

## Citepa. Rapport Secten édition 2020

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

# Polluants organiques persistants

Rédaction

Vincent MAZIN

Benjamin CUNIASSE

Gwenaëlle LE BORGNE

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

### Sommaire du chapitre

Définition .....	210
Dioxines et furannes (PCDD-F) .....	213
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	219
Polychlorobiphényles (PCB).....	225
Hexachlorobenzène (HCB) .....	231

## Définition

Le terme Polluants Organiques Persistants ou POP désigne un grand nombre de substances organiques non pas définies par leur nature chimique mais par quatre propriétés (Convention Stockholm 2019) :

- elles sont **persistantes et restent de longues années non dégradées** (elles ne se dégradent que très lentement dans l'environnement, voire pas du tout ; elles sont capables de résister à la dégradation biologique, chimique et photolytique),
- elles sont **bioaccumulables** (lipophiles, elles s'accumulent, se bio-amplifient dans les tissus adipeux des organismes vivants ; elles se concentrent dans la chaîne alimentaire),
- elles sont **toxiques** (nocives pour les écosystèmes, les animaux et l'homme, elles peuvent perturber le système immunitaire et reproductif et être cancérigènes),
- Elles deviennent largement distribuées dans l'environnement à la suite de processus naturels impliquant le sol, l'eau et, plus particulièrement, l'air. Elles peuvent être transportées très loin de leurs zones d'émission.

La plupart des POPs sont des composés organiques semi-volatils ou non-volatils. Ces POPs semi-volatils se trouvent à l'état gazeux ou particulaire selon les températures. Ils se déposent facilement sous forme particulaire lorsque la température est moins élevée et peuvent être réémis si la température devient plus élevée (seuil de température dépendant des substances).

### Sources

Ces substances peuvent être émises intentionnellement ou non. De **manière intentionnelle**, elles sont émises en tant que **pesticides** (aldrine, chlordane, chlordécone, lindane, mirex, pentachlorobenzène, toxaphène...) ou lors de leur production pour des **usages industriels** (décabromodiphényl ether, hexachlorobutadiène, naphthalènes polychlorés...).

De **manière non-intentionnelle**, les POPs sont émis lors de la **combustion à l'air libre des déchets et de la biomasse** (y compris lors de feux de forêt), lors de **l'incinération de déchets, lors de la combustion de tout combustibles (fossile, biomasse)** et lors de **processus industriels** (comme le raffinage, la production de substances chimiques, de métaux, de textiles, de céramiques ou de briques). Les émissions sont plus fortes en cas de combustion incomplète.

### POP pris en compte dans l'inventaire

L'inventaire national estime les émissions de quatre principaux POP émis par l'industrie, la combustion et l'incinération des déchets, et visés par le Protocole d'Aarhus et la Convention de Stockholm. Ce sont les suivants :

- les **polychlorobiphényles (PCB)**

Les PCB sont des composés aromatiques organochlorés avec 12 atomes de carbone et entre 1 à 10 atomes de chlore ( $C_{12}H_{10-x}Cl_x$ ). Il existe 209 congénères, classés en deux catégories, de type dioxine (ou dioxine like) et les autres. Ils ont été utilisés pour leurs propriétés diélectriques. Ce sont aussi des produits de combustion.

- l'**hexachlorobenzène (HCB)**

Il s'agit d'un composé organique avec 6 atomes de carbone et 6 atomes de chlore, dérivé du benzène ( $C_6Cl_6$ ). C'est un fongicide. Il est émis par des processus de combustion en même temps que les dioxines et furannes.

- les **hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Les HAP sont un ensemble de composés organiques avec 2 à 7 cycles aromatiques, semi-volatils. Ils sont produits par les processus de combustion de différents combustibles et produits, ainsi que par les processus de raffinage du pétrole. Ils sont également présents à l'état naturel dans les combustibles fossiles charbon et pétrole.

La famille des HAP est très vaste. On distingue :

Les 4 HAP couverts par le Protocole d'Aarhus :

- le benzo(a)-pyrène (B[a]P),
- le benzo(b)fluoranthène (B[b]F),
- le benzo(k)fluoranthène (B[k]F),
- l'indéno(1,2,3-cd)pyrène (I[1,2,3-cd]P),

Les 4 autres substances réglementées par la France, dans le cadre des règlements sur les installations classées (ICPE) :

- le benzo(g,h,i)pérylène,
- le fluoranthène,
- le dibenzo(a,h)anthracène (DiB[a,h]A),
- le benzo(a)anthracène (B[a]A).

Les autres HAP.

Dans le cadre du total national des émissions de HAP présenté dans le rapport SECTEN, seuls les 4 HAP pris en compte dans l'inventaire, conformément au périmètre de la CEE-NU, sont présentés. Comme le montre la spéciation réalisée dans l'étude complémentaire du rapport SECTEN 2017, si l'on considère les 8 HAP réglementés en France, le niveau des émissions de HAP est alors au moins 4 fois supérieur à celui des HAP pris en compte dans le Protocole d'Aarhus.

- les **dioxines/furannes (PCDD-PCDF)**

Les dioxines et les furannes sont des composés aromatiques polycycliques halogénés. On a identifié quelque 419 composés apparentés à la dioxine (mais on considère que seulement trente d'entre eux ont une toxicité marquée) et 135 pour les furannes ou polychlorodibenzofuranes. Ces substances sont principalement formées par la combustion à haute température des déchets et des combustibles. On les retrouve dans certains procédés chimiques (synthèse de produit chlorés), le blanchiment de la pâte à papier. La présence de chlore et d'un catalyseur comme le cuivre ou le fer est une condition de formation.

### Effets sur la santé

Les POPs ont, de façon générale, des effets toxiques sur les êtres vivants. Les diverses substances peuvent être cancérigènes et dégrader les systèmes immunitaires et reproductifs... Les références suivantes donnent de bonnes synthèses sur la toxicologie des divers POPs :

- Le portail substances chimiques de l'INERIS fournit des grandeurs caractéristiques sur les substances chimiques dans les domaines suivants: Ecotoxicologie, Toxicologie, Données Technico-économiques. Par exemple pour le BaP :

<https://substances.ineris.fr/fr/substance/484>

- L'INERIS met aussi à disposition un certain nombre de fiches, dans lesquelles il est possible de trouver les substances considérées ci-dessus.  
<https://substances.ineris.fr/fr/page/21#fictox>.
- L'INRS est également une excellente source de données, par exemple sur les substances CMR.  
<http://www.inrs.fr/risques/cmr-agents-chimiques/ce-qu-il-faut-retenir.html>
- L'organisation mondiale de la Santé est également une source essentielle :  
<https://www.who.int/ipcs/assessment/fr/>

### Suivi des POPs dans l'air ambiant

Les HAP font l'objet d'un suivi en termes de qualité de l'air selon la directive 2004/107/CE modifiée. Le B[a]P est mesuré ainsi qu'au minimum le B[a]A, B[b]F, B[j]F, B[k]F, I[1,2,3-cd]P, DiB[a,h]A.

Les autres POPs tels que les dioxines, peuvent faire l'objet de surveillance locale près des sites industriels ou de campagnes de mesures ponctuelles. Les concentrations de dioxines chlorées et bromées ont ainsi été mesurées en 2018 près de sources de pollutions diffuses (brûlage de câbles) (AIRPARIF 2018). Des mesures de concentrations de POPs sont réalisées par l'observatoire national de Mesure et d'Evaluation en zone rurale de la pollution Atmosphérique à longue distance. 2 stations de fonds ruraux mesurent des POPs. Les données sont reportées chaque année à AirBase (the European Air quality dataBase), à l'EMEP et sont visualisables sur le [site EBAS](#) (MERA 2019).

### Concentrations observées dans l'environnement

La figure 1 suivante présente les concentrations de benzo(a)-pyrène mesurées en Europe.

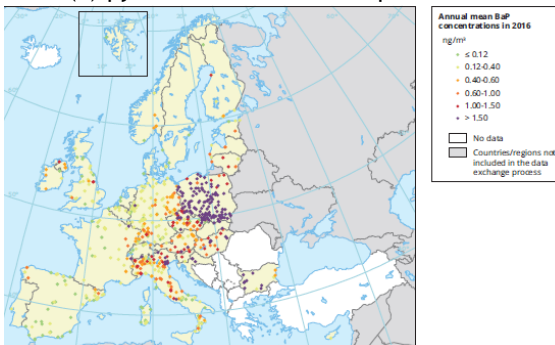


Figure 1 : concentrations de benzo(a)pyrène mesurées en 2016 en Europe (AEE 2018)

En 2016, ce sont encore 13 Etats membres qui mesurent des concentrations supérieures à la valeur limite européenne de 1 ng/m<sup>3</sup>, principalement en Europe centrale et de l'Est.

La valeur recommandée par l'OMS de 0,12 ng/m<sup>3</sup> est dépassée dans au moins une station de chaque Etat membre sauf aux Pays Bas et en Suède (AEE 2018).

Des travaux d'évaluation de la pollution transfrontière relative aux POPs à l'échelle globale, régionale et nationale, sont menés par les centres de recherche EMEP (tels que le MSC-East et West (Meteorological synthesizing centres) (EMEP 2018). Les données d'inventaires des émissions de POP sont une source

importante d'informations pour ces travaux mais encore associées à des incertitudes importantes. La modélisation est aussi largement utilisée avec des travaux pour réconcilier données observées (trop rares) et inventaires. La figure 2 suivante présente par exemple, les concentrations de dioxines et furannes issues de cette modélisation à partir de données d'inventaires adaptées (comblant les lacunes ou les sous estimations selon les centres de recherche). Des concentrations élevées de dioxines (toutefois exprimées en femto gramme (fg), soit en milliardième de gramme) sont estimées en Italie du nord, au Royaume uni, en Europe centrale, Ukraine, Russie.

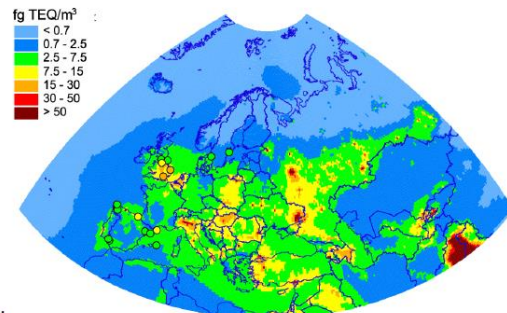


Figure 2 : Distribution spatiale des concentrations de dioxines et furannes modélisées à partir de données de concentrations et d'inventaires d'émissions ajustés dans la zone EMEP en 2016 (EMEP 2018) en 2016 dans la zone EMEP (AEE 2018)

### Réduction des émissions

Compte tenu de leurs effets sur la santé et les écosystèmes, les POPs font l'objet de nombreuses réglementations à l'échelle européenne et française.

Au niveau international, il existe deux Conventions (voir aussi le chapitre *Politique et Réglementation*) visant à contrôler, réduire ou éliminer ces substances :

- Le Protocole d'Aarhus (ou « Protocole POP »), adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-NU ou UNECE en anglais). Il est entré en vigueur le 23 octobre 2003 et a été amendé en 2009. Le Protocole interdit la production et l'utilisation de certains POP (aldrine, chlordane, chlordécone, dieldrine, endrine, hexabromobiphényle, mirex et toxaphène). D'autres substances ont été introduites en 2009 (hexa-chlorobutadiene, octabromodiphenyl ether, pentachloro-benzene, pentabromodiphenyl ether, perfluorooctane sulfonates, polychlorinated naphthalenes et les paraf-fines chorées à courte chaîne). D'autres doivent être éliminés ou substantiellement réduits (dichloro-diphényltrichloroéthane (DDT), heptachlore, biphényles polychlorés (PCB), hexachlorobenzène (HCB)). Il oblige également les Parties à réduire leurs émissions de dioxines, furannes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hexachlorobenzène (HCB) en deçà de leurs niveaux de 1990. Pour l'incinération de déchets municipaux, dangereux et médicaux, il établit des valeurs limites spécifiques.
- la Convention de Stockholm (ou « Convention POP ») a été adoptée le 22 mai 2001 dans le cadre du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) par 92 pays. Elle est entrée en vigueur le 17 mai 2004. En mai

2009 (lors de la COP-4), des amendements à la Convention ont ajouté 9 nouveaux POP et ces amendements sont entrés en vigueur le 26 août 2010. D'autres amendements sont intervenus depuis. La Convention de Stockholm prend en compte un nombre de POP beaucoup plus élevé que le Protocole d'Aarhus.

### Les pesticides

Les émissions de pesticides dans l'air peuvent notamment avoir lieu pendant l'application par dérive aérienne de gouttelettes de pulvérisation ou en post-application par volatilisation depuis le sol ou la plante. Il existe encore peu de connaissances sur les résidus de pesticides dans l'air à l'échelle de la France entière même si les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) ont réalisé des campagnes de mesures. La base PhytAtmo pilotée par Atmo France a été ouverte au public le 18 décembre 2019 et compile les concentrations mesurées en pesticides dans l'air extérieur sur la période 2002-2017 avec 321 substances actives recherchées et 6 837 prélèvements effectués sur 176 sites. L'association Générations Futures a analysé les données contenues dans la base PhytAtmo, et le 18 février 2020, a publié un rapport contenant les conclusions suivantes : «  *parmi les herbicides, fongicides et autres insecticides présents dans l'atmosphère, une majorité de ces substances particulièrement dangereuses pour la santé sont suspectés d'être des perturbateurs endocriniens (PE) ou cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques (CMR)* ».

Les émissions dans l'air de pesticides, ou produits phytopharmaceutiques, **ne sont pas encore inventoriées dans l'inventaire national des émissions**. Comme il ne s'agit pas d'une obligation réglementaire, la priorité est donnée à l'amélioration de l'estimation des émissions des autres substances, mais il y a une attente importante sur le sujet notamment du côté des préoccupations de santé.

Néanmoins, des travaux préliminaires ont été menés notamment par l'ADEME. Ainsi que la synthèse de C. Guiral et al. de 2016, conclut que «  *si des facteurs d'émission ont pu être identifiés, ils présentent un niveau de validation faible et donc un potentiel d'utilisation en France avec les substances actives actuelles que l'on peut qualifier de faible. [...] Quelques jeux de données sont disponibles mais en nombre limité. Il faudrait en produire d'autres pour mieux appréhender les processus, améliorer les modèles (et leur domaine d'application) et dégager des leviers d'action pour limiter les émissions de produits phytosanitaires vers l'atmosphère. »*

Du point de vue de leurs concentrations dans l'air, la surveillance des résidus de pesticides dans l'air au niveau national est une priorité définie dans le cadre du plan d'action gouvernemental sur les produits phytopharmaceutiques et du plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA 2017). Saisie par les ministères en charge de

l'agriculture, de l'écologie, de la santé et du travail, l'Anses a établi en octobre 2017 des recommandations sur la conduite et les modalités de mise en œuvre d'une campagne exploratoire en vue d'une telle surveillance (ANSES 2017). Au vu de ces recommandations, un partenariat a été mis en place entre l'Anses, l'Ineris et la Fédération Atmo France pour la définition et la réalisation de cette campagne. Cette campagne exploratoire, première du genre à l'échelle nationale, permettra de définir les modalités d'une stratégie pérenne nationale de surveillance des résidus de pesticides dans l'air ambiant (INERIS 2018). En effet, elle permettra d'évaluer l'exposition moyenne de la population générale aux pesticides dans l'air ambiant et évaluer la nécessité de mettre en œuvre une surveillance pérenne des pesticides dans cette matrice. Les résultats de la campagne exploratoire nationale de mesure des résidus de pesticides dans l'air (analyse d'environ 80 substances prioritaires, sur 50 sites de mesure, en France métropolitaine et dans les territoires ultramarins) seront publiés à l'automne 2020.

