

FLUORANTHENE

Dernière mise à jour : 19/05/2015

RESPONSABLE DU PROGRAMME

J.-M. BRIGNON : jean-marc.brignon@ineris.fr

EXPERT AYANT PARTICIPÉ A LA REDACTION

A.GOUZY : aurelien.gouzy@ineris.fr

Veillez citer ce document de la manière suivante :

INERIS, 2014. Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : Fluoranthène, DRC-14-136881-07005A, 28 p. (<http://www.ineris.fr/rsde/> ou <http://www.ineris.fr/substances/fr/>).

FLUORANTHENE

RESUME

Le fluoranthène est un constituant de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) de formule brute $C_{16}H_{10}$ et de numéro CAS 260-44-0. Le fluoranthène, en tant que tel, ne semble plus être produit industriellement, en France et même à travers le monde. Il n'est pas non plus utilisé, mais en revanche, le fluoranthène en tant que HAP est présent dans de nombreuses applications et émissions atmosphériques, qui génèrent indirectement des rejets de fluoranthène dans les milieux aquatiques, de nature à induire des dépassements généralisés des Normes de Qualité Environnementales.

Les principales sources d'émissions de fluoranthène sont essentiellement à l'origine de rejets atmosphériques (le fluoranthène est d'ailleurs largement le HAP le plus émis dans l'atmosphère en France) à travers des combustions dans les appareils domestiques, le secteur tertiaire et le transport routier. Le fluoranthène est ainsi apporté de façon diffuse dans les milieux aquatiques, de la même façon que les HAP. La baisse des rejets ; largement diffus et non-intentionnels, de fluoranthène ne semble pas facile à réaliser, les rejets de HAP étant très diffus et difficiles à maîtriser.

La majeure partie du fluoranthène se retrouve dans les sols (97 %), où les concentrations sont de l'ordre du mg/kg. Dans l'air et dans les eaux, les concentrations sont respectivement de l'ordre du ng/m^3 et du ng/L.

Très peu d'informations spécifiques au fluoranthène étant disponibles, on pourra se reporter pour plus d'informations sur l'ensemble des HAP à la fiche ad hoc (INERIS, 2006).

FLUORANTHENE

ABSTRACT

Fluoranthene is a constituent of the family of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), its molecular formula is $C_{16}H_{10}$ and its CAS number is 260-44-0. Fluoranthene, as such, no longer appears to be produced commercially in France and in the world. It is not used, but on the other hand, fluoranthene as PAH is present in many applications and atmospheric emissions, which indirectly generate fluoranthene releases to aquatic environments likely to generate widespread exceedance of the Environmental Quality Standards.

The main sources of fluoranthene emissions are atmospheric (fluoranthene is also the most widely PAH emitted to the atmosphere in France) and they are combustions in domestic appliances, the tertiary sector and road transport. Fluoranthene is thus brought diffusely in the same way as the PAHs. The decrease in releases of fluoranthene does not seem easy to achieve, releases of PAHs is very diffuse and difficult to control.

Most of the fluoranthene is found in soils (97%), where the concentrations are of the order of mg/kg. In the air and waters, concentrations are respectively about ng/m^3 and ng/L.

Very little specific information about fluoranthene is available, reference may be found for more information on all of PAHs to the sheet on PAHs (INERIS, 2006).

FLUORANTHENE

SOMMAIRE

RESUME	2
ABSTRACT	3
1 GENERALITES	6
1.1 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES	6
1.2 REGLEMENTATIONS.....	6
1.3 VALEURS ET NORMES APPLIQUEES EN FRANCE	8
1.4 AUTRES TEXTES	9
1.5 CLASSIFICATION ET ETIQUETAGE.....	9
1.6 SOURCES NATURELLES DE FLUORANTHENE	10
1.7 SOURCES NON-INTENTIONNELLES DE FLUORANTHENE	10
2 PRODUCTION ET UTILISATIONS	11
2.1 PRODUCTION ET VENTE	11
2.2 UTILISATIONS	11
3 REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT	12
3.1 EMISSIONS ANTHROPIQUES TOTALES	12
3.2 EMISSIONS ATMOSPHERIQUES	12
3.3 EMISSIONS VERS LES EAUX.....	17
3.4 EMISSIONS VERS LES SOLS	19
3.5 POLLUTIONS HISTORIQUES	19
4 DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT.....	21
4.1 COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT	21
4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT	22
5 PERSPECTIVES DE REDUCTION DES REJETS.....	25
5.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE FLUORANTHENE	25
5.2 ALTERNATIVES AUX USAGES DU FLUORANTHENE	25
5.3 ASPECTS ECONOMIQUES	26

FLUORANTHENE

6	CONCLUSION.....	27
7	REFERENCES.....	28

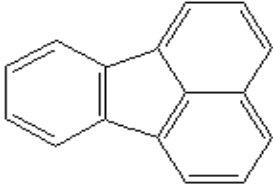
FLUORANTHENE

1 GENERALITES

1.1 DEFINITION ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

Les caractéristiques du fluoranthène sont présentées dans le Tableau 1 ci-après.

