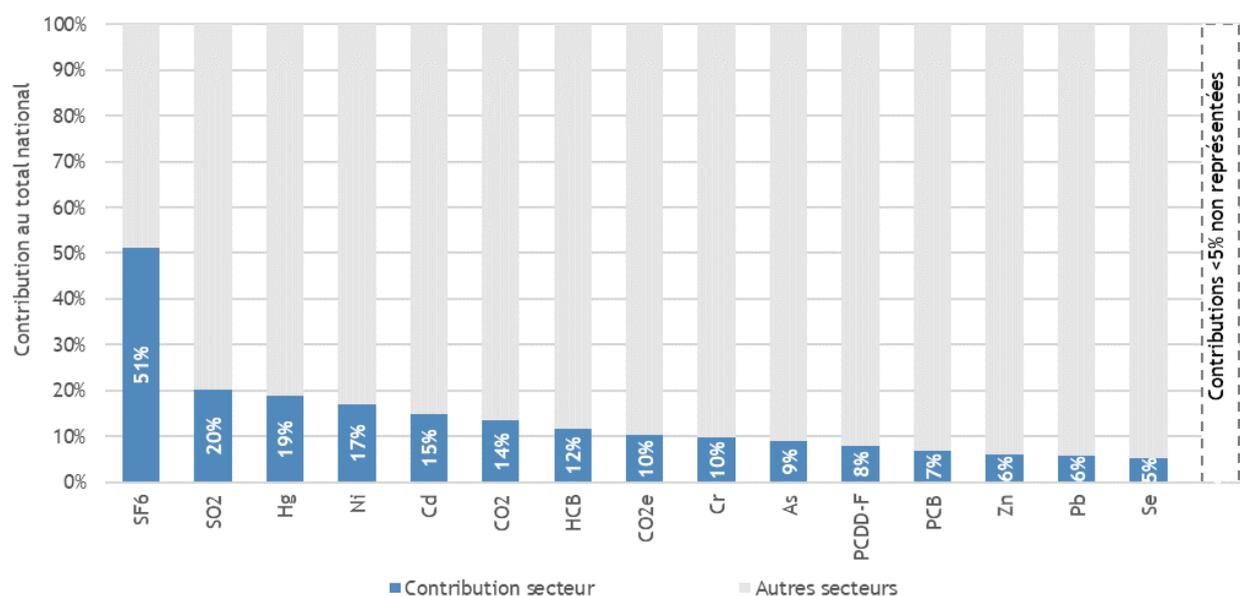
Les substances émises et estimées dans ce secteur sont les suivantes :

- Gaz à effet de serre : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O,
- Gaz fluorés : HFC et SF<sub>6</sub> (seulement pour la production d'électricité),
- Acidification, eutrophisation et pollution photochimique : SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, COVNM,
- Métaux lourds : As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn,
- Polluants organiques persistants : PCDD-F, HAP, PCB, HCB,
- Particules : TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1,0</sub>, BC.

Il faut noter que seules les émissions résultantes d'une activité ayant eu lieu sur le territoire français sont incluses. Les émissions « importées », ayant lieu à l'international ne sont pas comptabilisées dans le total Secten. Par exemple, si de l'électricité produite à l'étranger est consommée sur le territoire français, les émissions ne sont pas comptabilisées dans les totaux nationaux. A l'inverse, si des produits raffinés en France sont exportés à l'international, les émissions liées au raffinage sont attribuées à la France alors que celles liées à la combustion des produits pétroliers sont comptabilisées pour le pays importateur et consommateur. Pour plus de précisions, consulter le chapitre abordant les différences entre l'inventaire national et l'empreinte carbone.

## Principales substances émises par le secteur

Substances pour lesquelles le secteur de l'industrie de l'énergie contribue pour au moins 5% aux émissions en 2020



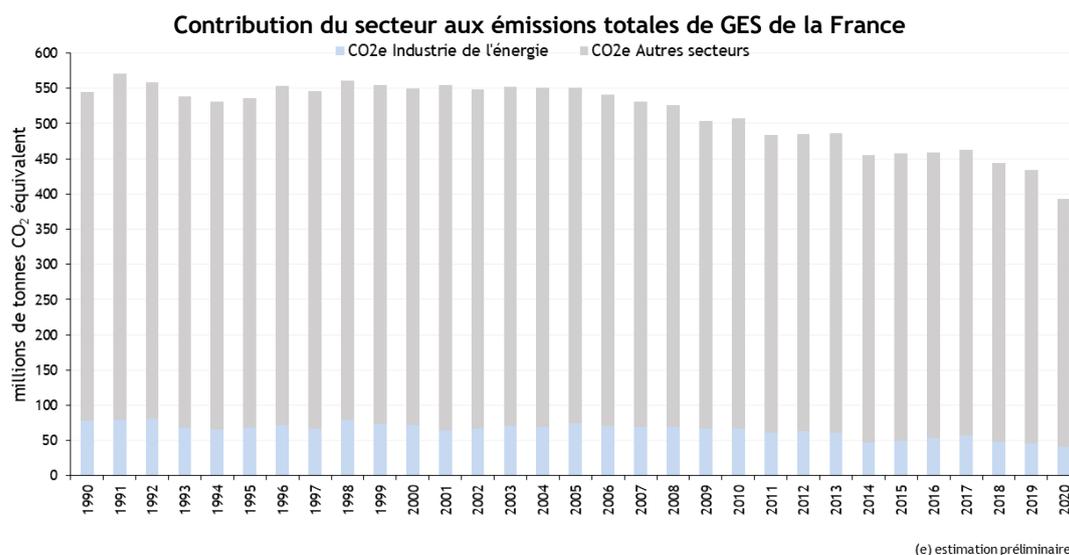
L'industrie de l'énergie a fortement réduit ses émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques depuis 1990 et a grandement contribué aux réductions nationales observées. Cependant, pour certaines substances, sa contribution aux émissions nationales reste relativement élevée. En effet, la production d'électricité seule représente 51% des émissions nationales de SF<sub>6</sub>, notamment à cause des isolants thermiques utilisés dans les disjoncteurs et transformateurs électriques. Bien que des réductions drastiques d'émissions ont été observées pour ces polluants (plus de 95% de réduction), l'industrie de l'énergie contribue toujours significativement aux émissions de SO<sub>2</sub> et de Ni, notamment dû au raffinage de pétrole, et de Hg à cause de l'incinération de déchets non dangereux.

En ce qui concerne les gaz à effet de serre, l'industrie de l'énergie représente en 2020 environ 14% et 10% des émissions de CO<sub>2</sub> et CO<sub>2e</sub> hors Utilisations des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt (UTCATF), respectivement. Bien que cela soit non négligeable, ce secteur contribue moins aux émissions de CO<sub>2</sub> et CO<sub>2e</sub> hors UTCATF qu'en 1990, où les contributions étaient respectivement de 18% et 14%. Ceci est notamment dû aux efforts de réduction effectués par ce secteur, avec des réductions relatives de -44% de CO<sub>2</sub> et -48% de CO<sub>2e</sub>, à comparer avec les réductions globales nationales connues sur cette même période : -27% pour le CO<sub>2</sub> et -28% pour le CO<sub>2e</sub>.

Une analyse plus détaillée par substance est fournie dans les paragraphes suivants.