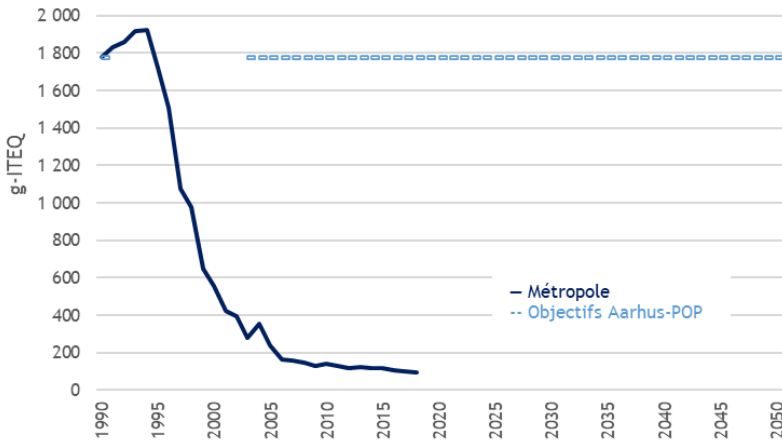
D'autres travaux en cours permettent de faire évoluer l'état des connaissances sur les résidus de pesticides dans l'air :

- le projet RePP'air lancé en janvier 2017 porté par la Chambre Régionale d'Agriculture Grand Est, qui réunit 31 acteurs, dont sept AASQA vise à améliorer la compréhension des phénomènes impliqués dans les transferts de produits phytosanitaires dans l'air. Ce projet se déploie sur huit sites d'études (polyculture élevage, viticulture, grandes cultures...), répartis dans sept régions de France. Des campagnes de mesures avec des protocoles uniformes (fréquence de prélèvement à la semaine) entre AASQA sont réalisées. Un des objectifs poursuivis est de mettre en relation les mesures de produits phytosanitaires avec les pratiques des agriculteurs (enquêtes auprès des agriculteurs autour des sites de mesure). La restitution des résultats est prévue fin 2020.
- Deux programmes de recherche « PRIMEQUAL 2016 » en cours s'intéressent au devenir des produits phytosanitaires dans l'atmosphère : TRANPOPEST (étude du transfert de pesticides des zones de cultures vers les zones habitées pour évaluer l'exposition des populations riveraines à ces substances) et COPP'R (Modélisation de la Contamination de l'air par les Produits Phytosanitaires à l'échelle Régionale).

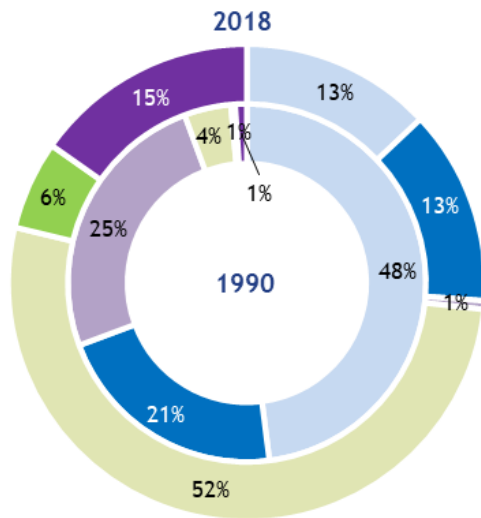
Enfin, lors de la rencontre co-organisée par l'APCA (Chambres d'agriculture France) et l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) lors du Salon International de l'Agriculture le 26 février 2020, les acteurs du développement agricole et de la recherche ont soulevé quelques pistes de recherche : approfondir les recherches sur la dérive aérienne, sur l'effet de la formulation sur les matières actives, et continuer à étudier le devenir des composés dans l'atmosphère.

En bref

Evolution des émissions de PCDD-F en France



Répartition des émissions de PCDD-F en France



Industrie énergie	Industrie manufacturière	Déchets (centralisés)
Résidentiel/tertiaire	Agriculture/sylviculture	Transports

# PCDD-F

## Dioxines et furannes

**Type**  
Polluant organique persistant

**Définition**  
Les polychlorobenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofuranes (PCDF), regroupés sous le terme dioxines et furannes sont une famille de polluants organiques persistants dans l'environnement. Elles peuvent avoir une origine naturelle mais sont essentiellement d'origine humaine avec des sources industrielles et combustion.

Très stables chimiquement, l'ingestion est la principale voie de contamination des êtres vivants chez lesquels, elles s'accumulent. Elles contaminent la chaîne alimentaire. Elles sont toxiques pour l'homme (notamment la 2,3,7,8 TCDD ou « dioxine Seveso »).

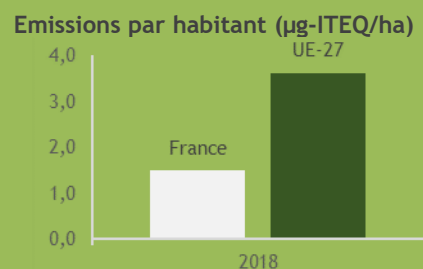
**Composition chimique**  
Deux noyaux benzéniques reliés par deux atomes d'oxygène, des atomes de chlore, de fluor et de brome (de 1 à 8) composent les dioxines et furannes.

**Origine**  
Sources anthropiques : incinération de déchets ; brûlage de câbles ; combustion de combustibles minéraux solides, de carburants et de biomasse ; métallurgie des métaux ferreux (production d'agglomérés et cokeries) et autres procédés industriels (production de papier, etc.).

Sources naturelles : feux de forêt ; activité volcanique.

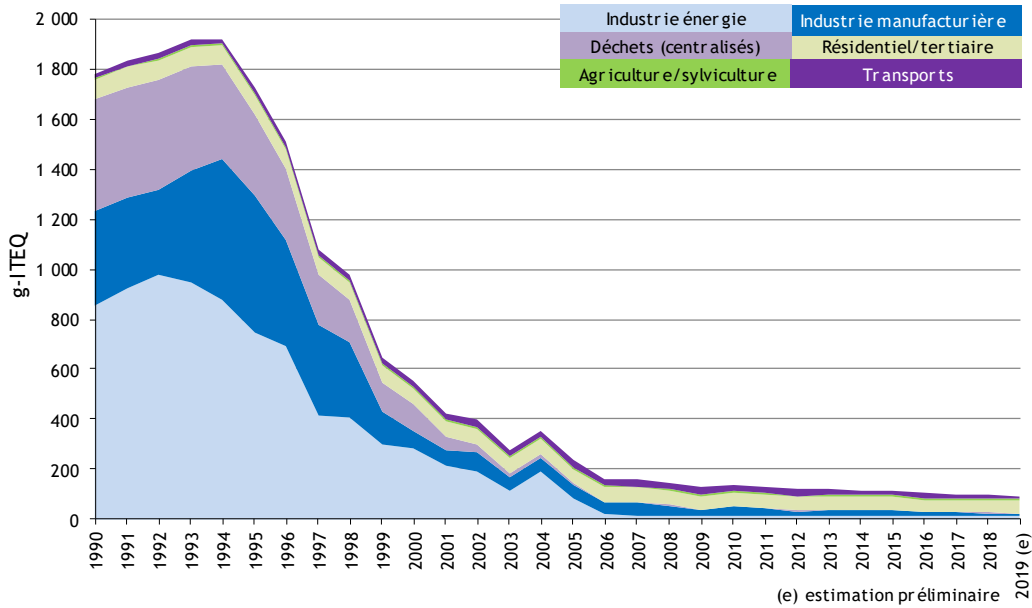
**Phénomènes associés**  
Contamination de l'air, l'eau, des sols, sédiments et de la chaîne alimentaire

**Effets**  
☠ Santé ☠ cancérogènes, perturbateurs endocriniens

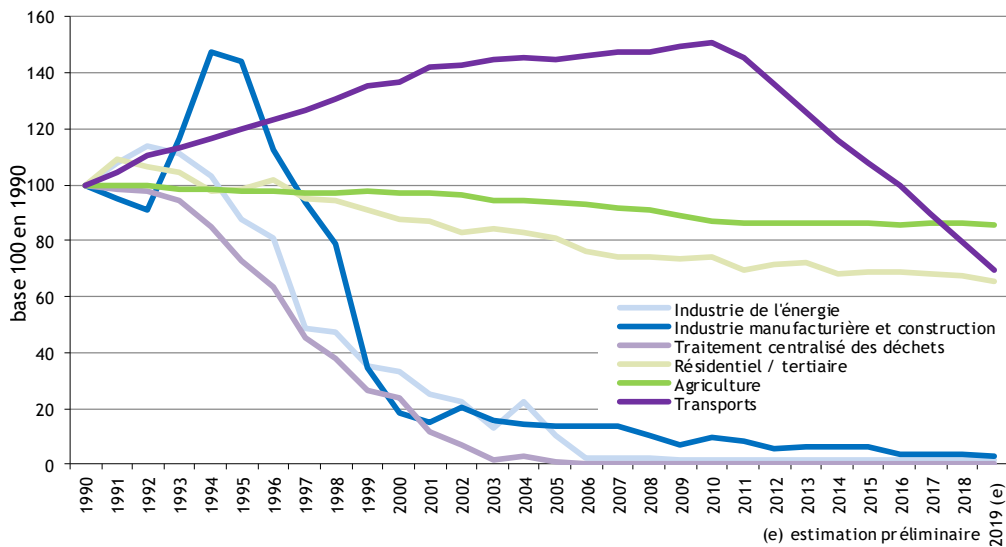


# Dioxines et furannes

Evolution des émissions dans l'air de PCDD-F depuis 1990 en France (Métropole)



Evolution des émissions dans l'air de PCDD-F en base 100 en 1990 en France (Métropole)



Emissions de PCDD-F (g-ITEQ/an)  
Périmètre : Métropole

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019 (e)
Industrie de l'énergie	855,2	747,8	282,6	86,1	13,0	12,8	12,4	13,7	12,6	12,1
Industrie manufacturière et construction	380,2	547,7	70,6	51,3	36,5	24,6	14,2	12,9	12,9	12,1
Traitement centralisé des déchets	445,8	324,3	106,2	5,1	0,5	0,6	0,4	0,7	0,6	0,6
Résidentiel / tertiaire	75,3	74,1	66,0	60,7	56,0	51,6	52,0	51,2	50,5	49,4
Agriculture	6,8	6,6	6,6	6,4	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	5,8
Agriculture hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transports	18,6	22,3	25,4	26,9	28,1	20,1	18,6	16,7	14,8	12,9
Transport hors total	1,1	0,9	1,2	1,2	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8
<b>TOTAL national hors UTCATF</b>	<b>1 782</b>	<b>1 723</b>	<b>557</b>	<b>236</b>	<b>140</b>	<b>115</b>	<b>103</b>	<b>101</b>	<b>97</b>	<b>93</b>
UTCATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTCATF Hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissions naturelles hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL national avec UTCATF</b>	<b>1 782</b>	<b>1 723</b>	<b>557</b>	<b>236</b>	<b>140</b>	<b>115</b>	<b>103</b>	<b>101</b>	<b>97</b>	<b>93</b>
Hors total	1,1	0,9	1,2	1,2	1,1	0,8	0,7	0,8	0,9	0,8

# Dioxines et furannes

## Analyse

### Enjeux

#### Effets sanitaires

On appelle dioxines des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (HAPC). Les propriétés de ces dioxines, dont leur toxicité, dépendent du nombre et de la position des atomes de chlore. L'une des dioxines les plus toxiques est connue sous le nom de TCDD (tétrachlorodibenzo-para-dioxine) ou encore dioxine de Seveso (en référence à la catastrophe industrielle du même nom) et sert de norme étalon pour l'établissement de la toxicité des autres dioxines et furannes.

Les furannes ou polychlorodibenzo-furanes ou PCDF sont une famille de molécules chimiques cycliques (hétérocycle aromatique) émis lors de l'incinération de PCB ( $T > 1200^{\circ}\text{C}$ ). Ils se différencient des dioxines par la présence d'un seul atome d'oxygène dans le cycle central entouré de deux cycles benzéniques. Dans ces molécules, 2 à 9 atomes d'hydrogène sont substitués par des atomes de chlore (dans les positions numérotées de 1 à 9).

Dans l'environnement, la photolyse est l'une des rares voies de dégradation de ces molécules. La photodéchloration serait la réaction la plus importante. Néanmoins, un rapport de l'Inserm (« Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la santé ? », Rapport. Paris : Les éditions Inserm, 2000, XIII - 406 p.) stipule que plusieurs études menées sur la biodégradabilité de ces polluants environnementaux montrent que certains micro-organismes (bactéries, levures, champignons) sont capables de les métaboliser.

Une fois émis, les dioxines et furannes sont transportés dans l'atmosphère et vont se déposer sur l'eau ou sur terre tout au long de leur parcours. Dans l'eau, les dioxines se lient d'abord à de petites particules ou au plancton. Sur terre, elles se déposent sur les plantes ou se lient au sol. Depuis les premiers éléments de la chaîne trophique jusqu'au derniers maillons, elles vont s'accumuler dans les organismes, les concentrations augmentant à chaque maillon de la chaîne (par bioaccumulation, phénomène propre aux POPs). Ce sont des composés lipophiles qui ont tendance à s'accumuler dans les graisses et dans le foie. On estime que leur demi-vie, soit le temps nécessaire pour que leur activité dans l'organisme diminue de moitié, se situe entre 7 et 11 ans.

Une exposition brève de l'être humain à de fortes concentrations de ces substances peut entraîner des lésions dermiques, la formation de taches sombres sur la peau et une altération de la fonction hépatique. L'exposition de longue durée s'associe à une dégradation du système immunitaire, du développement du système nerveux, du système endocrinien et des fonctions génésiques. Chez l'animal, l'exposition chronique aux PCDD-F peut entraîner plusieurs types de cancers. Le Centre international de Recherche sur le Cancer (CIRC), agence de l'OMS, a évalué la TCDD en 1997 et 2012. Sur la base des données épidémiologiques chez l'être humain et des informations sur l'animal, le CIRC a classé les dioxines et les furannes dans les « cancérogènes pour l'être humain ».

Certaines populations locales ont été accidentellement exposées à de fortes concentrations de dioxines, notamment à Seveso en 1976 (Italie) après l'explosion survenue dans une usine chimique, entraînant la formation d'un nuage toxique, comportant de la TCDD, et contaminant une zone de quinze kilomètres carrés avec une population de 37 000 habitants. Dans de nombreux cas, la contamination à la dioxine passe par l'alimentation des animaux. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), on estime que chez l'homme, plus de 90 % de l'apport en dioxines proviendraient de la nourriture, en particulier par l'ingestion de protéines animales (lait et produits laitiers, viandes, poissons). En 1999, on a trouvé des concentrations élevées en dioxines dans des volailles et des œufs en Belgique. Par la suite, des produits alimentaires à base d'animaux contaminés par des dioxines (volailles, œufs, porcs) ont été détectés dans plusieurs pays dont l'origine a pu être retracée à des aliments pour animaux contaminés par de l'huile industrielle usagée contenant des PCB et éliminée illégalement. Fin 2008, l'Irlande a rappelé plusieurs tonnes de viande de porc et de produits dérivés, lorsqu'ont été détectés des quantités de dioxines jusqu'à 200 fois plus élevées que la limite de sécurité dans des échantillons. Cette découverte a entraîné l'un des plus gros rappels d'aliments en relation avec une contamination chimique. L'origine de cette contamination a été liée à l'alimentation contaminée des animaux.