Tableau 1. Caractéristiques générales du fluoranthène.

Substance chimique	N° CAS	N° EINECS	N° SANDRE	Synonymes	Forme physique (*)
<p>Fluoranthène C₁₆H₁₀</p> 	206-44-0	205-912-4	1191	benzacénaphène ; 1,2-benzacénaphène ; 1,2-[1,8-naphtylène]benzène ; 1,2-[1,8-naphtalenedyl]benzène ; benzo[j,k]fluorene ; idryl	solide cristallisé sous forme d'aiguilles ou de cristaux plats

(*) dans les conditions ambiantes habituelles

Le fluoranthène est un membre de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces substances résultent de la fusion de cycles benzéniques. Le fluoranthène est très toxique pour les organismes aquatiques et très persistant dans l'environnement.

1.2 REGLEMENTATIONS

1.2.1 Directive-Cadre sur l'Eau

Le fluoranthène est cité dans la directive n°2013/39/UE du 12 août 2013 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau. Il est listé en tant que substance prioritaire mais pas en tant que substance prioritaire dangereuse.

FLUORANTHENE

La directive précédemment citée fixe des normes de qualité environnementale (NQE) pour le fluoranthène :

- NQE moyenne annuelle : 0,0063 µg/L pour les eaux de surfaces ;
- NQE concentration maximale acceptable : 0,12 µg/L pour les eaux de surfaces.

1.2.2 REACH

Le fluoranthène, n'étant pas produit intentionnellement, n'est pas concerné par le règlement REACH.

1.2.3 Seuils de rejets pour les installations classées

L'arrêté du 26 décembre 2012 modifiant l'arrêté du 31 janvier 2008 concerne le registre et la déclaration annuelle des émissions polluantes et des déchets. L'exploitant de l'installation doit déclarer ces rejets dès lors que les seuils d'émissions décrits dans l'annexe II de cet arrêté sont dépassés. Les seuils de rejets de fluoranthène sont :

- de 1 kg/an ou 4 g/jour dans l'eau.

L'arrêté du 2 février 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation indique que, pour la pollution des eaux superficielles, les rejets doivent respecter les valeurs limites de concentrations suivantes : HAP 0,05 mg/L si le rejet dépasse 0,5 g/j. Mais l'arrêté ne contient pas de limite spécifique au fluoranthène pour les eaux superficielles.

Epandage des boues

L'annexe I de l'arrêté précise les seuils à respecter en composés-traces organiques dans les déchets ou effluents. Ces seuils sont présentés dans le Tableau 2.

FLUORANTHENE

Tableau 2. Seuils du fluoranthène applicables aux épandages de boues issues du traitement des eaux usées sur les sols agricoles.

Composés-traces	Valeur limite dans les déchets ou effluents (mg/kg MS)		Flux cumulé maximum apporté par les déchets ou effluents en 10 ans (g/m ²)	
	Cas général	Epandage sur pâturages	Cas général	Epandage sur pâturages
Fluoranthène	5	4	7,5	6

1.2.4 Émissions et concentrations de HAP

De façon générale, la réglementation relative à cette substance s'inscrit dans les réglementations concernant les HAP (se reporter à la fiche sur ces composés pour plus de détails et une information plus complète). Ainsi :

- La directive 2010/75/UE (dite IED) relative aux émissions industrielles et la directive 1999/31/CE sur la mise en décharge contrôlent toutes indirectement les émissions de HAP.
- La directive 2004/107/CE relative à l'arsenic, au cadmium, au nickel, au mercure et aux hydrocarbures aromatiques polycycliques qui fixe les modalités de surveillance dans l'air ambiant de ces substances.

1.2.5 Combustion domestique

- Le Comité européen de normalisation (CEN) a établi des normes d'émission pour les installations domestiques de combustion de combustibles solides (poêles, cheminées, inserts, etc.). Ces normes sont des standards volontaires depuis 2001.
- Le protocole de l'UNECE sur les POP vise notamment les émissions de HAP provenant de la combustion domestique.

1.3 VALEURS ET NORMES APPLIQUEES EN FRANCE

1.3.1 Valeurs utilisées pour la population générale

Le décret 2001/1220 du 20 décembre 2001, concernant la qualité des eaux de consommation, impose, de même que la réglementation européenne correspondante, une limite de qualité aux eaux destinées à la consommation humaine. Les eaux doivent respecter une valeur inférieure ou égale à 1 µg/L pour le total des six HAP suivants : fluoranthène,

FLUORANTHENE

benzo(3,4)fluoranthène, benzo(11,12)fluoranthène, benzo(3,4)pyrène, benzo(1,12)pérylène et indéno(1,2,3-cd)pyrène.