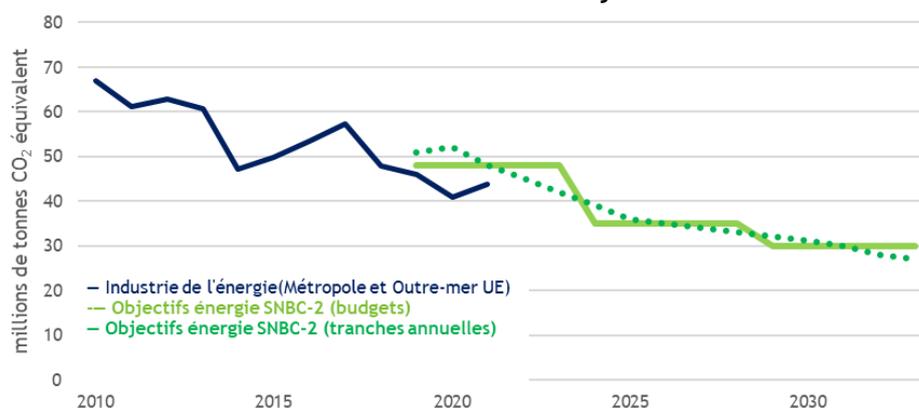
## Emissions de Gaz à effet de serre

### Evolution des émissions totales de GES du secteur en CO<sub>2</sub>e

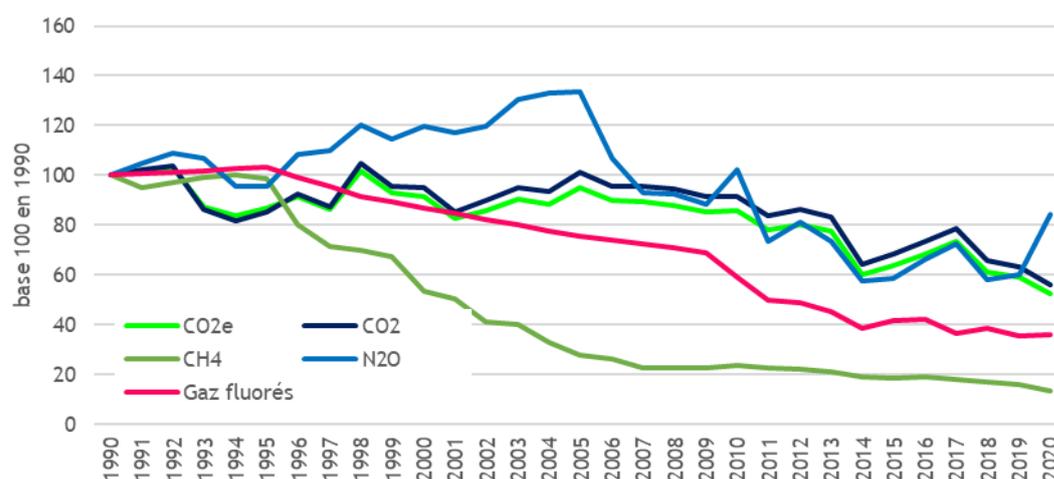


Entre 1990 et 2020, les émissions de CO<sub>2</sub> équivalent du secteur de l'industrie de l'énergie ont diminué de -48%, et de -44% entre 1990 et 2021. La contribution de ce secteur dans les émissions nationales est également en baisse, passant de 14% en 1990 à 10% en 2020. Cela révèle les efforts de réduction mis en place par le secteur pour limiter sa contribution au changement climatique. Entre 2019 et 2020, les émissions de CO<sub>2</sub>e ont été réduites de 11%, partiellement dû à la crise sanitaire de la Covid-19. De ce fait, un léger « effet rebond » de +7% est attendu en 2021, d'après nos pré-estimations.

### Emissions de GES du secteur et objectifs SNBC

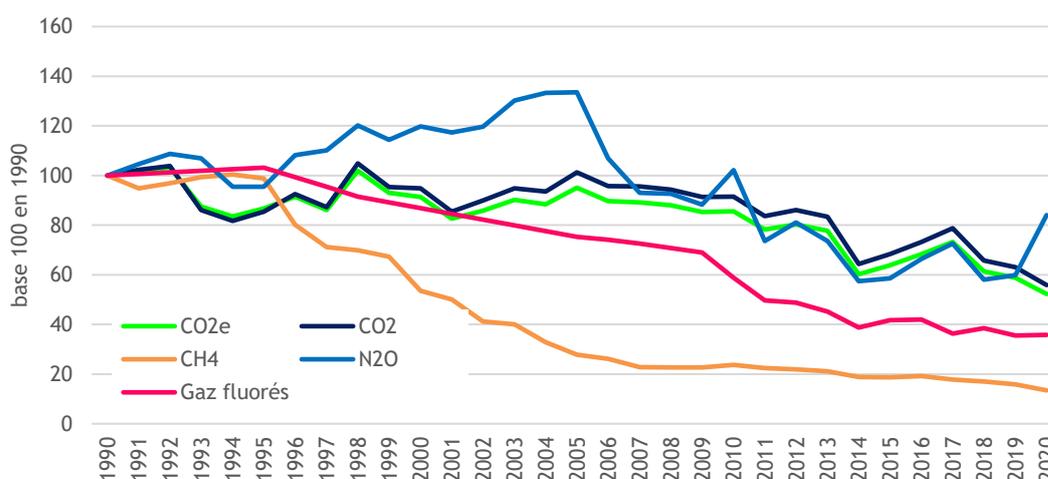


### Tendance d'évolution des émissions de GES de l'Industrie de l'Énergie (base 100 en 1990)



Jusqu'à présent, ce secteur respecte bien les budgets carbone fixés par la stratégie nationale bas-carbone (SNBC), aussi bien pour la version originale (SNBC-1) que la version révisée de 2019 (SNBC-2). Cette dernière a fixé des budgets plus ambitieux aux horizons 2020, 2025 et 2030, avec pour objectif l'atteinte de la neutralité carbone au niveau national en 2050. La grande majorité des émissions de la production d'électricité et de chaleur française (y compris l'incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie, 74%) et des émissions fugitives liées à l'extraction ou la distribution (95%), et la totalité de celles du raffinage de pétrole, sont soumises au Système d'Echange de Quotas d'Emissions de l'Union Européenne (SEQE-UE). Ainsi, le secteur est contraint par des objectifs européens (réduction des émissions de 43% d'ici 2030, par rapport à 2005) et le prix des quotas d'émissions est une incitation économique de plus en plus forte afin d'entreprendre les actions nécessaires pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. En effet, après une période relativement stable d'octobre 2018 à octobre 2020, avec un prix compris entre 17€ et 28€, celui-ci a depuis fortement augmenté, de manière constante, et est passé à 55€ par quota en mai 2021 pour enfin augmenter à 78€ en mars 2022.

Evolution relative des émissions des différents GES du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole et Outre-mer UE) (base 100 en 1990)



L'évolution globale des émissions de CO<sub>2</sub>e suit celle des émissions de CO<sub>2</sub>. Cependant, les contributions des diverses activités évoluent différemment, du fait des changements d'activité connus par chacun depuis 1990, ainsi que le périmètre du type de gaz à effet de serre émis par chaque sous-secteur. Par exemple, seul le secteur de la production d'électricité est responsable des émissions de HFC et SF<sub>6</sub> dans le secteur de l'industrie de l'énergie.

Globalement, après une légère hausse des émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990, une tendance à la baisse des émissions est observée depuis 1995.

Ci-dessous, la contribution du secteur de l'industrie de l'énergie aux émissions nationales pour chaque gaz à effet de serre :

- CO<sub>2</sub> : 16% du total national en moyenne sur la période 1990-2020, avec 14% du total national en 2020, contre 18% en 1990 ;
- CH<sub>4</sub> : la contribution du secteur aux émissions nationales de méthane est en forte diminution depuis 1990 (de 10% en 1990 à moins de 2% en 2020), avec une baisse des émissions au sein du secteur de 87% depuis 1990 ;
- N<sub>2</sub>O : contribution relativement stable depuis 1990, entre 0,7% et 1,4% du total national, avec une réduction de 44% depuis 1990 ;
- HFC : contribution négligeable au niveau national (0 à 0,1%), due uniquement à la production d'électricité ;
- PFC : le secteur n'est pas émetteur de PFC ;
- SF<sub>6</sub> : contribution croissante de ce secteur, avec 51% des émissions nationales en 2020 contre 23% en 1990 malgré une réduction globale de 65% de ces émissions sur cette même période ;
- NF<sub>3</sub> : le secteur n'est pas émetteur de NF<sub>3</sub>.

Plusieurs options sont mises en avant afin de réduire les émissions et respecter la trajectoire définie par la SNBC-2 :

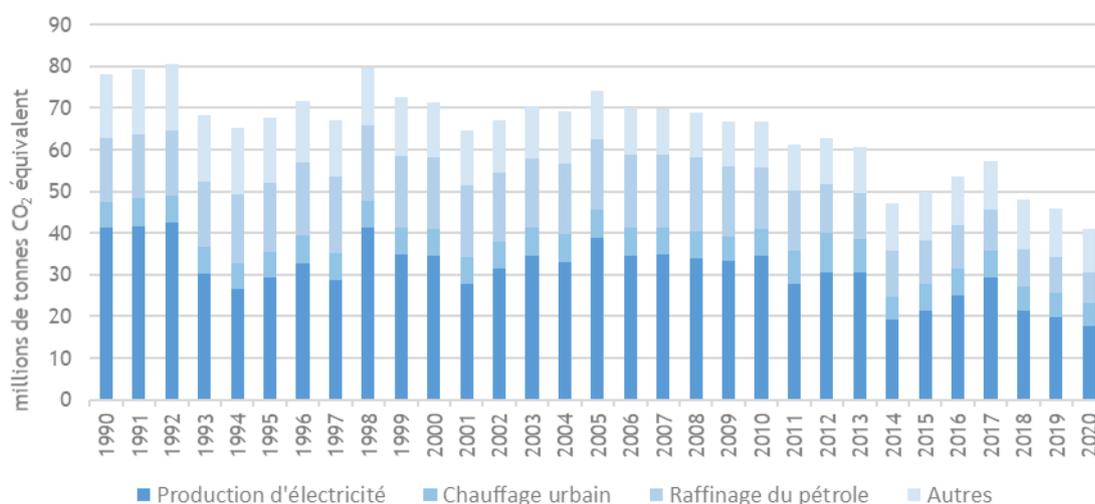
- l'arrêt de la production d'électricité par des centrales à charbon et, plus généralement, la diminution de la consommation énergétique combinée à la décarbonation de l'électricité, se faisant en augmentant la part d'énergies renouvelables tout en diminuant la part d'énergie nucléaire à hauteur de 50% du mix électrique d'ici 2035 (14 réacteurs nucléaires, les plus anciens, sont amenés à être fermés). Deux des quatre dernières centrales à charbon ont fermé, pendant que celle de Saint-Avold devait fermer le 31 mars 2022 mais, tout comme la centrale

de Cordemais, elle pourrait fonctionner exceptionnellement à bas régime un ou deux hivers supplémentaires afin de renforcer la sécurité d'approvisionnement,

- l'optimisation des rendements énergétiques,
- à plus long terme, le développement des technologies de capture, stockage et utilisation du carbone.