L'OMS a établi une Dose Journalière Tolérable (DJT) d'exposition aux dioxines de 1 à 4 pg I-TEQ par kg de poids corporel et par jour. Le plafond de 4 pg est provisoire, l'objectif final étant de réduire la dose de dioxines chez l'homme à moins de 1 pg I-TEQ par kg de poids corporel et par jour. Cette valeur a été déterminée en fonction des doses minimales qui ont un effet nocif sur les animaux de laboratoire, divisées par un facteur 10 de sécurité. Cette DJT doit être considérée comme une moyenne sur toute une vie, ce qui signifie que la valeur limite peut être dépassée occasionnellement durant de courtes périodes, sans conséquences attendues pour la santé.

## Objectifs de réduction

Le Protocole d'Aarhus (ou « Protocole POP »), adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-NU ou UNECE en anglais). Il est entré en vigueur le 23 octobre 2003 et a été amendé en 2009. Il oblige également les Parties à réduire leurs émissions de dioxines, furannes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hexachlorobenzène (HCB) en deçà de leurs niveaux de 1990.

En France, pour les rejets de dioxines et furannes, il se traduit par une obligation à émettre moins de 1 800 g-ITEQ par an. En 2018, les émissions totales françaises de PCCD-F étaient de 97 g-ITEQ, soit une baisse de 95% par rapport aux rejets de l'année 1990.

## Enjeux actuels

Il n'existe pas en France de valeur réglementaire concernant les concentrations de dioxines dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques. Toutefois il est possible à l'issue de campagnes de mesures d'établir des profils standards de concentration atmosphériques. Ainsi au travers de son « Programme de surveillance des Dioxines, Furanes & Métaux lourds » Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (AASQA - Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air) met en avant une variabilité saisonnière des concentrations de dioxines. Les niveaux en air ambiant étant plus élevés en automne et en hiver. On impute ce fait à deux phénomènes : la mise en service du chauffage au bois fortement émetteur en dioxines (notamment en raison des installations peu performantes) et le développement de conditions météorologiques stables et peu dispersives dans cette période de l'année qui favorise l'accumulation des polluants dans les basses couches.

En outre, tous les types de territoire ne sont pas affectés de la même façon par les rejets de dioxines. Dans un rapport publié en 2017, Atmo Nouvelle Aquitaine présente une variabilité des concentrations moyennes obtenues par par l'ensemble des AASQA. Ce document met en avant des concentrations moyennes supérieures à proximité des sites industriels et en particulier à proximité des incinérateurs. En outre les territoires urbains présentent un niveau moyen plus élevé que les zones rurales.

## Enjeux méthodologiques et incertitudes

Ces émissions sont très sensibles aux conditions de fonctionnement, en conséquence, les facteurs d'émission utilisés restent accompagnés d'une forte incertitude. Lorsque des mesures sont disponibles, celles-ci sont privilégiées. Les facteurs d'émission de dioxines et furannes proviennent d'un outil de l'UNEP sauf pour le bois et les déchets agricoles pour lesquels une étude du Citepa est utilisée.

*Pour une présentation très détaillée des méthodologies d'estimation des émissions, téléchargez la dernière édition de notre rapport méthodologique « Ominea ».*

Au global, on estime l'incertitude (en niveau) sur ce polluant à 33,8 %.

## Tendance générale

Les émissions de dioxines et furannes (PCDD-F) sont exprimées en ITEQ (équivalent toxique international).

Les phénomènes complexes conduisant à la formation de dioxines et furannes se produisent dans des conditions particulières de combustion pouvant être rencontrées dans tous les secteurs, mais plus particulièrement au cours de l'incinération des déchets, lors de la production d'agglomérés pour les hauts-fourneaux ainsi que lors de quelques autres procédés particuliers.

Ainsi, tous les secteurs contribuent aux émissions de dioxines/furannes, mais dans des proportions variables. Du fait d'une très forte baisse des émissions entre 1990 et 2018 dans certains secteurs, la répartition par secteur est très différente en 1990 de celle observée en 2018.

Le secteur du résidentiel/tertiaire est la principale source des émissions de PCDD-F depuis 2006 mais une très forte part des émissions (40 g ITEQ) est induite par le brûlage des câbles pour récupérer le cuivre. Or, il s'agit d'une activité illicite, donc difficile à quantifier (et donc associée à une forte incertitude) et pour laquelle l'activité est considérée constante sur l'ensemble de la période.

Le secteur de la transformation d'énergie, était la plus forte source en 1990 du fait de l'incinération des déchets avec récupération d'énergie. La très forte baisse observée entre 1990 et 2018 est d'ailleurs le résultat de la très forte baisse des émissions de ces incinérateurs du fait de la mise en place des techniques de réduction pour répondre à la réglementation. La forte augmentation observée en 2004 est liée au dysfonctionnement d'un incinérateur de déchets non dangereux qui a émis à lui seul 50 g ITEQ.



Le secteur des déchets contribuait également de façon importante en 1990. La très forte décroissance observée entre 1990 et 2018 fait suite aux progrès réalisés par les incinérateurs de déchets dangereux et non dangereux sans récupération d'énergie (mise en conformité progressive) mais également à la part croissante de l'incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie.

Dans ces incinérateurs de déchets non dangereux, avec ou sans récupération d'énergie, des techniques de réduction ont ainsi été mises en œuvre pour respecter les valeurs limites définies dans les arrêtés du 25 janvier 1991 et du 20 septembre 2002 relatifs aux déchets non dangereux (ordures ménagères, boues de traitement des eaux, etc.). Elles ont permis, notamment, une réduction de plus de 99% des émissions de cet ensemble de sources, entre 1990 et 2018. Concernant les déchets dangereux, l'arrêté du 20 septembre 2002 qui leur est dédié a permis une réduction de 87% des émissions liées à l'incinération des déchets industriels dangereux entre 1990 et 2018.

Dans l'industrie manufacturière, la baisse observée est liée à la baisse d'activité du secteur de la métallurgie des métaux ferreux et de la mise en place de techniques d'abattement.

La baisse des émissions entre 2008 et 2009 s'explique par les progrès accomplis par les aciéries électriques et par la baisse considérable de l'activité sur les sites de production d'agglomérés liée à la crise. La hausse des émissions en 2010 et 2011 s'explique par la reprise de l'activité sur ces sites.

### Évolution récente

La tendance à la baisse observée depuis 2010 est essentiellement due au secteur de l'industrie manufacturière et au secteur des transports.

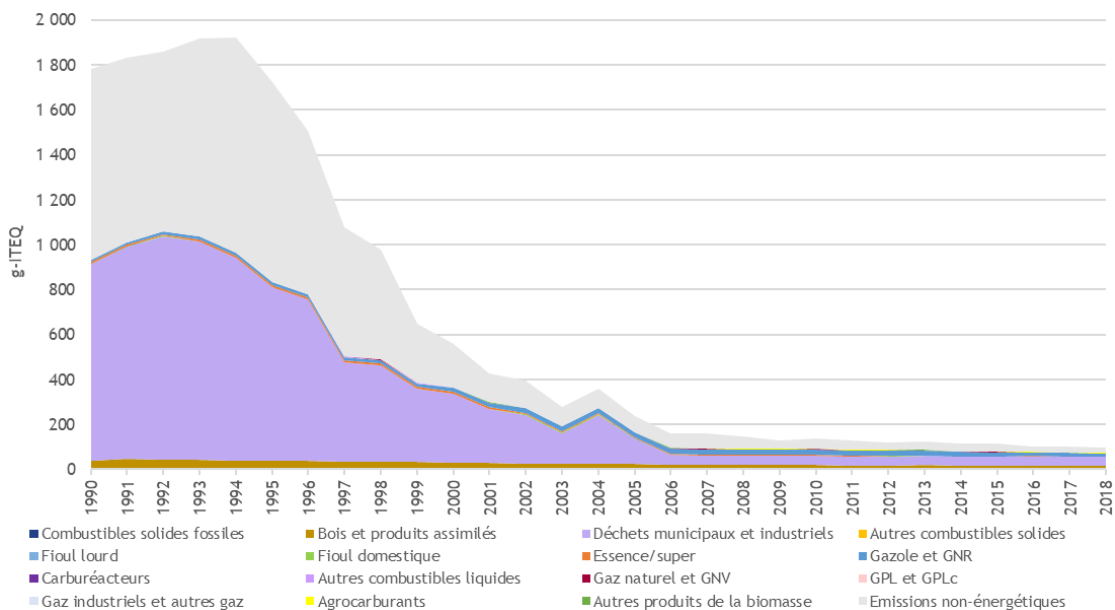
Concernant l'industrie manufacturière, la métallurgie des métaux ferreux imprime sa tendance à l'ensemble du secteur car il s'agit du sous-secteur le plus contributeur. En 2012, le niveau d'émission est le plus bas observé depuis 1990, suite en partie à la fermeture fin 2011 du site sidérurgique de Florange. La baisse importante observée entre 2015 et 2016 est liée à une forte réduction des émissions dans plusieurs sites d'agglomération de minerais.

Les émissions des autres secteurs restent très stables sur les années récentes. Le secteur résidentiel/tertiaire est le secteur majoritaire depuis 2006 et ses émissions, principale source des émissions de PCDD-F depuis 2006, ne voit pas ses émissions réduire du fait de la part importante liée au brûlage de câbles.

### Part des émissions liée aux combustibles

Les rejets de dioxines et furannes (PCDD-F) sont principalement issus de procédés non énergétiques et de la combustion de déchets municipaux et industriels. Ainsi, en 1990 leurs émissions cumulées représentées 97% des émissions du territoire national. A partir de 1997, cette situation de quasi-monopole évolue et la part cumulée des procédés non énergétiques et de la combustion des déchets décroît jusqu'à 69% en 2006. Depuis 2006 on observe une stabilisation de celle-ci, fluctuant entre 61% et 69%.

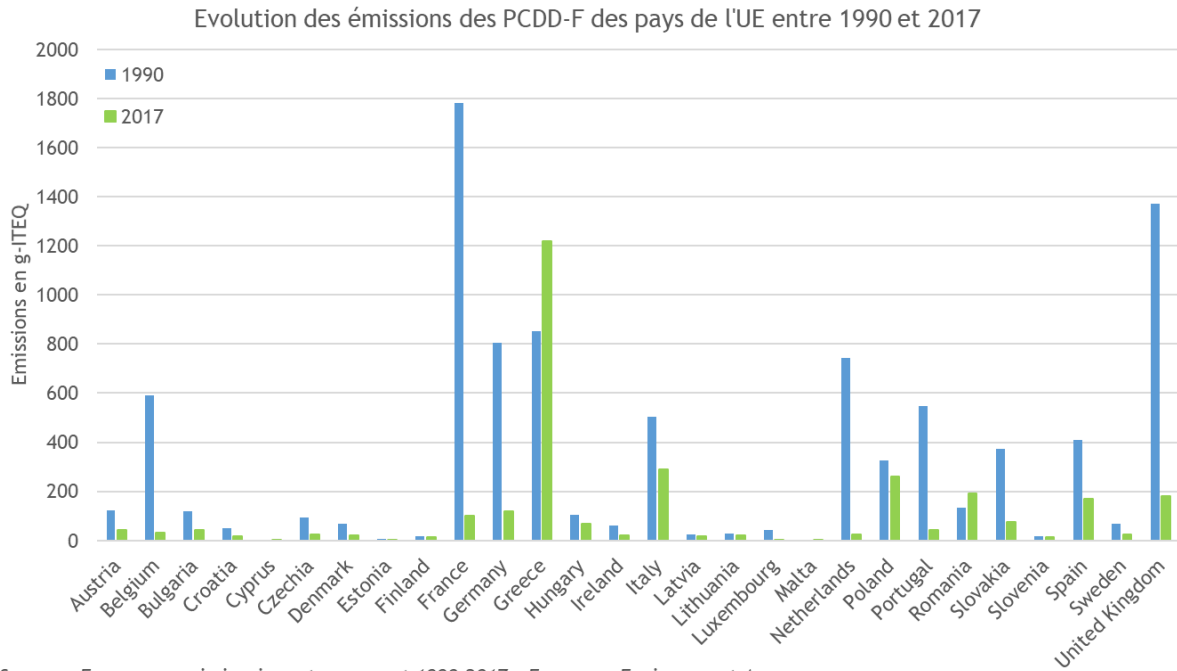
La part des émissions liées à l'utilisation du gazole et du GNR a largement évoluée sur la période 1990-2018. Entre 1990 et 2012, on enregistre une augmentation de 1% à 19% des rejets totaux de PCDD-F. On observe cependant une diminution régulière de celle-ci depuis 2013, ne représentant aujourd'hui que 13% des rejets nationaux.



## Et ailleurs ?

Au sein de l'Union Européenne, la France était le pays le plus émetteur de dioxines et furannes en 1990 d'après les données de l'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) avec 19,2 % des rejets totaux. En 2017, la France est le 8<sup>ème</sup> émetteur de l'UE et totalise 3,4 % des rejets. C'est le pays ayant réduit le plus ses émissions entre 1990 et 2017.

Seuls la Grèce, Malte et la Roumanie ont vu leurs émissions croître sur cette période. En 2017, la Grèce représentait plus de 40% des émissions totales de l'Europe des 28.



Source : European emission inventory report 1990-2017 - European Environment Agency

En parallèle, on note que les émissions par habitants en France en 2018 (1,5 µg-ITEQ/hab/an) sont très inférieures aux rejets par habitant de l'Union Européenne (28) pour la même année (5,9 µg-ITEQ/hab/an).