1.4 AUTRES TEXTES

1.4.1 Action de recherche RSDE

Le fluoranthène est cité dans l'annexe 1 de la circulaire du 5 janvier 2009 relative à la mise en œuvre de la 2^{ème} phase de l'action RSDE pour les ICPE soumises à autorisation. Cette annexe regroupe les listes par secteurs d'activité industrielle des substances dangereuses. Le fluoranthène est cité pour tous les secteurs d'activité, à l'exception de l'industrie de la céramique et des matériaux réfractaires.

Le fluoranthène appartient aussi à la liste des micropolluants à mesurer dans les stations de traitement des eaux usées traitant une charge brute de pollution supérieure ou égale à 600 kg DBO5/jour (Circulaire du 29 septembre 2010 relative à la surveillance de la présence de micropolluants dans les eaux rejetées au milieu naturel par les stations de traitement des eaux usées).

1.4.2 Autres textes

Le fluoranthène appartient à la liste des 823 substances du plan micropolluants 2010-2013¹.

Le fluoranthène est cité dans la liste OSPAR² des substances potentiellement préoccupantes.

1.5 CLASSIFICATION ET ETIQUETAGE

Le fluoranthène n'est pas cité dans le règlement 2008/1272, dit CLP. Néanmoins, d'après le site de l'ECHA³, les classifications suivantes peuvent lui être associées par les producteurs⁴.

¹ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Les-micropolluants-dans-les.html> (consulté en novembre 2014).

² http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=30950304450153_000000_000000 (consulté en novembre 2014).

³ European Chemicals Agency : <http://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/cl-inventory-database> (consulté en novembre 2014).

⁴ Tous les industriels n'ont pas forcément attribué aux substances avec l'ensemble des catégories de danger décrites. Il s'agit ici d'une compilation.

FLUORANTHENE



Tableau 3. Codes de danger du fluoranthène, d'après ECHA.

Code	Signification
H 302	Nocif en cas d'ingestion
H 319	Provoque une sévère irritation des yeux
H 332	Nocif par inhalation
H 400	Très toxique pour les organismes aquatiques
H 410	Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes sur le long terme

1.6 SOURCES NATURELLES DE FLUORANTHENE

Les éruptions volcaniques, les feux de forêts sont des sources de HAP dans l'atmosphère, donc en particulier de fluoranthène.

1.7 SOURCES NON-INTENTIONNELLES DE FLUORANTHENE

Selon Palayer et al. (1997), les HAP sont synthétisés lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de matières organiques (chauffage au fuel, feux de forêts, etc.). Leur synthèse lors de la formation des énergies fossiles explique leur présence dans le pétrole, le charbon et leurs produits dérivés.

Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles (goudron, coke, créosote, etc.), soit suite à des combustions incomplètes (chauffage, moteur diesel...).

FLUORANTHENE

2 PRODUCTION ET UTILISATIONS

2.1 PRODUCTION ET VENTE

Le fluoranthène, en tant que tel, ne semble plus être produit industriellement, en France et même à travers le monde. L'ATSDR (1995) indique qu'en 1985, alors que le fluoranthène n'était plus produit aux Etats Unis, 1 tonne seulement a été importée.

2.2 UTILISATIONS

Il n'existe pas d'utilisation de fluoranthène en tant que tel. L'ATSDR (1995), indique toutefois qu'il a pu être utilisé par le passé en revêtement de protection pour l'intérieur des cuves et des tuyaux en acier servant au stockage et à la distribution d'eau potable. Il a été utilisé comme intermédiaire dans la fabrication de teintures, notamment de teintures fluorescentes et dans la fabrication des huiles diélectriques et comme stabilisant pour les colles époxy.

Aujourd'hui nous ne disposons d'aucune information indiquant que ces usages existent toujours. Selon le Kompass (2015), le fluoranthène n'est pas référencé comme un produit fabriqué ou vendu en France.

En revanche, le fluoranthène en tant que HAP est présent dans de nombreuses applications. On peut pour cela se rapporter à la fiche sur les HAP (INERIS, 2006).

FLUORANTHENE

3 REJETS DANS L'ENVIRONNEMENT

3.1 EMISSIONS ANTHROPIQUES TOTALES

Les rejets dans l'environnement sont principalement atmosphériques. Les émissions des foyers domestiques, des incinérateurs d'ordures ménagères, des unités de production de goudron et d'asphalte, des unités de craquage du pétrole, constituent les principales sources anthropiques atmosphériques. Ces sources stationnaires représentent environ 80 % des émissions. Les sources mobiles sont constituées par les pots d'échappements des véhicules essence et Diesel.