Alors que le sous-secteur de la production d'électricité représentait 53% des émissions de CO<sub>2</sub>e de l'industrie de l'énergie en 1990, cette part s'élève en 2020 à 43%. Même si ce sous-secteur reste le principal contributeur, la contribution du sous-secteur « autres secteurs de l'énergie (dont les UIDND) » est passée de 4% en 1990 à 17% en 2020. Les autres sous-secteurs les plus contributeurs sont celui du raffinage du pétrole avec une contribution moyenne de 22% (oscillant entre 18% et 27%), et le chauffage urbain avec une contribution à la hausse (de 8% en 1990 à 13% en 2020).

Répartition des émissions de CO<sub>2</sub>e du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole et Outre-mer UE)



## Détail par gaz à effet de serre

### CO<sub>2</sub>

Depuis 1990, le secteur de la production d'électricité a connu une réduction de ses émissions de 23 Mt CO<sub>2</sub>, soit une baisse relative de 57%. La baisse globale des émissions de la production d'électricité s'explique essentiellement par l'évolution du mix énergétique avec le développement marqué des centrales thermiques au gaz naturel ces dernières années. La nette diminution des émissions en 2014 est liée à la faible sollicitation des centrales thermiques d'appoint du fait de la douceur du climat qui, combinée à la fermeture de certaines centrales au charbon, ont entraîné la division par deux des consommations de charbon par rapport à 2013. Entre 2014 et 2017, la hausse des émissions de CO<sub>2</sub> de la production d'électricité est principalement due aux variations climatiques et à la disponibilité des filières décarbonées ayant pour conséquence l'augmentation de la consommation de gaz naturel et de charbon. Depuis 2017, les émissions sont nettement à la baisse pour des raisons inverses.

Les émissions du raffinage de pétrole sont assez stables sur la période 1990 à 2009. Toutefois, depuis 2009, une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> de 57% s'observe du fait de la baisse d'activité de ce sous-secteur (fermetures de 5 sites sur 14 restants en 2009). De plus, exceptionnellement en 2020, les émissions ont baissé de 17% comparativement à 2019 dû à la crise sanitaire de la Covid-19.

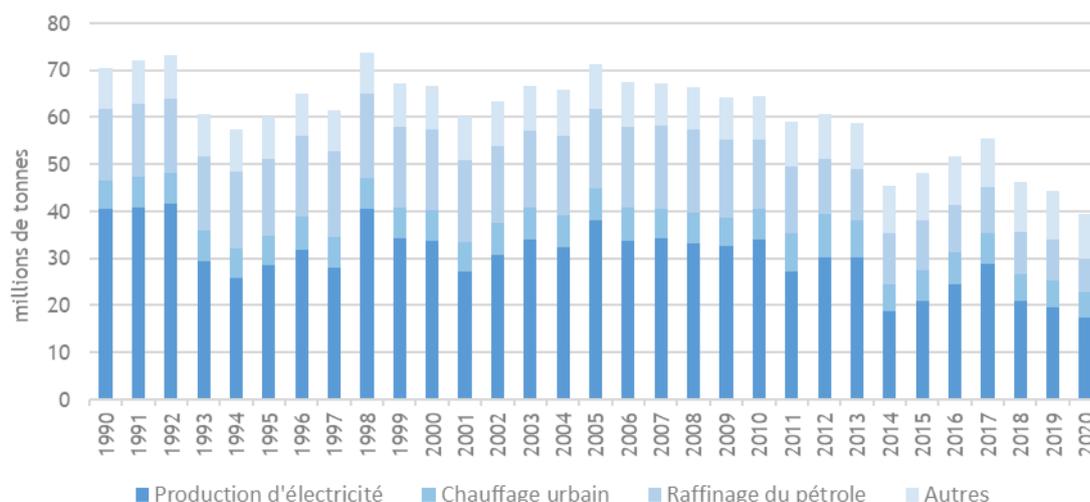
Les émissions des autres secteurs de la transformation d'énergie, et plus particulièrement des usines d'incinération de déchets non dangereux (UIDND) avec récupération d'énergie, ont plus que doublé depuis 1990 suite au développement de la récupération d'énergie dans les UIDND.

Les émissions imputables au chauffage urbain restent assez stables tout au long de la période d'observation, avec une tendance à la baisse depuis 2012 liée à l'évolution du mix énergétique (notamment augmentation de la part de la biomasse) puis une diminution notable en 2014 du fait de la douceur du climat, suivie d'une nouvelle stagnation entre 2015 et 2017 et d'une légère baisse depuis.

A noter que pour les émissions équivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e), des émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) sont considérées dans l'extraction et la distribution des combustibles solides bien que l'activité ait cessé avec la fermeture des dernières

mines de charbon en 2004 (les mines fermées continuent à émettre des émissions fugitives de méthane dont une partie est valorisée).

Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole et Outre-mer UE)



#### CH<sub>4</sub>

Etant donné que le CH<sub>4</sub> a un potentiel de réchauffement global (PRG) significatif, l'intérêt autour de ce gaz à effet de serre grandit dans la lutte contre le changement climatique. Depuis 1990, l'industrie de l'énergie a connu une baisse drastique des émissions de CH<sub>4</sub> avec -87% entre 1990 et 2020, notamment due à l'arrêt de l'exploitation des mines à charbon et aux efforts effectués par les exploitants pour limiter les fuites de gaz naturel lors de son transport et de sa distribution. En effet, ces sources sont fortement émettrices de méthane et, en 1990, l'extraction et distribution de combustibles solides représentait 72% des émissions de CH<sub>4</sub> du secteur, tandis que l'extraction et distribution de combustibles gazeux contribuait à hauteur de 23%. En 2020, ce dernier secteur représente plus de 85% des émissions de CH<sub>4</sub> du secteur à lui seul, bien qu'il ait diminué ses émissions de moitié entre 1990 et 2020.

A l'inverse, les émissions des sous-secteurs de la production d'électricité et du chauffage urbain ont vu leurs émissions de CH<sub>4</sub> augmenter significativement, +176% et +249% entre 1990 et 2020, respectivement, suite au recours accru au gaz naturel en tant que combustible.

Dans l'Union Européenne (UE), dans le cadre du pacte vert pour l'Europe, afin d'atteindre l'objectif de -55% de réduction des émissions de GES en 2030, diverses initiatives visent à réduire les émissions de CH<sub>4</sub> pour les principaux secteurs émetteurs que sont l'industrie de l'énergie, l'agriculture et les déchets, en ayant comme objectif une réduction globale en 2030 d'environ 35% à 37% pour le CH<sub>4</sub>.

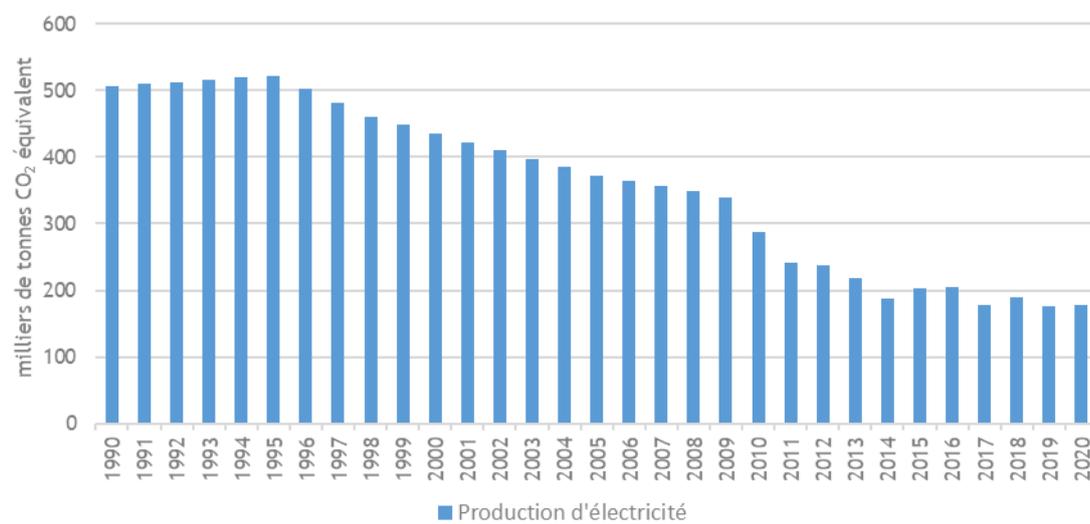
Pour le secteur de l'énergie, les émissions diffuses liées à la production, le transport et la distribution de pétrole, de gaz et de charbon représentent un levier important avec un fort potentiel de réduction à faible coût. Ainsi, suite à diverses études d'impact pour renforcer l'objectif climat de l'UE, la Commission européenne a présenté une proposition de règlement concernant la réduction des émissions de méthane dans le secteur de l'énergie, et modifiant le règlement (UE) 2019/942, en décembre 2021. La proposition de règlement fixe des obligations d'inspection des installations visées par les autorités compétentes, des obligations de mesure et de déclaration aux exploitants et Etats membres, ainsi que des obligations de réduction. De plus, la proposition vise la mise en place d'outils pour améliorer la transparence des émissions produites en dehors de l'UE mais liées à des importations vers l'UE.