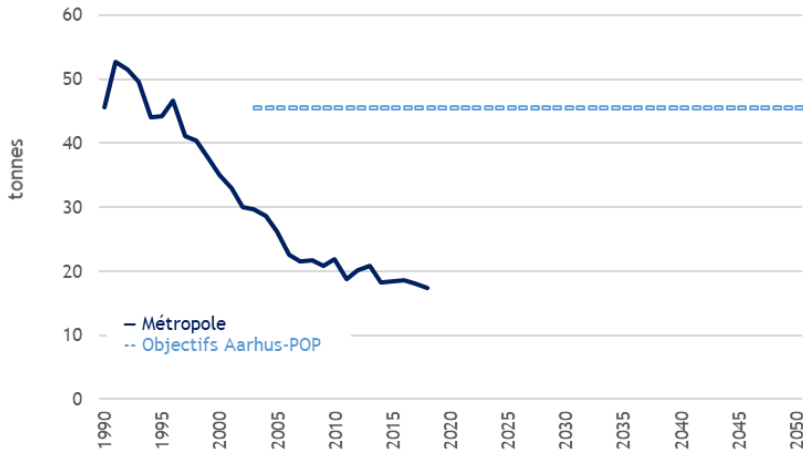
## En savoir plus

Référence impact sur la santé :

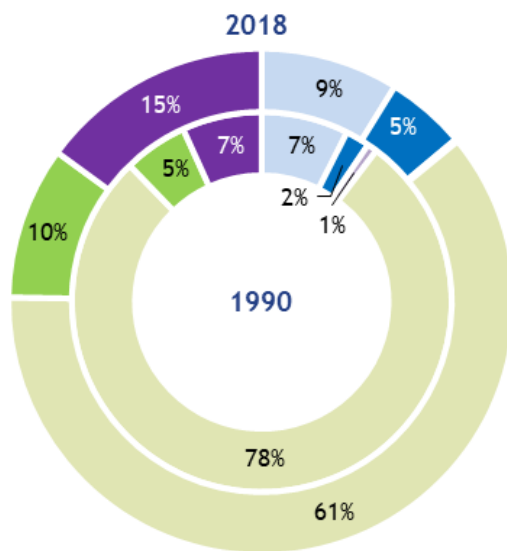
Ineris - <https://substances.ineris.fr/fr/substance/1734>

## En bref

### Evolution des émissions de HAP en France



### Répartition des émissions de HAP en France



Industrie énergie	Industrie manufacturière	Déchets (centralisés)
Résidentiel/tertiaire	Agriculture/sylviculture	Transports

# HAP

## Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

### Type

Polluant atmosphérique organique persistant

### Définition

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des polluants organiques persistants (POP) qui présentent un danger pour l'homme par leurs caractères cancérigène et mutagène.

Parmi eux, les 4 HAP suivis dans l'inventaire, conformément au périmètre CEE-NU, et ici présentés sont : le benzo(a)pyrène, le benzo(b)-fluoranthène, le benzo(k)fluoran-thène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène. Par ailleurs, 4 autres substances sont réglementées par la France, dans le cadre des règlements sur les installations classées (ICPE) : le benzo(g,h,i)pérylène, le fluoranthène, le dibenzo(a,h)anthracène (DiB[a,h]A), le benzo(a)anthracène (B[a]A).

### Composition chimique

Molécules constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène, comprenant au moins deux cycles aromatiques condensés.

### Origine

Sources anthropiques : combustion de biomasse, de combustibles minéraux solides et de carburants ; incinération de déchets ; feux ouverts ; cultures ; métallurgie des métaux ferreux.

Source naturelle : feux de forêts et prairies ; activité volcanique.

### Phénomènes associés

Certains HAP peuvent être des COVNM lorsqu'ils sont très volatils (naphtalène par exemple) mais la plupart sont sous forme particulaire. Ils contaminent l'eau, les sols et la chaîne alimentaire.

### Effets



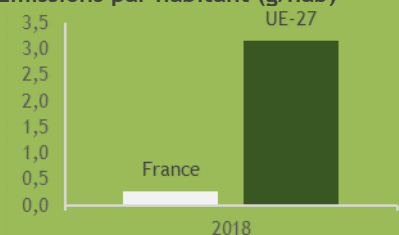
Santé



Plusieurs HAP

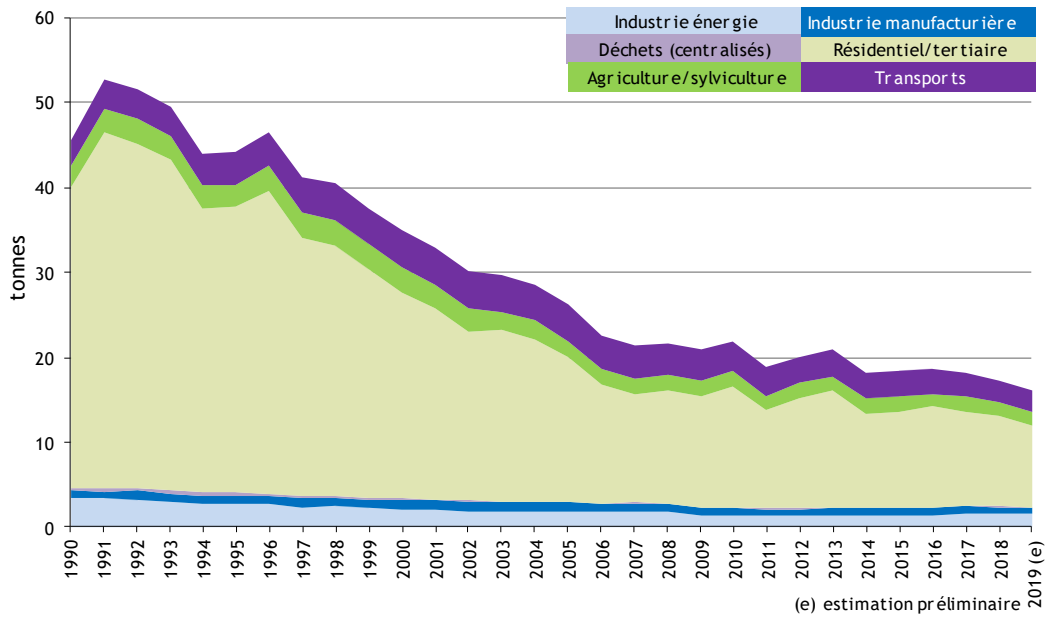
cancérigènes dont le B[a]P, B[f]F, B[k]F, I[1,2,3-cd]P.

### Emissions par habitant (g/hab)

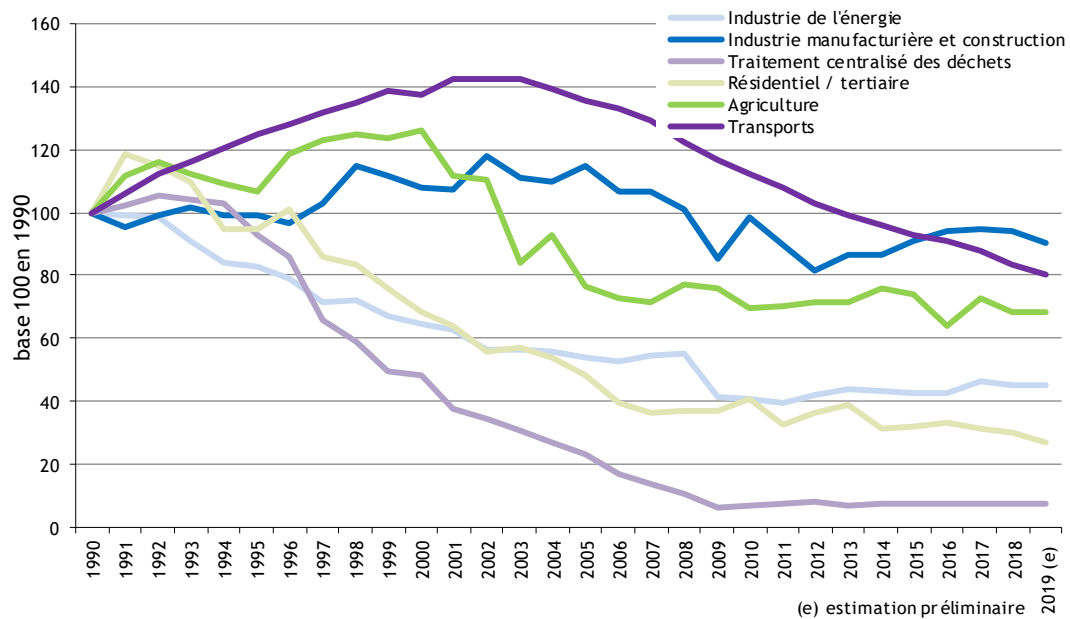


somme des 4 HAP tels que définis par la CEE-NU : BaP, BbF, bkF et Ind-Py

Evolution des émissions dans l'air de HAP depuis 1990 en France (Métropole)



Evolution des émissions dans l'air de HAP en base 100 en 1990 en France (Métropole)



Emissions de HAP (t/an) Périmètre : Métropole		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019 (e)
Industrie de l'énergie		3,4	2,8	2,2	1,8	1,4	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5
Industrie manufacturière et construction		0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
Traitement centralisé des déchets		0,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Résidentiel / tertiaire		35,3	33,6	24,2	17,1	14,4	11,4	11,8	11,2	10,6	9,6
Agriculture		2,5	2,6	3,1	1,9	1,7	1,8	1,6	1,8	1,7	1,7
Agriculture hors total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transports		3,1	3,9	4,3	4,2	3,5	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
Transport hors total		0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
<b>TOTAL national hors UTCATF</b>		<b>45,6</b>	<b>44,2</b>	<b>35,0</b>	<b>26,2</b>	<b>21,9</b>	<b>18,4</b>	<b>18,6</b>	<b>18,2</b>	<b>17,3</b>	<b>16,2</b>
UTCATF		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTCATF Hors total		19,2	5,4	1,6	5,2	2,2	3,6	3,8	6,1	1,2	1,2
Emissions naturelles hors total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL national avec UTCATF</b>		<b>45,6</b>	<b>44,2</b>	<b>35,0</b>	<b>26,2</b>	<b>21,9</b>	<b>18,4</b>	<b>18,6</b>	<b>18,2</b>	<b>17,3</b>	<b>16,2</b>
Hors total		19,7	5,8	2,1	5,7	2,7	4,0	4,1	6,4	1,6	1,5

## Analyse

### Enjeux

#### Effets sanitaires

Ces composés sont étudiés depuis de nombreuses années car ils sont présents dans tous les milieux environnementaux, et ils ont une forte toxicité. A ce titre, ils font parties d'une liste de polluants prioritaires établie dès 1976 par l'agence de protection de l'environnement des Etats-Unis (EPA), et plus tard par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et l'Union Européenne. Les HAP ne font pas formellement partie des POPs car ils ne sont pas inclus dans la liste déclaratoire de la Convention de Stockholm. Ils se rapprochent des POPs par leur effets sur la santé, et s'en distinguent car s'ils sont assez résistants à la biodégradation, ils sont susceptibles d'être métabolisés (sauf par les mollusques), ce qui permet une diminution des concentrations le long de la chaîne trophique.

Selon le nombre de cycles, ils sont classés en HAPs légers (jusqu'à trois cycles) ou lourds (au-delà de trois cycles), et ont des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques très différentes. Le nombre de HAP susceptibles d'être rencontrés dans l'environnement est virtuellement illimité car le nombre de noyaux aromatique accolés est lui-même sans limite, et de plus, chaque composé peut avoir une multitude d'isomères.

Pour un non-fumeur, l'alimentation est la principale voie d'exposition aux HAP. La contamination des aliments peut se faire par le dépôt de particules aériennes sur les végétaux, accumulation dans les espèces animales (viandes, poissons), ou lors de la préparation des aliments au charbon de bois. Les HAP présents dans l'eau de boisson représenteraient 1% de l'apport alimentaire total en HAP (Afssa, 2000). La deuxième voie d'exposition de l'être humain aux HAP est l'inhalation dans l'air ambiant (intérieur ou extérieur).

Une fois absorbés par les organismes, les HAPs se prêtent à des réactions de transformation sous l'action d'enzymes conduisant à la formation de métabolites qui peuvent avoir un effet toxique plus ou moins marqué en se liant à des molécules biologiques fondamentales telles que les protéines, l'ARN ou l'ADN, et provoquer ainsi des dysfonctionnements cellulaires. Le benzo(a)pyrène est un des HAPs les plus toxiques et cancérigène. En effet, il forme un métabolite, le Benzo(a)Pyrène-7,8-dihydrodiol- 9,10-époxyde (BPDE) qui se fixe au niveau de l'ADN des cellules et entraîne des mutations pouvant à terme aboutir au développement de cancers. Outre leurs propriétés cancérigènes, les HAPs présentent un caractère mutagène dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Ils peuvent aussi entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire, augmentant ainsi les risques d'infection.

#### Objectifs de réduction

Le Protocole d'Aarhus (ou « Protocole POP »), adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-NU ou UNECE en anglais). Il est entré en vigueur le 23 octobre 2003 et a été amendé en 2009. Il oblige également les Parties à réduire leurs émissions de dioxines, furannes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hexachlorobenzène (HCB) en deçà de leurs niveaux de 1990.

En France, pour les rejets de HAPs, il se traduit par une obligation à émettre moins de 45,6 tonnes par an. En 2018, les émissions totales françaises de HAPs étaient de 16,2 tonnes, soit une diminution de plus de 65% par rapport aux rejets de l'année 1990.

#### Enjeux actuels

Dans l'atmosphère, les concentrations de HAPs sont très variables. Elles peuvent varier de l'ordre de quelques dizaines de pg/m<sup>3</sup> dans les régions polaires, à quelques centaines de ng/m<sup>3</sup> dans les atmosphères urbaines les plus polluées. Ces concentrations ont tendance à diminuer, notamment grâce aux progrès réalisés par les véhicules automobiles (réduction de la consommation, utilisation de pots catalytiques, développement des filtres à particules...). La variabilité saisonnière des concentrations est marquée par des concentrations plus importantes en hiver. Ce phénomène s'explique principalement à la fois par des émissions plus fortes l'hiver (chauffage domestique), et des conditions météorologiques moins favorables (présence de couche d'inversion radiative, stabilité atmosphérique, température basse favorisant la présence des HAP dans la phase particulaire). A contrario, durant l'été, la plus forte activité photochimique favorise la dégradation des HAPs. Durant leur temps de résidence dans l'atmosphère, les HAPs peuvent coexister à la fois en phase gazeuse et en phase particulaire. Ce qui détermine la répartition des HAPs entre la phase gazeuse et la phase particulaire, c'est leur pression de vapeur saturante. Plus les HAPs sont légers, plus leur pression de vapeur saturante est élevée, et plus on les retrouve dans la phase gazeuse. Les HAPs les plus lourds seront principalement liés à la phase particulaire. Les pressions partielles de saturation et donc les répartitions gaz/particules dépendent de la température. Ainsi, plus la température augmente, plus les HAPs auront tendance à être présents en phase gazeuse, ce qui est effectivement observé l'été par comparaison avec l'hiver.

### Enjeux méthodologiques et incertitudes

Ces émissions sont très sensibles aux conditions de fonctionnement, ainsi que de la nature des équipements thermiques et des dispositifs d'épuration en conséquence, les facteurs d'émission utilisés restent accompagnés d'une forte incertitude. Lorsque des mesures sont disponibles, celles-ci sont privilégiées.

Pour une présentation très détaillée des méthodologies d'estimation des émissions, téléchargez la dernière édition de notre rapport méthodologique « Ominea ». Au global, on estime l'incertitude (en niveau) sur ce polluant 62,8 %.

### Tendance générale

Les émissions de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) présentées dans cette section concernent uniquement les 4 HAP couverts par le Protocole d'Aarhus relatif aux POP (Polluants Organiques Persistants) de 1998 et par le règlement n° 850/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 Avril 2004, à savoir le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène.

Les HAP se forment dans des proportions relativement importantes lors de la combustion et tout particulièrement lors de celle de la biomasse qui s'effectue souvent dans des conditions moins bien maîtrisées (par exemple en foyer ouvert) dans le secteur résidentiel. En 2018, plus de 60 % des émissions nationales (hors secteur UTCATF) sont liées à la combustion du bois dans le secteur résidentiel/tertiaire.

Tous les secteurs contribuent à ces émissions, mais le secteur résidentiel/tertiaire, et plus particulièrement le sous-secteur du résidentiel, contribue très majoritairement aux émissions totales sur l'ensemble de la série temporelle du fait de la combustion du bois essentiellement. Les émissions liées aux feux ouverts (feux de déchets verts, de véhicules etc.) contribuent pour une faible part (< 10%) aux émissions du secteur résidentiel.

Sur la période 1990-2018, l'évolution interannuelle des émissions est en grande partie liée aux conditions climatiques (aux températures hivernales), qui impactent la consommation d'énergie, dont en particulier le bois dans le secteur résidentiel.

Cependant, globalement sur l'ensemble de la série temporelle, les émissions totales ont diminué de plus de la moitié. Cette baisse est observée sur l'ensemble des secteurs qui contribuent aux émissions.

Concernant le secteur résidentiel/tertiaire, les émissions du sous-secteur résidentiel ont été diminuées par plus d'un facteur 3. Cette décroissance est le résultat, notamment, du renouvellement d'appareils anciens dans le secteur domestique.

Néanmoins, dans certains secteurs tels que le transport routier, cette baisse est moins importante entre 1990 et 2018 du fait de la croissance du trafic et de la pénétration des véhicules diesel dans le parc, qui a eu tendance à augmenter les émissions de HAP jusqu'en 2002 avant d'entamer une lente décroissance.

Les émissions de HAP « hors total » évoluent d'une année à l'autre essentiellement du fait de l'évolution annuelle des superficies de forêts et de végétation brûlées.

L'étude complémentaire de spéciation des HAP présentée dans le rapport SECTEN 2017 présente l'évolution des émissions des 8 HAP réglementés en France (dont seulement 4 ont l'obligation d'être rapportés). En prenant en compte ces 8 HAP, le niveau des émissions de HAP est alors au moins 4 fois supérieur à celui des HAP ici rapportés.

### Évolution récente

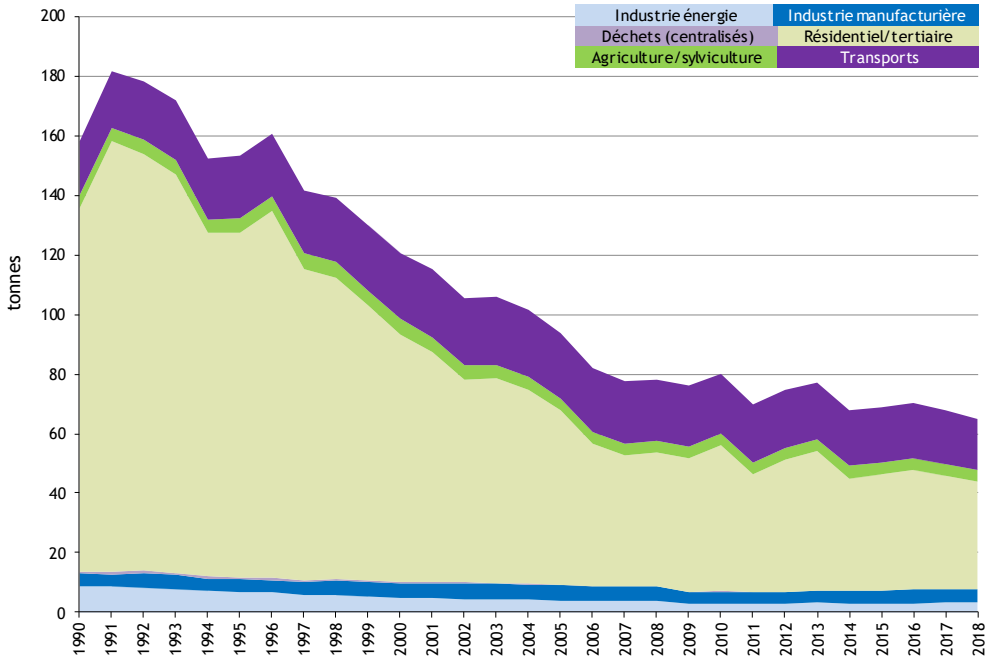
Sur les années récentes le secteur résidentiel reste la source majoritaire de HAP. Les émissions sont toujours largement associées aux conditions climatiques. Ainsi, les émissions élevées en 2010 sont essentiellement dues à l'augmentation de la consommation de bois dans le secteur résidentiel/tertiaire (année au climat hivernal froid). A l'inverse, les émissions plus faibles observées en 2011, 2014 et 2017 coïncident avec la douceur climatique exceptionnelle ces années-là.

La poursuite de la pénétration d'appareils à combustion de biomasse de plus en plus performants, notamment en renouvellement d'appareils anciens dans le secteur domestique, devrait conduire à réduire progressivement les émissions dans le futur (indépendamment des fluctuations de parcs et de consommations).

### Détail pour les 8 HAP dits réglementés

*Total des 8 HAP réglementés en France (arrêté du 02/02/1998 modifié) : benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, indeno(1,2,3-cd)pyrène, benzo(g,h,i)pérylène, fluoranthène, dibenzo(a,h)anthracène, benzo(a)anthracène.*

Evolution des émissions dans l'air des 8 HAP réglementés depuis 1990 en France (Métropole)



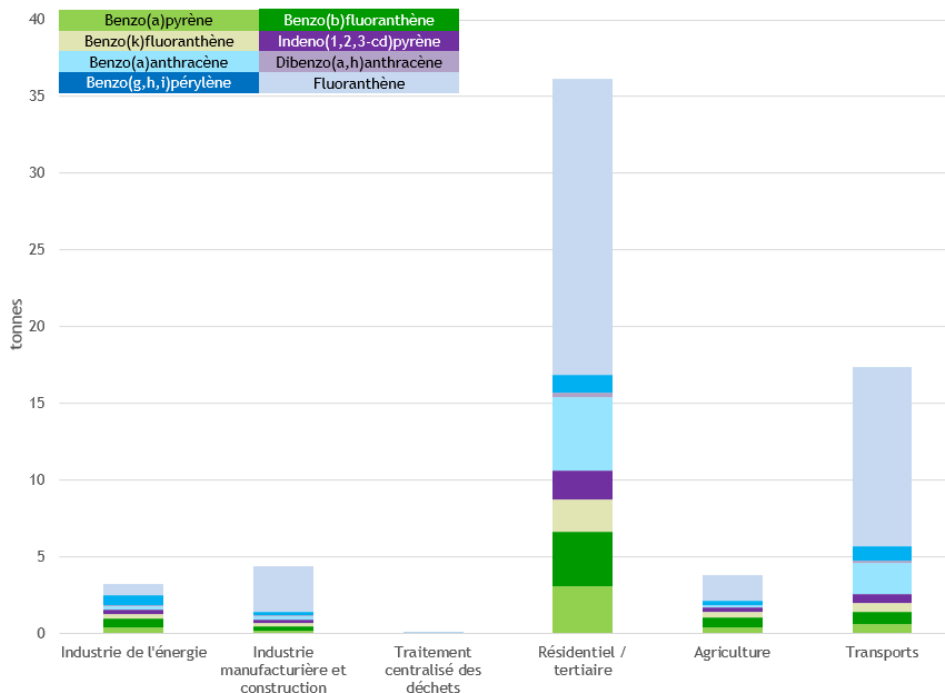
(e) estimation préliminaire

### Spéciation

En 2018, le fluoranthène est le représentant des HAPs le plus émis en France pour l'ensemble des secteurs à l'exception du secteur du traitement des déchets. En effet par ordre décroissant dans la part qu'il occupe dans les rejets totaux, le fluoranthène représente 68% des rejets industriels, 67% dans les transports, 53% pour le secteur du résidentiel/tertiaire, 45% en agriculture et enfin 23% dans l'industrie de l'énergie.

Deux autres molécules sont plus représentées dans les émissions des différents secteurs que leurs congénères. Le benzo(a)anthracène qui constitue la seconde substance la plus présente dans les rejets des secteurs du transport (12%) et du résidentiel/tertiaire (13%), et le benzo(b)fluoranthène qui représente 17% des rejets de l'industrie de l'énergie et 17% des rejets de l'agriculture.

Enfin on peut noter que le secteur des déchets n'émet que 4 des 8 substances, et ce à parts égales : le benzo(a)-pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène.

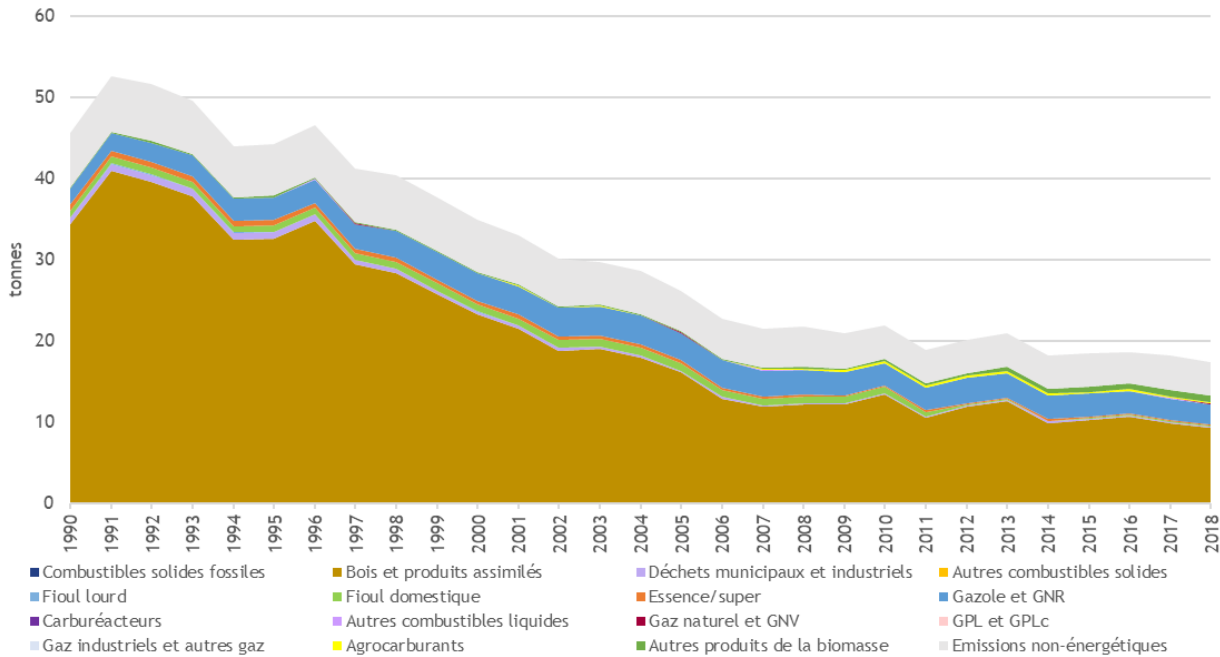


### Part des émissions liée aux combustibles

Les rejets de HAPs sont principalement pilotés par la combustion du bois et de produits assimilés. Sur la période 1990 à 2018, la part de celle-ci est passée de 75 % à 53 % avec un pic en 1991 où la combustion générée 78% des émissions totales.

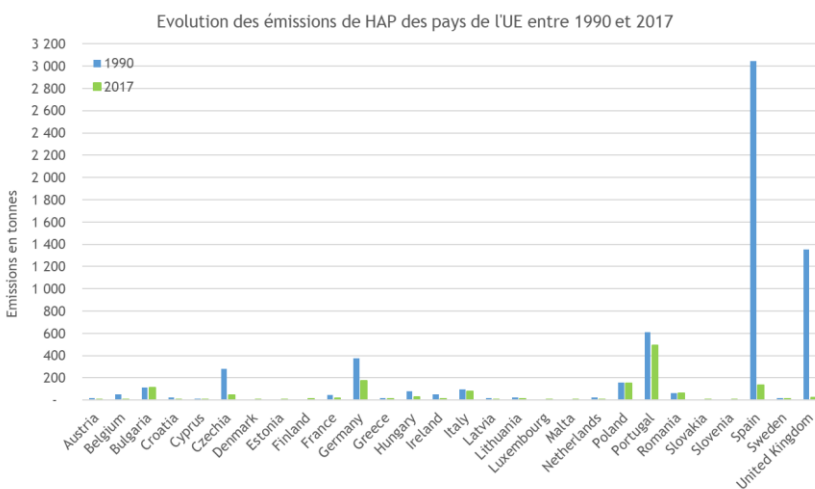
En parallèle, l'utilisation de gazole et de GNR a vu sa participation aux rejets totaux croître. En 1990, ces carburants représentaient 4 % des émissions nationales. Entre 1990 et 2006, en lien avec la forte baisse des émissions liées au bois, la part du gazole et du GNR est passée à 15 % et est stable depuis lors.

En parallèle de la baisse progressive des émissions énergétiques, la part des rejets attribuée aux procédés non énergétiques a augmenté de 13 % au début des années 90 à plus de 20 % à partir de 2006.



### Et ailleurs ?

En 1990 l'Espagne était le pays le plus émetteur de HAPs (3 046 tonnes) suivi du Royaume Uni (1 354 tonnes) et du Portugal (608 tonnes). Ils totalisaient ensemble plus de 75% des émissions de l'Union Européenne. En 2017 on constate que 2 d'entre eux ont considérablement réduit leurs rejets, tandis que le Portugal n'a que très peu baissé les siens et est désormais le pays le plus émetteur de HAPs.



Source : European emission inventory report 1990-2017 - European Environment Agency

Comme pour les dioxines et furannes, la grande majorité des pays membres ont leurs émissions décroître entre 1990 et 2017, à l'exception de la Bulgarie, du Danemark, de la Finlande, de Malte et de la Roumanie dont les rejets ont très légèrement augmenté. La France est le 11<sup>ème</sup> pays émetteur de HAPs au sein de l'UE.

En parallèle, on note que les émissions par habitants en France en 2018 (0,3 g/hab/an) sont très inférieures aux rejets par habitant de l'Union Européenne (28) pour la même année (2,8 g/hab/an).

### En savoir plus

Référence impact sur la santé : Ineris - <https://substances.ineris.fr/fr/substance/484>

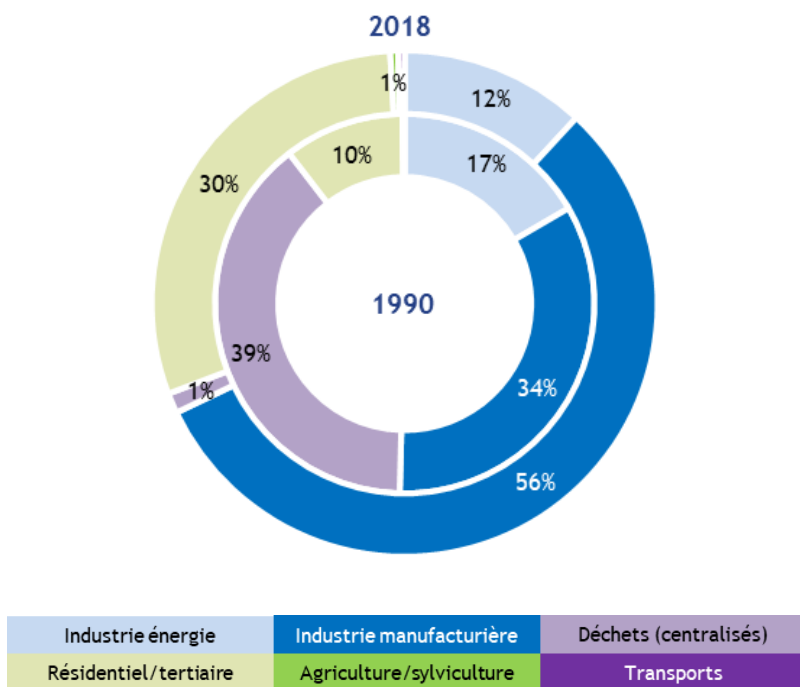


## En bref

### Evolution des émissions de PCB en France



### Répartition des émissions de PCB en France



# PCB

## Polychlorobiphényles

### Type

Polluant atmosphérique organique persistant

### Définition

Les polychlorobiphényles (PCB) sont une famille de polluants d'origine synthétique qui se retrouvent dans la chaîne alimentaire à la suite de l'accumulation dans les graisses animales.