**(CR prépare un graph)**

#### SF<sub>6</sub>

Le SF<sub>6</sub> est exclusivement émis par le sous-secteur de la production d'électricité (charge et utilisation des équipements électriques). La baisse continue observée depuis 1995 (-66%) s'explique par l'amélioration de l'étanchéité des appareils (disjoncteurs et interrupteurs haute tension contenant du SF<sub>6</sub>) et des procédures de maintenance, alors même que les quantités chargées dans ces appareils ont augmenté.

Répartition des émissions de SF<sub>6</sub> du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole et Outre-mer UE)



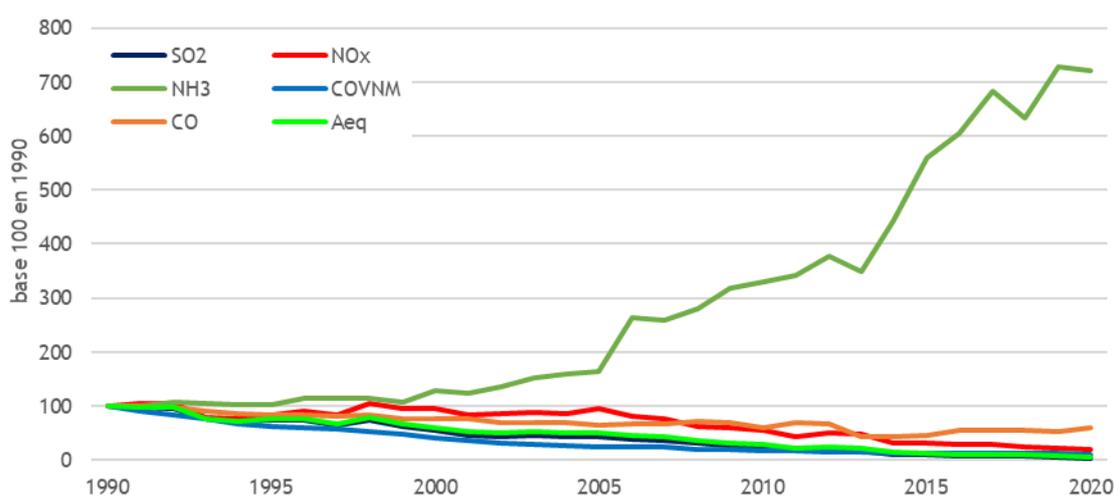
## Emissions de polluants atmosphériques

### Acidification, eutrophisation, pollution photochimique

#### Tendances des émissions d'AEPP

Tous les polluants responsables de l'acidification, de l'eutrophisation et de la pollution chimique de l'atmosphère ont vu leurs émissions baisser depuis 1990, à l'exception du NH<sub>3</sub>, notamment à cause de la croissance accrue de la consommation de biomasse dans le chauffage urbain (+34% de part dans le mix énergétique). Les émissions d'acide équivalent (Aeq), étant calculées comme étant un composite en masse des ions H<sup>+</sup> du SO<sub>2</sub>, des NO<sub>x</sub> et du NH<sub>3</sub>, il est attendu qu'elles suivent la tendance imprimée par ces trois substances. Au cours de la période étudiée, les émissions de Aeq ont été réduites de 94% pour l'industrie de l'énergie, notamment grâce aux réductions des émissions au niveau des sous-secteurs de la production d'électricité (-98%) et du raffinage de pétrole (-92%), qui étaient les principaux contributeurs du secteur en 1990 (respectivement 50% et 29% de contribution). La tendance inverse des émissions de NH<sub>3</sub> (+621% pour l'industrie de l'énergie entre 1990 et 2020), à la hausse contrairement aux autres substances de l'AEPP, est due à la croissance de la consommation de biomasse dans le chauffage urbain. Néanmoins, la contribution du secteur de l'industrie de l'énergie reste marginale dans les émissions nationales de NH<sub>3</sub> avec une contribution en 2020 de 0,2%, notamment dû au secteur de l'agriculture qui en est le principal émetteur.

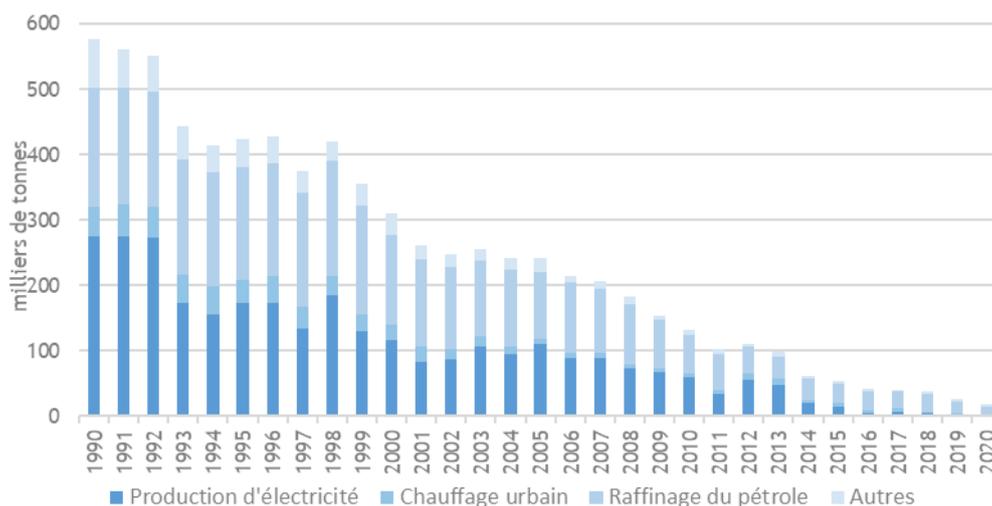
Evolution relative des émissions des substances de l'AEPP du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole) (base 100 en 1990)



#### SO<sub>x</sub>

Les émissions de SO<sub>2</sub> de la production d'électricité sont en forte baisse depuis 1990, avec une réduction relative de plus de 99%.

Répartition des émissions de SO<sub>2</sub> du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



Cela s'explique notamment par une réduction globale des consommations dans ce secteur du fait d'une baisse de l'utilisation des centrales thermiques qui ne servent que pour la production d'appoint mais aussi par le recours à des combustibles moins soufrés (gaz naturel notamment en remplacement du charbon, et baisse de la teneur en soufre du fioul lourd) et à la mise en œuvre de techniques de désulfuration afin de respecter la réglementation relative aux Grandes Installations de Combustion renforcée depuis le 1er janvier 2008. Sur la période, des pics ponctuels d'émissions sont observés en 1991, 1998, 2003 et 2005 en raison de conditions climatiques défavorables (hiver rigoureux) ou de circonstances événementielles particulières dans les autres filières de production d'électricité (grands arrêts de centrales nucléaires ou moindre disponibilité de l'électricité d'origine hydraulique). A l'inverse, les fortes baisses des émissions en 2011, 2014 et 2018 sont liées à une plus faible sollicitation du parc thermique (du fait de la douceur du climat), à la forte baisse des consommations de charbon au profit du gaz naturel et à la bonne disponibilité du nucléaire.

Les émissions liées au chauffage urbain sont en baisse de 97% depuis 1990. Cette baisse est induite par la réduction de la teneur en soufre des combustibles fossiles et par la substitution du fioul lourd et du charbon (plus de 78% à eux deux des consommations énergétiques en 1990 contre moins de 4% en 2020) par du gaz naturel (part du mix énergétique de 22% en 1990 à 62% en 2020). Les conditions climatiques ont aussi un impact selon les années.

Les émissions induites par le raffinage du pétrole ont été réduites de 94% depuis 1990. La réduction des émissions est liée à la baisse de la teneur en soufre des combustibles liquides et à la moindre utilisation de fioul lourd au profit de combustibles gazeux. Le déclin de l'activité ces dernières années, avec la fermeture de plusieurs raffineries, contribue aussi à la baisse des émissions de ce sous-secteur. Enfin, la mise en conformité des installations avec des techniques de désulfuration a également contribué à cette baisse globale. La contribution relative des raffineries au secteur de l'industrie de l'énergie a cependant fortement augmenté, passant de 32% en 1990 à 63% en 2020.