Les PCB sont des polluants organiques persistants (POP) présentant des risques sur la santé de l'homme et sont notamment cancérigènes.

### Composition chimique

Douze atomes de carbone (C) et de 1 à 10 atomes de chlore (Cl) composent les polychlorobiphényles.

### Origine

Sources anthropiques : métallurgie des métaux ferreux (aciéries électriques) ; production d'électricité ; incinération de déchets ; combustion de biomasse et de combustibles minéraux solides ; traitement des déchets (principalement jusqu'en 2003).

Source naturelle : aucune

### Phénomènes associés

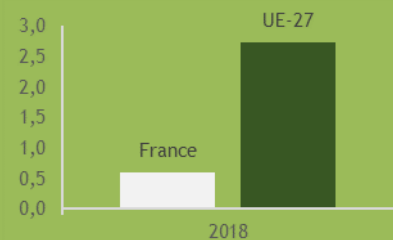
Contamination de l'air, des sols, de l'eau, des sédiments et de la chaîne alimentaire

### Effets

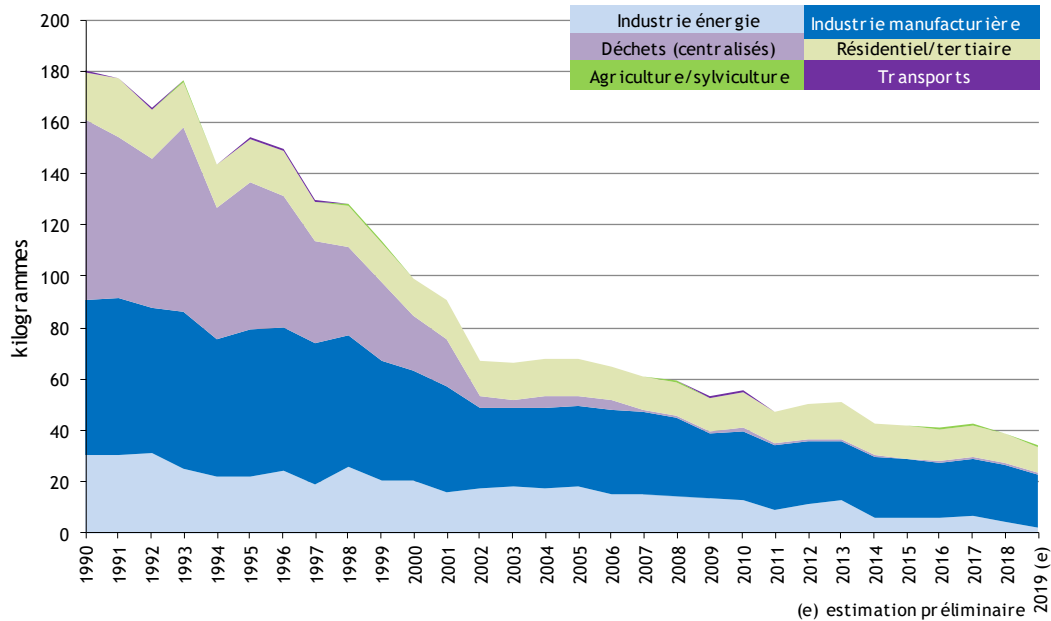
☒ Santé ☒ Cancérigène

### Emissions par habitant

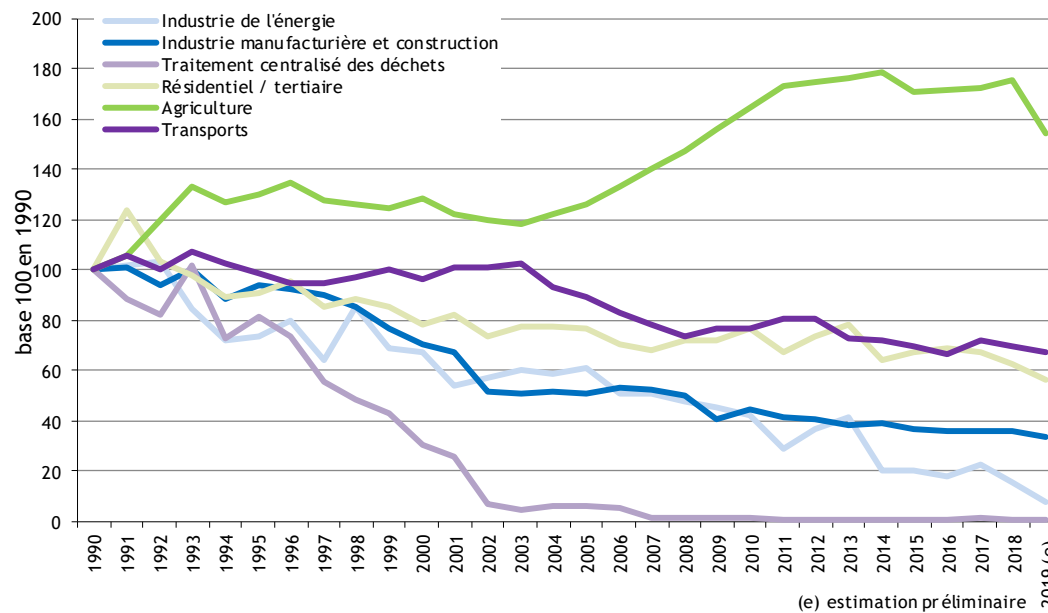
(kg/hab/an) en 2018



Evolution des émissions dans l'air de PCB depuis 1990 en France (Métropole)



Evolution des émissions dans l'air de PCB en base 100 en 1990 en France (Métropole)



Emissions de PCB (kg/an)  
Périmètre : Métropole

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019 (e)
Industrie de l'énergie	29,9	22,1	20,3	18,2	12,6	6,2	5,5	6,8	4,6	2,3
Industrie manufacturière et construction	60,9	57,1	42,9	30,8	27,2	22,4	21,9	22,1	21,8	20,3
Traitement centralisé des déchets	70,5	57,7	21,3	4,4	0,9	0,5	0,4	0,8	0,5	0,5
Résidentiel / tertiaire	18,4	16,8	14,5	14,2	14,2	12,4	12,8	12,5	11,6	10,5
Agriculture	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Agriculture hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transports	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Transport hors total	1,4	1,2	1,6	1,5	1,4	0,9	0,9	1,0	1,1	1,0
<b>TOTAL national hors UTCATF</b>	<b>180,1</b>	<b>154,1</b>	<b>99,3</b>	<b>68,0</b>	<b>55,3</b>	<b>41,9</b>	<b>40,9</b>	<b>42,5</b>	<b>38,9</b>	<b>33,9</b>
UTCATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTCATF Hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissions naturelles hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL national avec UTCATF</b>	<b>180,1</b>	<b>154,1</b>	<b>99,3</b>	<b>68,0</b>	<b>55,3</b>	<b>41,9</b>	<b>40,9</b>	<b>42,5</b>	<b>38,9</b>	<b>33,9</b>
<b>Hors total</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,6</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>

## Analyse

### Enjeux

#### Effets environnementaux et sanitaires

Les polychlorobiphényles (PCB) forment une famille de 209 composés aromatiques organochlorés dérivés du biphényle. Ce sont des liquides plus ou moins visqueux, insolubles dans l'eau et très stables à la chaleur, ils ne se décomposent qu'à des températures dépassant 1 000 °C. Leur inertie chimique les rend peu sensibles aux acides, bases et oxydants.

Les PCB sont toxiques, écotoxiques et reprotoxiques (y compris à faible dose en tant que perturbateurs endocriniens). Ce sont des polluants ubiquitaires et persistants (demi-vie de 94 jours à 2 700 ans selon les molécules). Leur toxicité est variable selon leur nombre d'atomes de chlore et selon la configuration spatiale de leurs molécules. A l'instar des PCDD-F, les PCB sont liposolubles, ils font partie des contaminants bioaccumulables fréquemment trouvés dans les tissus gras chez l'humain (dont le lait maternel) et tout au long de la chaîne alimentaire. Ils sont classés comme « cancérogènes probables » (groupe 2A du CIRC) pour les cancers hépatobiliaires (cancer du foie, cancer des voies biliaires, cancer du pancréas), et le PCB 126 a été classé cancérogène certain.

En raison de leurs caractéristiques chimiques et de leur rémanence (longue durée de vie liée à leur stabilité chimique et leur très faible biodégradabilité), les PCB sont des polluants encore fréquemment trouvés dans l'environnement : à proximité des lieux de production et d'élimination, sur les lieux d'accident, dans les sédiments sur de vastes zones, et par suite dans certaines boues de curage.

Les PCB sont bioaccumulables dans le réseau trophique notamment par les poissons gras et leurs prédateurs : les oiseaux pêcheurs et les mammifères marins. Certains animaux prédateurs mobiles et grands migrateurs (phoques et cétacés en particulier) peuvent aussi les « exporter » (phénomène de bioturbation) dans des régions éloignées des sites pollués, via leurs déplacements et leurs cadavres à cause de la place qu'ils occupent dans la chaîne alimentaire.

Chez l'être humain, les matières animales grasses sont la première source d'exposition alimentaire. La contamination aux PCB est principalement liée à la consommation de poisson et de lait.

#### Enjeux méthodologiques et incertitudes

Pour une présentation très détaillée des méthodologies d'estimation des émissions, téléchargez la dernière édition de notre rapport méthodologique « Ominea ». Au global, on estime l'incertitude (en niveau) sur ce polluant à 44 %.

### Tendance générale

De nos jours, en France, les émissions atmosphériques de PCB sont principalement dues soit à la formation accidentelle de PCB dans les divers procédés de combustion, soit à l'élimination de produits ou matériaux contenant des PCB.

Trois secteurs contribuent principalement aux émissions de PCB en 2018, à savoir, par ordre de prédominance, l'industrie manufacturière (56%), le résidentiel/tertiaire (30%) et la transformation d'énergie (12%). Les autres secteurs ont une contribution faible (2%). En 1990 le secteur du traitement centralisé des déchets était prédominant avec près de 40% des émissions totales de PCB.

Entre 1990 et 2018, les émissions ont diminué d'un facteur 4. Cette baisse est observée sur l'ensemble des principaux secteurs émetteurs mais elle est la plus marquée dans le secteur du traitement centralisé des déchets, puis celles des secteurs de la transformation d'énergie et de l'industrie manufacturière.

Dans le secteur du traitement centralisé des déchets, la baisse importante des émissions entre 1990 et 2018 (plus de 99%) est imputable, d'une part, aux installations de traitement des déchets industriels dangereux et non dangereux (mise en conformité avec l'arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux déchets dangereux) et, d'autre part, à l'incinération de déchets hospitaliers, à la suite de la baisse des quantités incinérées (mise en conformité de ces installations avec l'arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux déchets non dangereux).

Dans le secteur de la transformation d'énergie, la principale source d'émission est la production d'électricité. Depuis 1990, les émissions de ce secteur ont baissé de plus d'un facteur 4 suite, en particulier, à la mise en place de traitements des effluents atmosphériques sur les installations d'incinération avec récupération d'énergie, afin de respecter les nouvelles valeurs limites en PCDD-F définies dans l'arrêté du 20 septembre 2002 (directive européenne 2000/76/CE), qui impactent également les émissions de PCB.

Concernant le secteur de l'industrie manufacturière, les émissions proviennent essentiellement de la métallurgie des métaux ferreux en 2018 et du secteur de la chimie en 1990. La baisse de près de 70% des émissions du secteur est principalement liée à la décroissance très importante des émissions du secteur de la chimie (près de 96%), dans lequel

sont rapportées les émissions de l'incinération in-situ des déchets industriels dangereux. Concernant la métallurgie, la baisse des émissions sur la période 1990-2018 est plus modérée (environ 24%). Les émissions de ce sous-secteur ont été en augmentation constante entre 1990 et 1997 puis se sont stabilisées jusqu'à la crise de 2009 où une diminution constante jusqu'à aujourd'hui a été initiée.

Pour le secteur résidentiel/tertiaire, les émissions proviennent principalement du résidentiel et la baisse des émissions entre 1990 et 2018 fait suite à une réduction de la consommation de charbon.

### Évolution récente

Dans les années récentes, les faibles émissions constatées en 2011 sont liées au secteur de la transformation d'énergie et plus particulièrement de la production d'électricité du fait de la faible consommation de charbon car 2011 est une année au climat très doux. De même, la forte baisse constatée en 2014 et les faibles niveaux d'émissions depuis lors sont principalement liés au passage au gaz naturel ou à l'arrêt de plusieurs sites de production centralisés d'électricité.

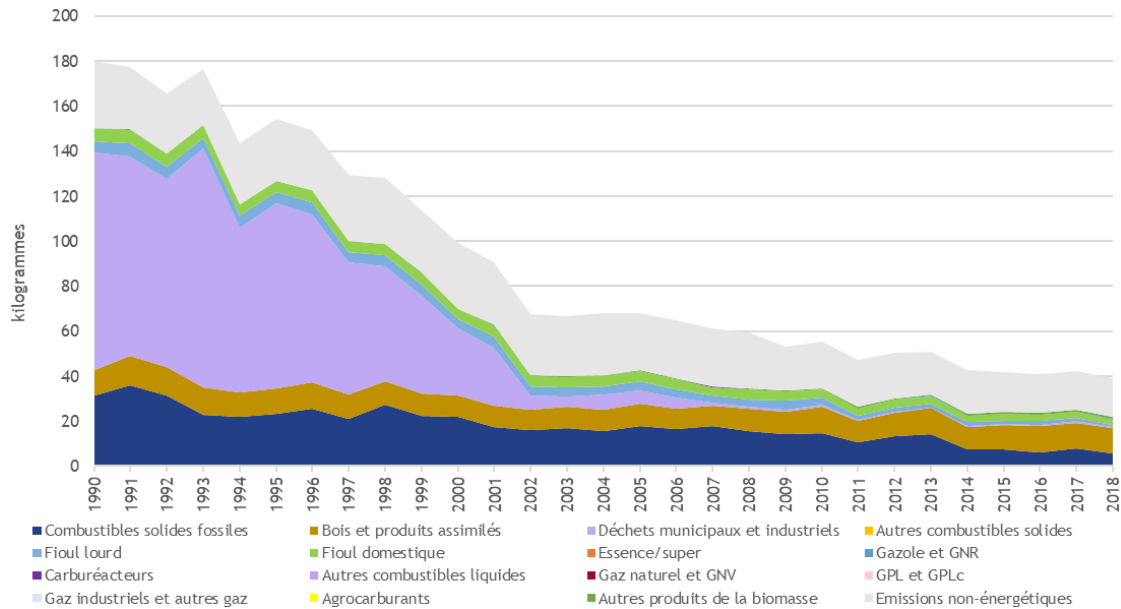
### Part des émissions liée aux combustibles

En 1990, la combustion des déchets représentait 54% des émissions nationales de PCB. Cette part a augmenté jusqu'en 1994 atteignant les 60% puis a rapidement décliné pour atteindre les 2% à partir de 2007. Aujourd'hui la combustion des déchets est responsable de seulement 1% des rejets de PCB en France.

Les combustibles fossiles solides occupent depuis 1990 une place relativement importante dans les émissions de PCB malgré leur baisse constante entre 1990 et 2018. Sa part dans les rejets globaux a fluctué entre 13% (en 1993) et 29% (en 2007). Aujourd'hui les combustibles fossiles sont responsables de 15% des émissions de PCB.

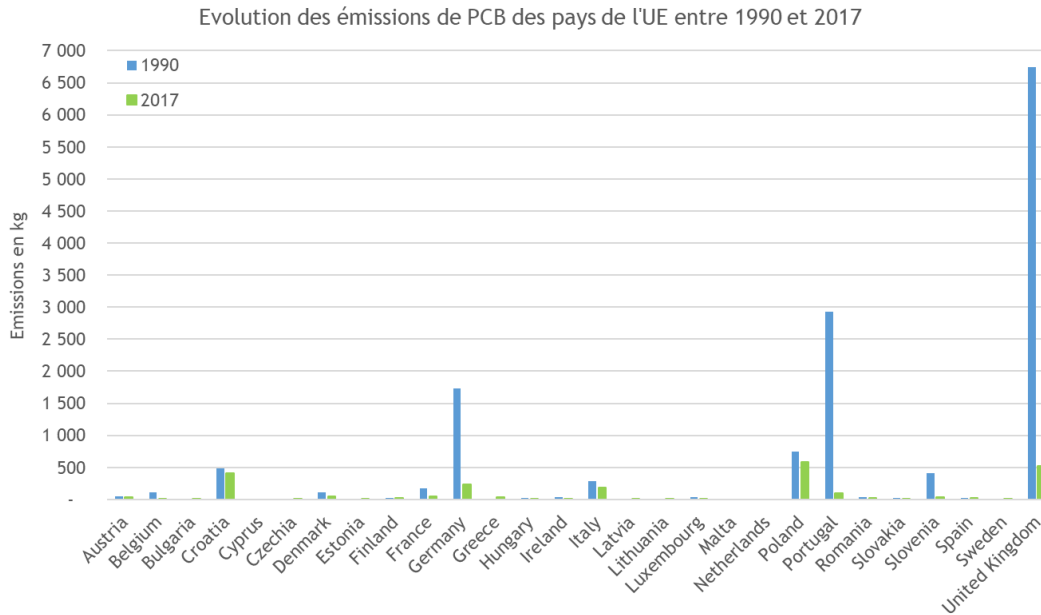
Les émissions de polychlorobiphényles liées à la combustion du bois sont restées plutôt stables sur la période 1990-2018. Ainsi la part de ces dernières dans les émissions totales est passée de 6% en 1990 à 29% aujourd'hui.

Enfin, les émissions non-énergétiques sont restées stables entre 1990 et 2004 et ont entamé une baisse à partir de 2005. Cependant cette dynamique de réduction est moins marquée pour ce sous-secteur que pour l'ensemble des émissions de PCB. Ainsi, la part des émissions non-énergétiques est passée de 17% en 1990 à 44% en 2018.



## Et ailleurs ?

En 1990 le Royaume Uni était le premier émetteur de l'Union Européenne avec 41 % des émissions totales, suivi du Portugal (21 %) et de l'Allemagne (12 %). En 2017 les rejets européens ont chuté de 83 % par rapport à 1990. En 2017 les principaux contributeurs aux émissions de l'UE sont la Pologne (24 %), le Royaume Uni (22 %) et la Croatie (18 %). La France est le 7<sup>ème</sup> contributeur aux émissions de PCB. Sur la période 1990-2017, seule la Grèce a vu ses rejets croître.



En parallèle, on note que les émissions par habitants en France en 2018 (0,6 mg/hab/an) sont très inférieures aux rejets par habitant de l'Union Européenne (28) pour la même année (5,8 mg/hab/an).

## En savoir plus

Référence impact sur la santé :

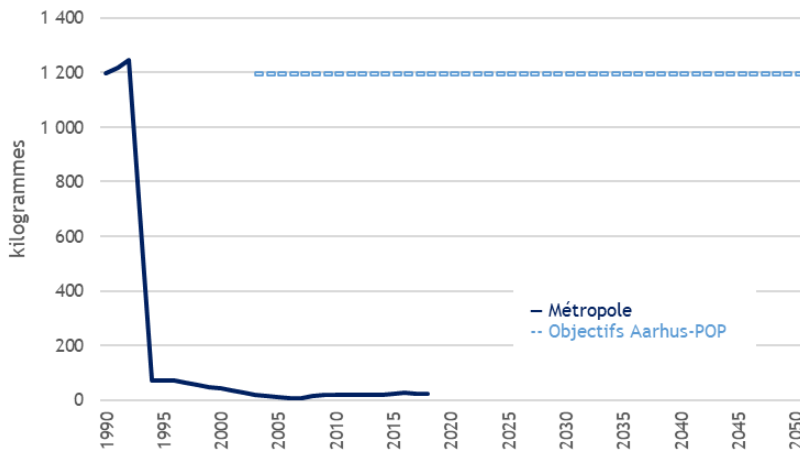
Ineris - <https://substances.ineris.fr/fr/substance/2853>

Actu environnement - "PCB : comprendre l'effet chronique des faibles doses en mélange" - Hélène Budzinski - Directrice de recherche de physico et toxico-chimie de l'environnement à Bordeaux I (<https://www.actu-environnement.com/ae/news/PCB-comprendre-effet-chronique-faibles-dose-melange-16441.php4>)

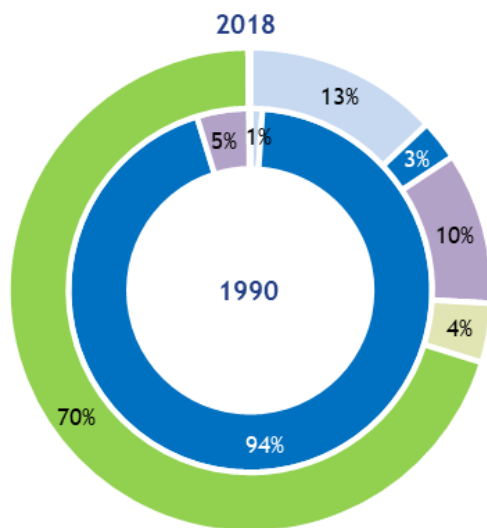


En bref

Evolution des émissions de HCB en France



Répartition des émissions de HCB en France



Industrie énergie	Industrie manufacturière	Déchets (centralisés)
Résidentiel/tertiaire	Agriculture/sylviculture	Transports

# HCB

## Hexachlorobenzène

**Type**

Polluant atmosphérique organique persistant

**Définition**

L'hexachlorobenzène (HCB) est un polluant uniquement anthropique. C'est un polluant organique persistant (POP) présentant un effet cancérigène (groupe 2B) pour l'homme.

**Composition chimique**

Six atomes de carbone (C) et de chlore (Cl) composent l'hexachlorobenzène.

**Origine**

Sources anthropiques : combustion de carburant et, dans une moindre mesure, de biomasse et de combustibles minéraux solides ; incinération de déchets ; production d'aluminium (jusqu'en 1993) ; incinération des boues de stations d'épurations ; métallurgie des métaux non ferreux ; production des caoutchoucs synthétiques ; application de pesticides

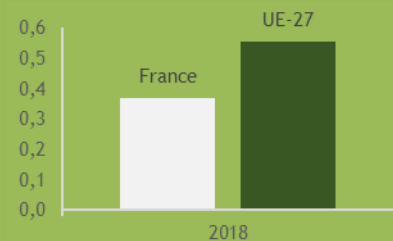
**Phénomènes associés**

Par sa persistance, contamination de l'air, des sols, de l'eau, des sédiments et de la chaîne alimentaire

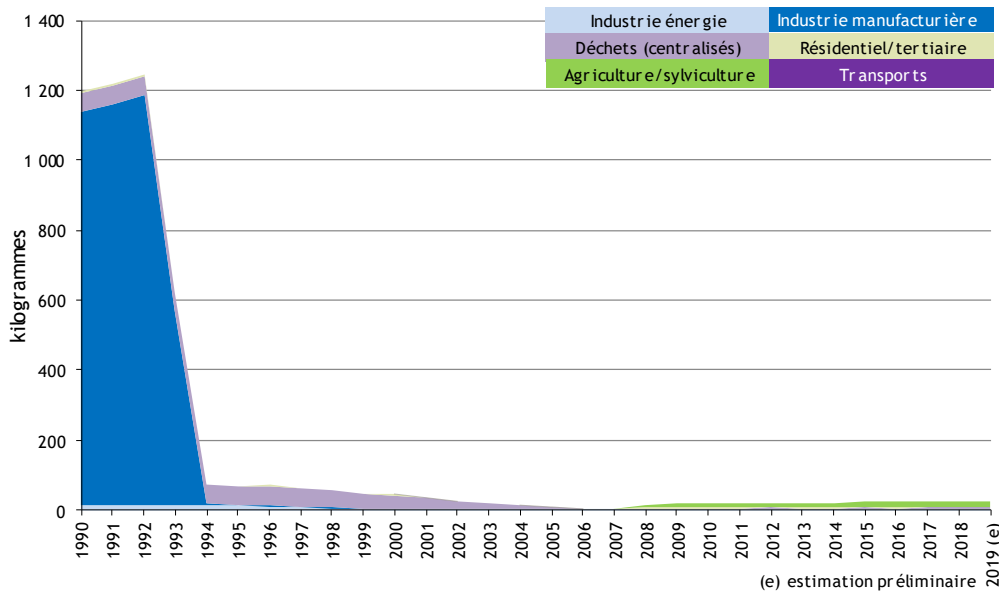
**Effets**

☒ Santé ☒ Cancérigène

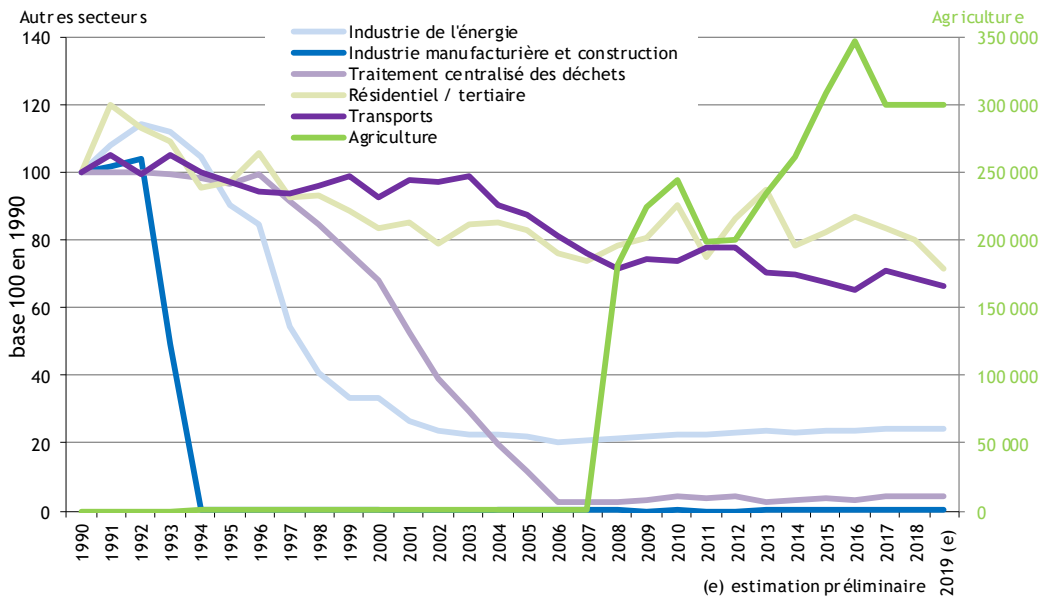
**Emissions par habitant (mg/hab)**



Evolution des émissions dans l'air de HCB depuis 1990 en France (Métropole)



Evolution des émissions dans l'air de HCB en base 100 en 1990 en France (Métropole)



Emissions de HCB (kg/an)  
Périmètre : Métropole

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019 (e)
Industrie de l'énergie	12,8	11,6	4,3	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1
Industrie manufacturière et construction	1 126	3,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Traitement centralisé des déchets	55,7	53,9	37,9	6,5	2,3	2,2	1,7	2,4	2,4	2,4
Résidentiel / tertiaire	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8
Agriculture	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	17,2	19,3	16,7	16,7	16,7
Agriculture hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transports	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transport hors total	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
TOTAL national hors UTCATF	1 196	70	44	11	21	24	26	24	24	24
UTCATF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UTCATF Hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Emissions naturelles hors total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL national avec UTCATF	1 196	70	44	11	21	24	26	24	24	24
Hors total	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1



## Analyse

### Enjeux

#### Effets environnementaux/sanitaires

L'hexachlorobenzène est un composé chimique de formule  $C_6Cl_6$ . Il s'agit d'un composé organique aromatique dérivant formellement du benzène  $C_6H_6$  par substitution des six atomes d'hydrogène par six atomes de chlore.

Très peu de données sont disponibles sur les effets sur la santé de l'hexachlorobenzène chez l'être humain ou l'animal après exposition par inhalation. Des études animales ont rapporté des effets sur le foie, la peau, le système immunitaire, les reins et le sang d'une exposition orale chronique à l'hexachlorobenzène.

L'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) des Etats Unis nous informe que la dose de référence (RfD) pour le HCB est de 0,0008 milligrammes par kilogramme de poids corporel par jour (mg/kg/j) sur la base des effets sur le foie chez le rat. Le RfD est une estimation (avec une incertitude couvrant peut-être un ordre de grandeur) d'une exposition orale quotidienne à la population humaine (y compris des sous-groupes sensibles) qui est susceptible d'être sans risque appréciable d'effets délétères non cancéreux au cours d'une vie.

Une étude a signalé un développement physique anormal chez de jeunes enfants ayant ingéré du pain contaminé lors d'un empoisonnement de 4 ans. Il a été constaté que l'hexachlorobenzène diminue les taux de survie des nouveau-nés et traverse le placenta et s'accumule dans les tissus fœtaux de plusieurs espèces animales. Des effets neurologiques, tératogènes, hépatiques et du système immunitaire ont été signalés chez la progéniture d'animaux exposés oralement à l'hexachlorobenzène pendant leur grossesse.