Le sous-secteur de l'extraction et de la distribution de combustibles gazeux est peu émetteur en 2020 mais était une source non négligeable en 1990 (contribution de 8% en 1990 contre 1,2% en 2020). Cette réduction traduit le déclin de l'activité extractive en France et la fermeture du site de Lacq en 2014.

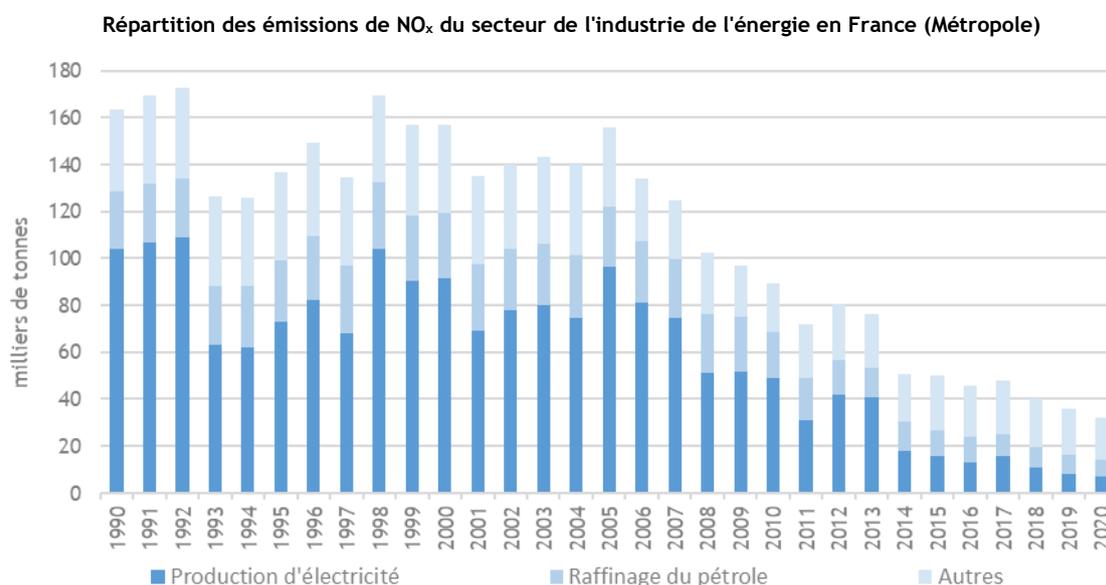
## NO<sub>x</sub>

Les émissions de la production d'électricité ont chuté de 93% depuis 1990 du fait, d'une part, d'une baisse de la consommation de charbon et, d'autre part, de la mise en place de systèmes de traitement des fumées de type SCR (Réduction Sélective Catalytique), dès 2003, sur les centrales à charbon les plus émettrices. La légère reprise des émissions de NO<sub>x</sub> observée en 2017 (+20% comparativement à 2016) résulte de l'augmentation des consommations de gaz naturel et de charbon cette année-là en comparaison des précédentes.

Les émissions du chauffage urbain ont baissé depuis 1990 (-15% en 2020) alors même que l'activité n'a cessé d'augmenter. Cela s'explique par l'évolution du mix énergétique (recours accru au gaz naturel au détriment des combustibles minéraux solides) et la mise en œuvre de techniques de réduction des NO<sub>x</sub> performantes afin de respecter les réglementations relatives aux Installations de Combustion.

Une baisse marquée des émissions du raffinage de pétrole s'observe depuis 2009 (-71%) s'expliquant par le déclin de l'activité en France, ainsi qu'exceptionnellement en 2020 l'impact de la crise sanitaire sur l'activité de raffinage.

Les autres secteurs de la transformation d'énergie contribuent aux émissions de NO<sub>x</sub> principalement du fait des usines d'incinération de déchets non dangereux (UIDND) avec récupération d'énergie qui ont une contribution non négligeable de 22% des émissions de NO<sub>x</sub> du secteur de l'industrie de l'énergie en 2020.



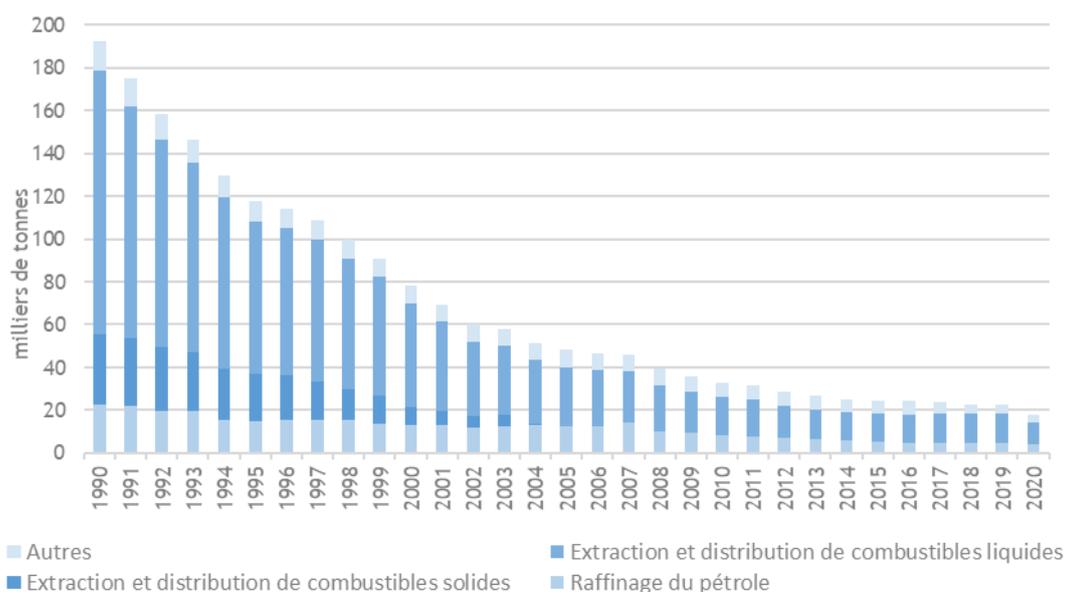
## COVNM

Les émissions de COVNM ont été largement réduites depuis 1990 avec une baisse globale pour le secteur de 91%. Cette baisse est majoritairement imputable à la chaîne de distribution des combustibles liquides qui va de l'extraction des combustibles à leur distribution (-92% depuis 1990 alors qu'elle contribuait à 64% des émissions du secteur en 1990 et contribue toujours à 56% des émissions en 2020).

Cette baisse a été possible grâce aux réglementations appliquées aux sites de stockage et à la distribution de produits pétroliers qui ont dû s'équiper de toits flottants et de systèmes de récupération des vapeurs.

La fermeture des mines de charbon, dont la dernière remonte à 2004, a induit la disparition des émissions de COVNM liées à cette extraction, qui représentait tout de même 17% des émissions du secteur en 1990.

Répartition des émissions de COVNM du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



## Métaux lourds

As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn

Globalement, les émissions de métaux lourds fluctuent d'une année à l'autre selon l'évolution des consommations de charbon et de fioul lourd dans les sous-secteurs consommateurs et selon la substitution d'une partie de leur consommation par du gaz naturel.

Les émissions ont donc diminué depuis 1990, essentiellement du fait de la réduction des consommations dans la production d'électricité.

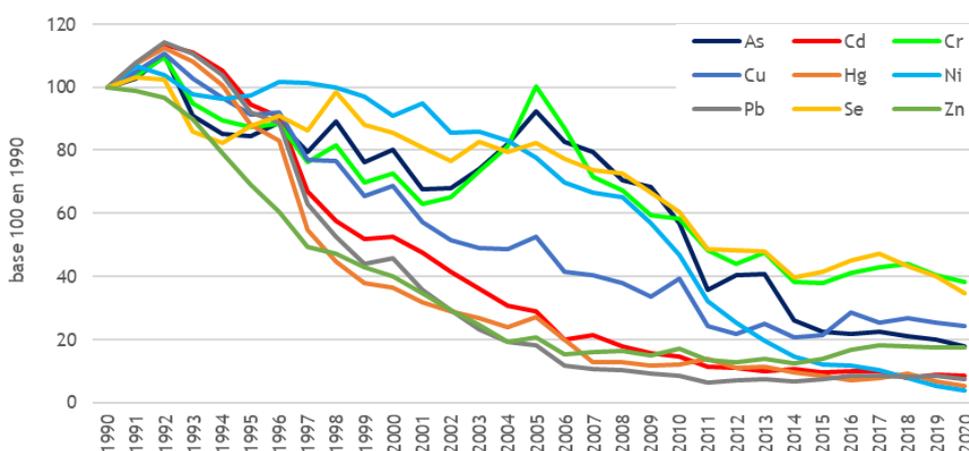
Cependant, d'autres raisons expliquent les évolutions observées :

- Les « Autres secteurs de la transformation d'énergie » ont vu leurs émissions de métaux lourds fortement diminuer. Ceci est particulièrement vrai pour le Cd (-96%) et le Hg (-95%) où les usines d'incinération des déchets non dangereux (UIDND) avec récupération d'énergie représentaient à elles seules la quasi-totalité des émissions de Cd et Hg de l'industrie de l'énergie. Les UIDND restent un contributeur important à ces émissions mais cette réduction a été possible grâce à la mise en conformité progressive de ces installations (notamment mise en place de dépoussiéreurs). Pour les autres polluants, les émissions des métaux lourds ont toutes été réduites de 80% et plus également.
- Le secteur de la production d'électricité a également réduit toutes ses émissions de métaux lourds de plus de 88% depuis 1990, notamment grâce au changement de mix énergétique et la mise en place d'équipements de traitement des gaz.
- L'augmentation des émissions dans le chauffage urbain (As, Cr, Cu, Pb et Zn notamment avec respectivement +43%, +244%, +162%, +650% et +568%) provient de l'utilisation accrue de biomasse dans ce sous-secteur. Toutefois, les émissions de Hg et Ni du chauffage urbain ont baissé de 82% et 97%, respectivement, entre 1990 et 2020.