Il s'agit d'un cancérigène probable pour l'être humain dont les effets sont avérés chez les animaux et fait partie des cancérigènes du groupe 2B du Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC). Il a été démontré que l'hexachlorobenzène, lorsqu'il est administré par voie orale, induit des tumeurs du foie, de la thyroïde et des reins chez plusieurs espèces animales. L'EPA utilise des modèles mathématiques, basés sur des études animales, pour estimer la probabilité qu'une personne développe un cancer en respirant de l'air contenant une concentration spécifiée d'un produit chimique. L'EPA estime que, si une personne respire en continu de l'air contenant de l'hexachlorobenzène à une moyenne de  $0,002 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant toute sa vie, cette personne n'a théoriquement pas plus d'une chance sur un million de développer un cancer en conséquence directe de la respiration d'air contenant ce produit chimique. De même, l'EPA estime que respirer de l'air contenant  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'HCB entraînerait une augmentation d'au moins un risque sur cent mille de développer un cancer et de l'air contenant  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  d'HCB entraîneraient une augmentation d'au moins un risque sur dix mille de développer un cancer.

#### Objectifs de réduction

Le Protocole d'Aarhus (ou « Protocole POP »), adopté le 25 juin 1998 dans le cadre de la Convention de Genève sur la pollution transfrontalière longue distance sous l'égide de la Commission Économique pour l'Europe des Nations unies (CEE-NU ou UNECE en anglais). Il est entré en vigueur le 23 octobre 2003 et a été amendé en 2009. Il oblige également les Parties à réduire leurs émissions de dioxines, furannes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hexachlorobenzène (HCB) en deçà de leurs niveaux de 1990.

En France, pour les rejets de HCBs, il se traduit par une obligation à émettre moins de 1 196 kilogrammes par an. En 2018, les émissions totales françaises de HCBs étaient de 24 kilogrammes, soit une diminution de 98% par rapport aux rejets de l'année 1990.

#### Enjeux méthodologiques et incertitudes

Ces émissions sont très sensibles aux conditions de fonctionnement, en conséquence, les facteurs d'émission utilisés restent accompagnés d'une forte incertitude. Lorsque des mesures sont disponibles, celles-ci sont privilégiées.

*Pour une présentation très détaillée des méthodologies d'estimation des émissions, téléchargez la dernière édition de notre rapport méthodologique « Ominea ».*

Au global, on estime l'incertitude (en niveau) sur ce polluant à 27 %.

## Tendance générale

Les processus conduisant à la production de dioxines, produisent généralement aussi des HCB. Tous les secteurs, excepté le transport routier, émettent des HCB en France métropolitaine. Les émissions de HCB ont très fortement diminué puisqu'elles représentent aujourd'hui 2 % du niveau de 1990.

En 1990, l'industrie manufacturière représentait près de 94 % des émissions totales de HCB. La principale source d'émission était alors le sous-secteur de la métallurgie des métaux non ferreux, et plus particulièrement la production d'aluminium de seconde fusion. Les émissions de ce sous-secteur ont très fortement diminué depuis 1990 et sont nulles depuis 2000. En outre, on constate une diminution drastique de l'industrie entre 1993 et 1994 (-99,4 %). En effet, le chlore était utilisé pour affiner l'aluminium en éliminant les traces de magnésium. Jusqu'au début des années 1990, l'hexachloroéthane était utilisé comme apport de chlore et était à l'origine des émissions de HCB. Du point de vue réglementaire, l'hexachloroéthane est interdit depuis 1993 dans l'affinage de l'aluminium de seconde fusion.

En 2018, le second acteur des émissions de HCBs est la transformation d'énergie (avec 13 % des émissions totales), et plus particulièrement l'incinération des déchets avec récupération d'énergie. La diminution d'un facteur 4 depuis 1990 est liée à la mise en place des techniques de réduction avant tout destinées aux dioxines mais qui sont également efficaces sur les HCBs.

Depuis 2008, le secteur contributeur majeur est l'agriculture, responsable de 70% des émissions du fait du HCB présent à l'état de trace dans certains pesticides et émis lors de l'application de ces produits. Ces émissions font l'objet d'une quantification depuis la soumission de l'inventaire en 2020, à partir des quantités de pesticides vendus en France métropolitaine. Ces données de vente ne sont disponibles que depuis 2008, année de création de la base de données dans le cadre du premier plan Ecophyto. En France, les produits concernés par des traces de HCB dans leur composition sont le piclorame, le chlorothalonil, le téfluthrine et le chlorthal. Le chlorothalonil fait l'objet d'un enjeu majeur car il représente la quasi-totalité des émissions.

Le secteur des déchets contribuait également de façon notable en 2018 avec 10% des émissions totales et en particulier l'incinération des boues de stations d'épuration des eaux usées. La très forte décroissance observée entre 1990 et 2018 (de plus de 95 %) est liée à l'effet combiné qui fait suite à des progrès réalisés par les incinérateurs de déchets dangereux et non dangereux sans récupération d'énergie (mise en conformité progressive) mais également à la part croissante de l'incinération de déchets non dangereux avec récupération d'énergie. Cette diminution des émissions de ce sous-secteur intervient principalement entre 1996 et 2006.

De façon marginale, la combustion du bois et du charbon est aussi à l'origine d'émission de HCB, ce qui explique les émissions dans le secteur résidentiel/tertiaire avec 4% des émissions.

## Évolution récente

Ces dernières années, les émissions de HCB sont relativement stables et les fluctuations observées sont liées à celles des quantités de boues d'épuration et de déchets incinérés chaque année.

Pour le secteur agriculture/sylviculture, la prise en compte des émissions de HCB liées aux pesticides à partir de l'année 2008 a provoqué une hausse du total national des émissions. Plus récemment, les données montrent que le recours aux substances contenant du HCB a connu une baisse de -19 % en 2018 par rapport à 2016.

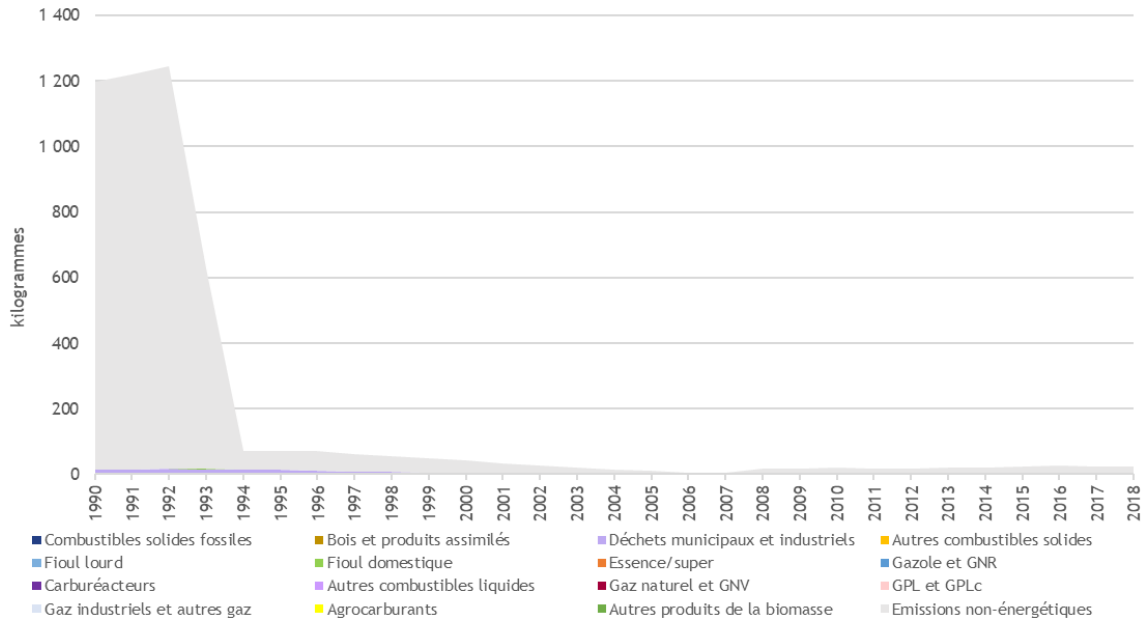
En matière de réglementation, l'approbation européenne du chlorothalonil, qui concentre la grande majorité des émissions estimées, n'a pas été renouvelée (règlement UE 2019/677 du 29/04/2019). En conséquence, les États Membres ont dû retirer les Autorisations de Mise sur le Marché (AMM) au plus tard le 20 novembre 2019 avec un délai de grâce le plus court possible et au plus tard le 20 mai 2020. Les émissions de HCB en provenance du chlorothalonil devraient donc reculer voire disparaître dès l'année 2020.

## Part des émissions liée aux combustibles

Les émissions non-énergétiques sont prépondérantes sur l'ensemble de la série temporelle. En effet comme il a été mentionné plus haut, la production d'aluminium de seconde fusion au début des années 1990 et l'utilisation de pesticides plus récemment sont les principales sources de rejets.

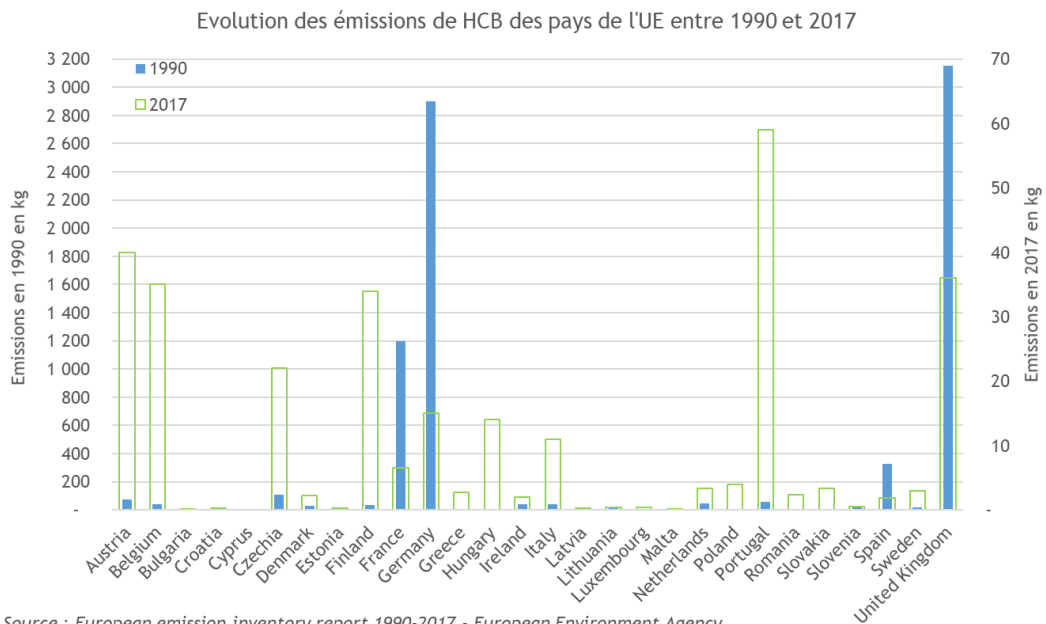
Ainsi en 1990, les émissions non-énergétiques totalisent 99% des émissions du territoire. Cette part diminue jusqu'en 2007 (35%) au profit des émissions liées à la combustion du bois (17%) et des déchets (44%).

A partir de 2008, les émissions non énergétiques repartent à la hausse, et avec elles la part qu'occupent les procédés non-consommateurs d'énergie dans les émissions totales (82% en 2018). Cette ré-augmentation est liée à la prise en compte des données de vente de pesticides jusqu'alors indisponibles.



**Et ailleurs ?**

En 1990 les principaux contributeurs aux émissions de l’Union Européenne étaient le Royaume Uni (39%), l’Allemagne (36%) et la France (15%). Aujourd’hui, la Pologne est le premier émetteur de HCBs avec 20% des rejets totaux, l’Autriche est le second avec 13% suivi par le Royaume Uni avec 12%. Ainsi entre 1990 et 2017, les pays ayant le plus réduit leurs émissions sont également ceux qui émettaient le plus en 1990, le Royaume Uni, l’Allemagne et la France ayant baissé leurs rejets de près de 99% sur cette période.



En parallèle, on note que les émissions par habitants en France en 2018 (0,4 mg/hab/an) sont inférieures aux rejets par habitant de l’Union Européenne (28) pour la même année (0,6 mg/hab/an).

**En savoir plus**

Référence impact sur la santé : Ineris - <https://substances.ineris.fr/fr/substance/1049>

## Références du chapitre

ADEME 2016 - Guirial C. et aut. - 2016 - Synthèse bibliographique sur les émissions de produits phytopharmaceutiques dans l'air. Facteurs d'émissions, outils d'estimation des émissions, évaluations environnementales et perspectives de recherche.

[https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/emissions-pesticides-air-2016\\_rapport\\_final\\_1.pdf](https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/emissions-pesticides-air-2016_rapport_final_1.pdf)

Agence Européenne pour l'Environnement - Air quality in Europe - 2018 report. N° 12. ISBN 978-92-9213-989-6

Agence Européenne pour l'Environnement - European Union emission inventory report 1990-2017 -

<https://www.eea.europa.eu/publications/european-union-emissions-inventory-report-2017>

AIRPARIF 2018 - Etude des dioxines chlorées et bromées dans l'air ambiant, à proximité de sources diffuses. 2018

ANSES 2017 - Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, relatif à la « proposition de modalités pour une surveillance nationale des pesticides dans l'air ambiant. Saisine n° « 2014-SA-0200 »

Agence de Protection de l'Environnement US - Hexachlorobenzene -

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/hexachlorobenzene.pdf>

Association Santé Environnement France - <http://www.asef-asso.fr/>

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes - Programme de surveillance des Dioxines, Furanes & Métaux lourds en 2015 et 2016 -

<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/programme-de-surveillance-des-dioxines-furanes-metaux-lourds-en-2015-et-2016>

Atmo Nouvelle-Aquitaine - Surveillance de la qualité de l'air - dioxines - autour de l'usine International Paper -

<https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/publications/surveillance-de-la-qualite-de-lair-dioxines-autour-de-lusine-international-paper-87>

Centre Leon Bernard - Site Cancer et environnement - <https://www.cancer-environnement.fr/40-Accueil.ce.aspx>

Convention Stockholm 2019 - Accès au site de la Convention

<http://www.pops.int/TheConvention/ThePOPs/tabid/673/Default.aspx>

EMEP 2018 - EMEP Status Report 3/2018 - Persistent Organic Pollutants: assessment of transboundary pollution on global, regional, and national scales

INERIS, 2011. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Les polychlorobiphényles (PCB), DRC-11-118962-11081A, 89 p. (<http://rsde.ineris.fr/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>)

INERIS 2018 - Site accédé en juin 2019

<https://www.ineris.fr/fr/lancement-campagne-exploratoire-nationale-mesure-residus-pesticides-air>

Inserm - <https://www.inserm.fr/>

Inserm - « Dioxines dans l'environnement. Quels risques pour la santé ? » -

<http://www.ipubli.inserm.fr/handle/10608/181>

Laboratoire Aeris / Observatoire Midi Pyrénées / Laboratoire Centrale de la Surveillance de la Qualité de l'Air -

OMER7A - <http://omer7a.obs-mip.fr/>

MERA 2019 - <https://www.lcsqa.org/fr/actualite/mera-observatoire-national-mesure-evaluation-zone-rurale-pollution-atmospherique-longue-di> (site accédé en juin 2019)

PREPA 2017 - Décret no 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement et Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques

Organisation Mondiale de la Santé - <https://www.who.int/fr>

Organisation Mondiale pour la Santé - « Les dioxines et leurs effets sur la santé » - <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health>