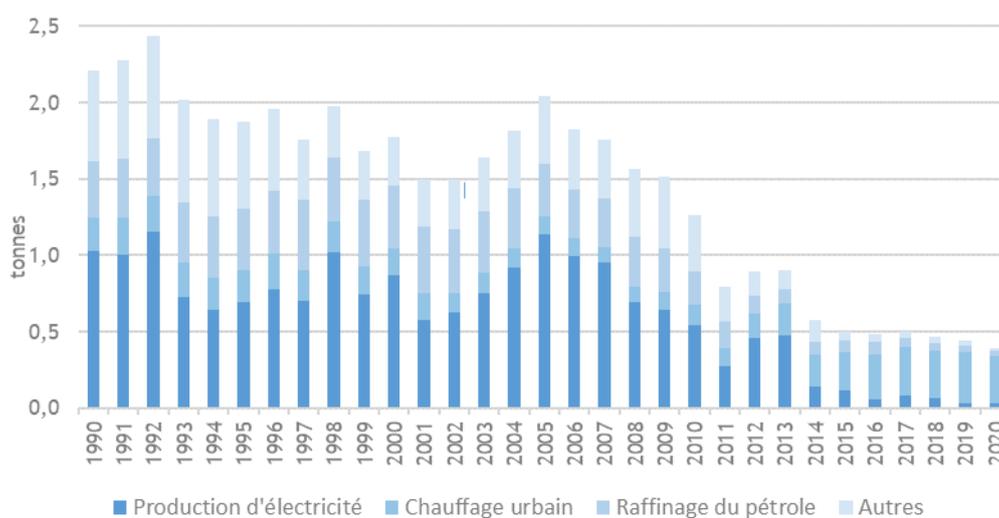
Dans le raffinage du pétrole, la réduction de l'utilisation de fioul lourd a entraîné la réduction des émissions de nickel d'environ 97%, alors même que ce sous-secteur contribue à 48% des émissions de Ni de l'industrie de l'énergie en 2020.

Cette réduction est liée à la baisse de l'activité de raffinage en France (fermeture de raffineries) et à la substitution du fioul lourd par du gaz de raffinerie moins émetteur de Ni.

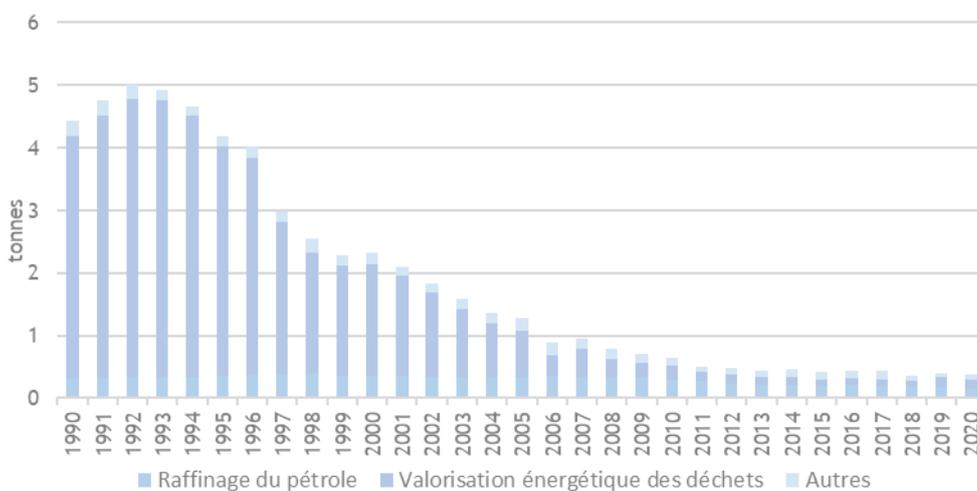
Evolution relative des émissions de métaux lourds du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole) (base 100 en 1990)



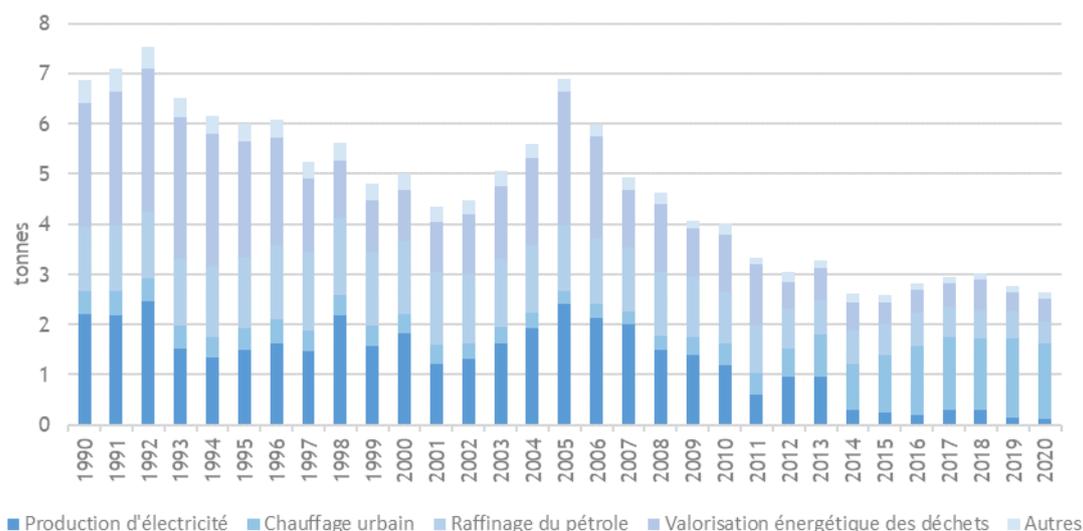
Répartition des émissions d'As du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



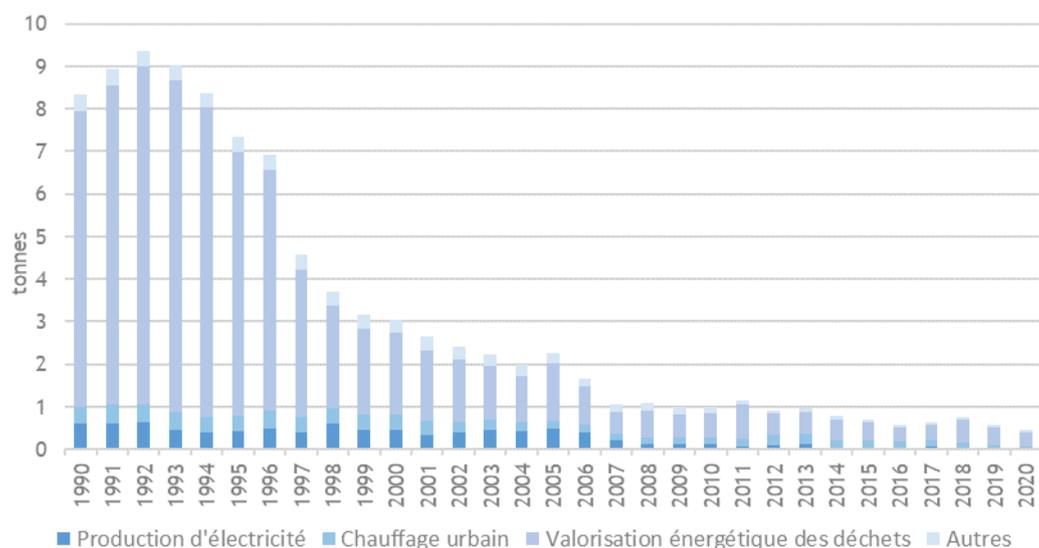
Répartition des émissions de Cd du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



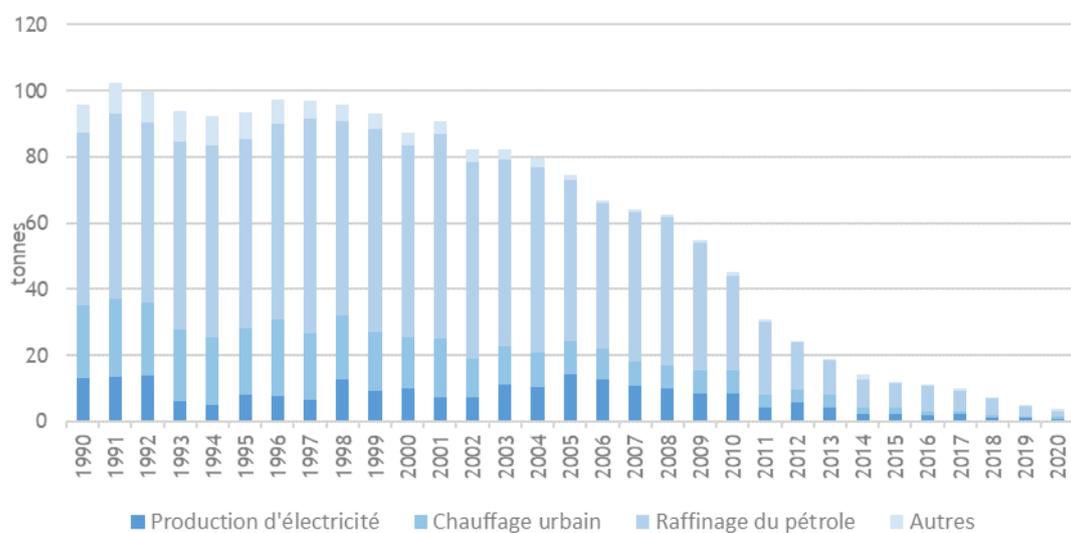
Répartition des émissions de Cr du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



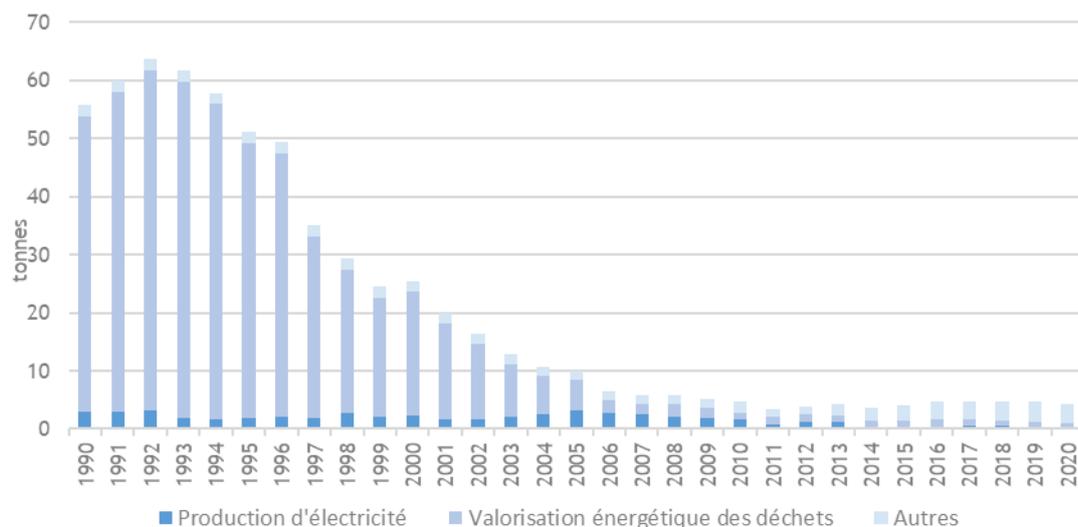
Répartition des émissions de Hg du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



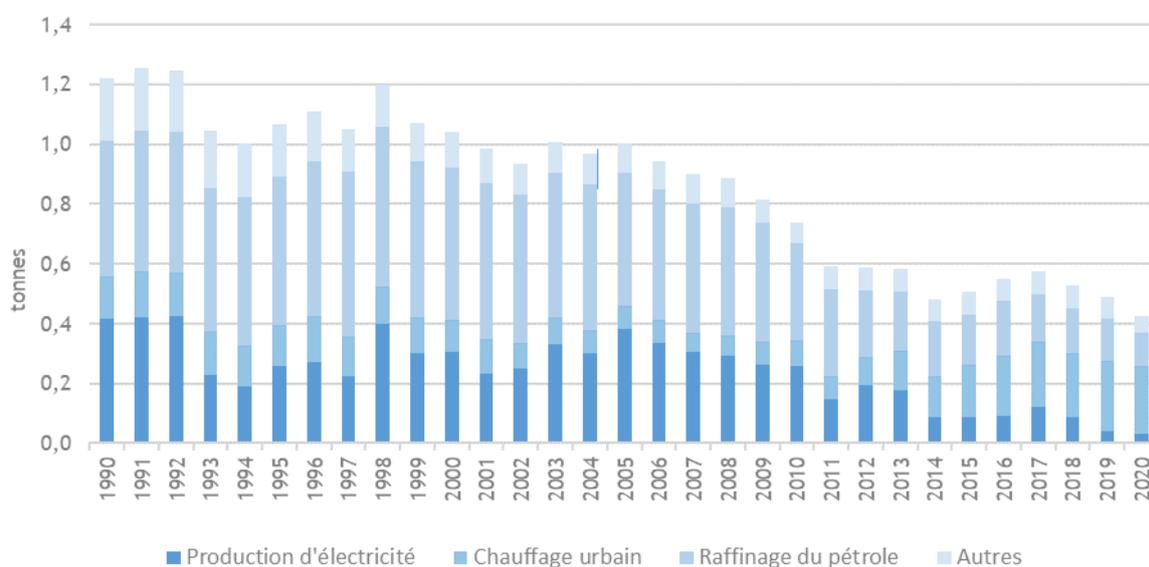
Répartition des émissions de Ni du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



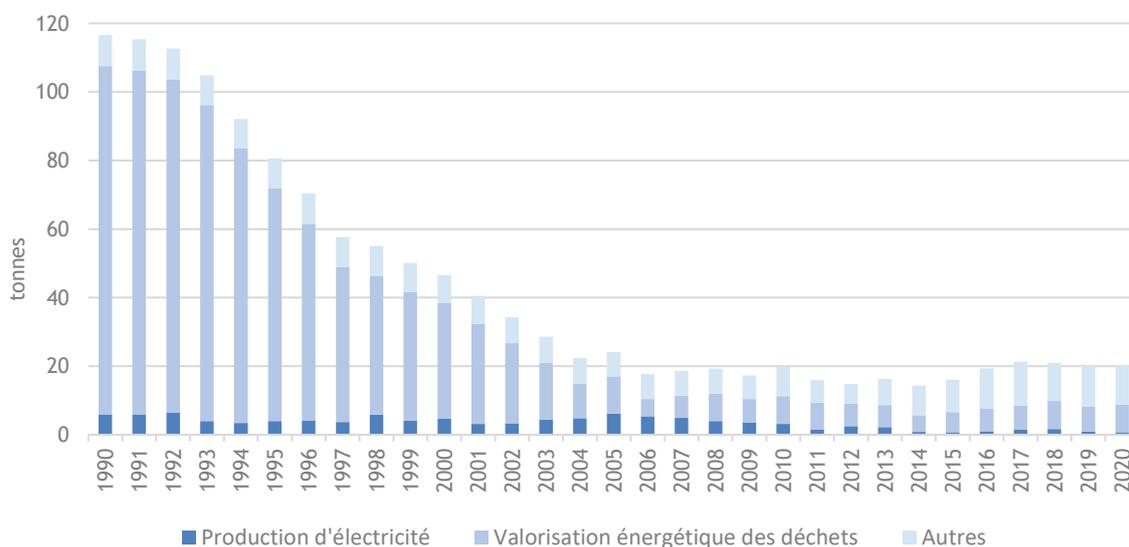
Répartition des émissions de Pb du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



Répartition des émissions de Se du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



Répartition des émissions de Zn du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)



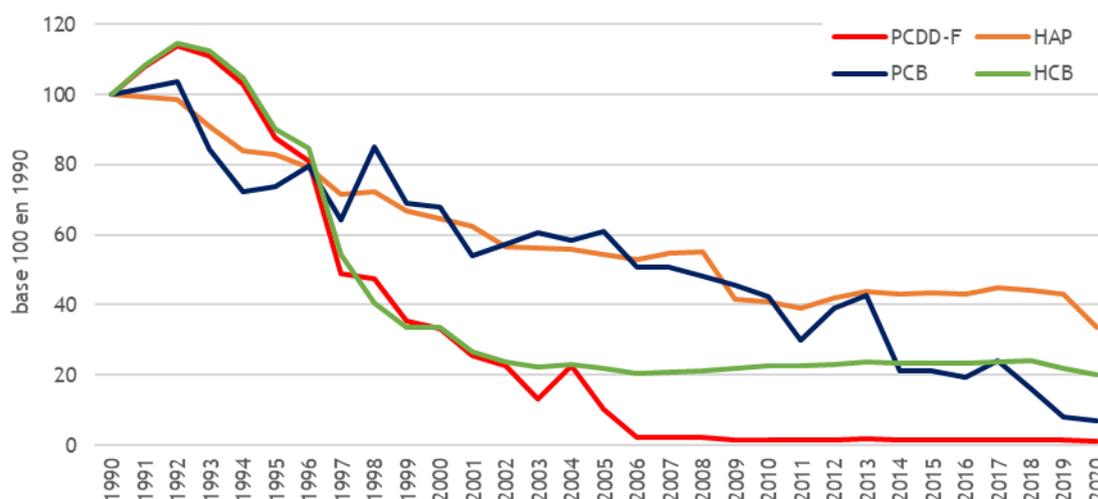


## Polluants organiques persistants

## Tendance des émissions de POP

Les émissions de toutes les substances désignées en tant que polluants organiques persistants ont nettement baissé depuis 1990. Après avoir légèrement augmenté en début de période, les émissions de PCDD-F et de HCB ont connu une réduction significative et progressive depuis 1992 jusqu'à 2006, où depuis elles sont plutôt stagnantes. Les émissions de HAP ont subi une baisse constante de leurs émissions depuis 1990, atteignant des niveaux plus de deux fois moins importants qu'en 1990, avant de connaître une légère stagnation voire un rehaussement entre 2009 et 2019, suivi d'une rechute importante en 2020 pour atteindre le niveau le plus bas observé sur la série temporelle. Enfin, les émissions de PCB ont été significativement réduites depuis 1990, malgré quelques fluctuations observées comme entre 1997 et 1998, entre 2011 et 2013 et entre 2016 et 2017.

## Evolution relative des émissions de POP du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole) (base 100 en 1990)



## PCDD-F, HCB

Le secteur a connu une forte baisse des émissions de PCDD-F (-99%) et HCB (-80%) depuis 1990, imputable à la mise aux normes des usines d'incinération des déchets non dangereux avec récupération d'énergie, qui étaient les principaux contributeurs en 1990. Les émissions de PCDD-F ont également fortement chuté pour le secteur de la transformation des combustibles minéraux solides (-66% entre 1990 et 2020), devenu le principal contributeur de l'industrie de l'énergie avec 71% des émissions du secteur en 2020 (contre seulement 2% en 1990), mais celles-ci sont plus stables dernièrement (après avoir connu la fermeture de la dernière cokerie minière en 2009), malgré une forte baisse entre 2019 et 2020 probablement liée à la baisse de l'activité suite à la crise sanitaire de la Covid-19.

## Répartition des émissions des PCDD-F du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)

Graph à venir - attente AD

## Répartition des émissions des HCB du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)

Graph à venir - attente AD

## PCB

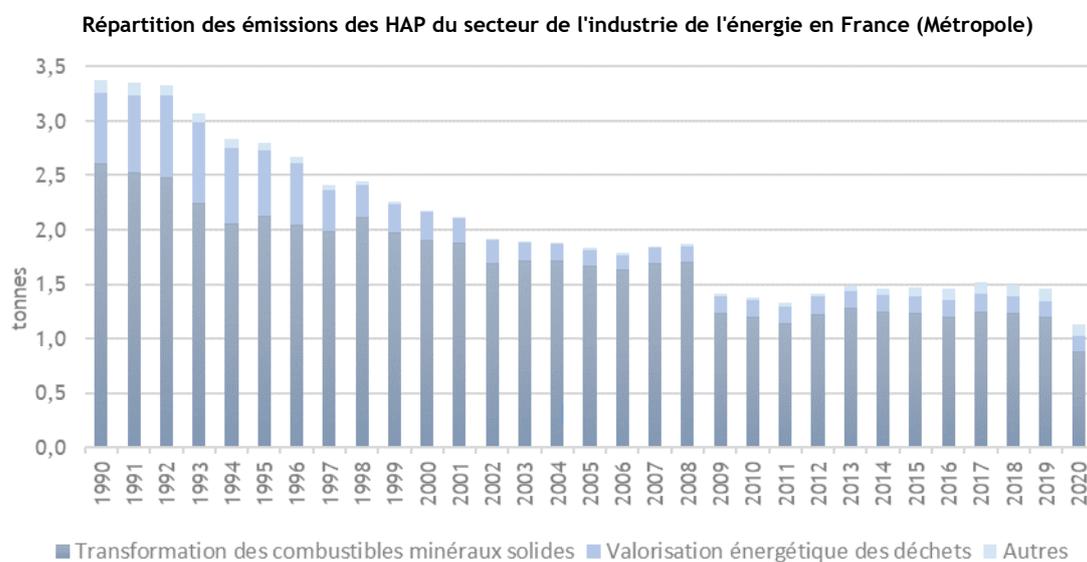
## Répartition des émissions des PCB du secteur de l'industrie de l'énergie en France (Métropole)

Graph à venir - attente AD

Tous les sous-secteurs de l'industrie de l'énergie émetteurs de PCB affichent une baisse des émissions sur la période, entraînant une baisse globale du secteur de 93% depuis 1990, et avec une réduction particulièrement marquée pour les usines d'incinération des déchets non dangereux avec récupération d'énergie ("autres secteurs de la transformation d'énergie") (-100% depuis 1990). Pour la production d'électricité, la réduction des émissions (-96% depuis 1990) s'explique par la baisse de la consommation énergétique globale et par l'évolution du mix énergétique. La légère augmentation des émissions de PCB observée en 2017 (+25% comparativement à 2016) est la conséquence de la reprise de la consommation de charbon d'une centrale.

## HAP

Le secteur a connu une baisse de 66% des émissions depuis 1990, imputable notamment à la fermeture de la dernière cokerie minière en 2009 (Transformation des combustibles solides - mines), à la réduction de l'activité des cokeries sidérurgiques et à la mise aux normes des usines d'incinération des déchets non dangereux avec récupération d'énergie.



## Liste des sources incluses dans ce secteur

Détail des sources incluses dans le secteur Industrie de l'Énergie		CODE SNAP
(*) l'astérisque indique que cette activité intervient partiellement dans le périmètre du sous-secteur   [intitulé du secteur dans les tableaux]		
<b>Industrie de l'énergie</b>		
Production d'électricité [Production d'électricité]		
Installations de combustion (sauf 010106)		0101xx
Autres décarbonatations (désulfuration et déNOx - SCR)		040631 (*)
Extincteurs d'incendie		060505 (*)
Equipements électriques		060507 (*)
Chauffage urbain [Chauffage urbain]		
Chauffage urbain		0102xx
Autres décarbonatations (désulfuration)		040631 (*)
Traitement des eaux usées dans l'industrie		091001 (*)
Raffinage du pétrole [Raffinage du pétrole]		
Installations de combustion et fours de raffinage		0103xx
Elaboration de produits pétroliers		040101
Craqueur catalytique - chaudière à CO		040102
Récupération de soufre (unités Claus)		040103 (*)
Stockage et manutention de produits pétroliers en raffinerie		040104
Autres procédés		040105
Production d'acide sulfurique		040401 (*)
Station d'expédition en raffinerie		050501
Soufflage de l'asphalte		060310
Torchères en raffinerie de pétrole		090203
Transformation des combustibles minéraux solides [Transformation des -combustibles minéraux solides]		
Installations de combustion		0104xx
Four à coke		010406
Fours à coke (fuites et extinction)		040201
Fabrication de combustibles solides défumés		040204
Production de sulfate d'ammonium		040404 (*)
Extraction des combustibles fossiles solides et distribution d'énergie [Extraction et distribution de combustibles solides]		
Extraction des combustibles fossiles solides		0501xx
Extraction des combustibles liquides et distribution d'énergie [Extraction et distribution de combustibles liquides]		
Extraction des combustibles fossiles liquides		050201
Distribution de combustibles liquides (sauf essence)		0504xx
Distribution essence, transport et dépôts (excepté stations service)		050502
Stations service (y compris refoulement des réservoirs)		050503
Torchères dans l'extraction de gaz et de pétrole		090206 (*)
Extraction des combustibles gazeux et distribution d'énergie [Extraction et distribution de combustibles gazeux]		
Installations de combustion et stations de compression		0105xx
Extraction des combustibles fossiles gazeux		0503xx
Réseaux de distribution de gaz		0506xx
Torchères dans l'extraction de gaz et de pétrole		090206 (*)
Fabrication de charbon de bois par pyrolyse [Fabrication de charbon de bois par pyrolyse]		
Fabrication de charbon de bois par pyrolyse		010407
Valorisation énergétique des déchets [Valorisation énergétique des déchets]		
Production d'électricité - Autres équipements (incinération de déchets domestiques avec récupération d'énergie)		010106
Autres mises en décharge de déchets solides		090403 (*)