Les HAP sont généralement associés à des particules, surtout les plus fines, mais peuvent également être présents dans la phase gazeuse.

La présence de HAP (et donc de fluoranthène) dans les eaux de surface provient surtout du dépôt de particules en suspension dans l'atmosphère, des rejets de lixiviation des aires de stockage de charbon, des effluents des usines de traitement du bois et d'autres industries, ainsi que de l'utilisation de composts et de fertilisants.

Elle peut également provenir des revêtements routiers, d'hydrocarbures entraînés dans les eaux, ou de l'épandage des boues d'épuration. Le fluoranthène est un HAP « pétrogénique » donc plutôt présent dans les hydrocarbures que formé durant leur combustion. Par conséquent, cette source pourrait théoriquement être significative dans son cas.

On peut également se reporter à la fiche concernant les HAP (INERIS, 2006)

Les émissions industrielles de fluoranthène ne sont pas dues à la production et à l'utilisation de fluoranthène en tant que tel, mais aux activités au cours desquelles le fluoranthène peut être produit avec les autres HAP (incinération, combustion...). On retrouve donc le fluoranthène dans de très nombreux rejets industriels.

3.2 EMISSIONS ATMOSPHERIQUES

3.2.1 Données INS

En France, selon l'INS⁵, les émissions de HAP totaux, toutes sources confondues, en 2007 étaient réparties sur le territoire comme le montre la Figure 1 ci-après.

⁵ Inventaire National Spatialisé : <http://90.83.82.201/ins-webapp/> (consulté en mars 2014).

FLUORANTHENE

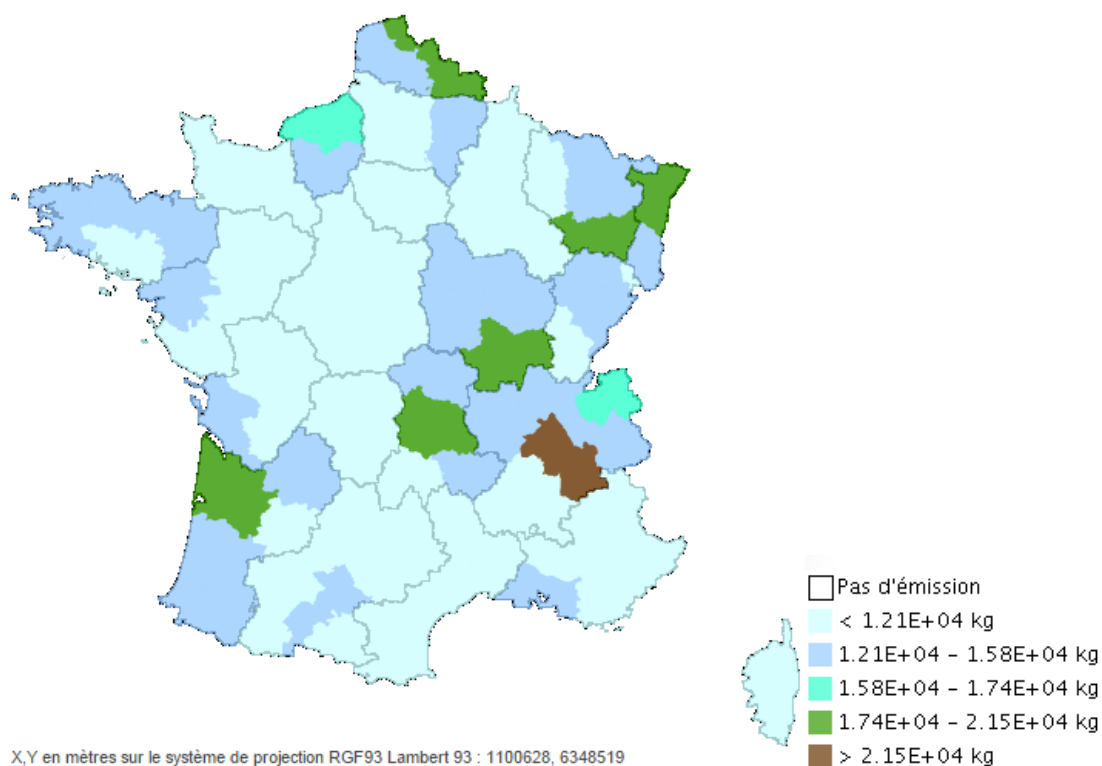


Figure 1. Répartition des émissions de HAP totaux en France en 2007, d'après l'INS.

Le département ayant les émissions de HAP totaux les plus importantes, est l'Isère, puis le Nord, le Bas-Rhin, les Vosges, la Saône-et-Loire, le Puy-de-Dôme et la Gironde.

FLUORANTHENE

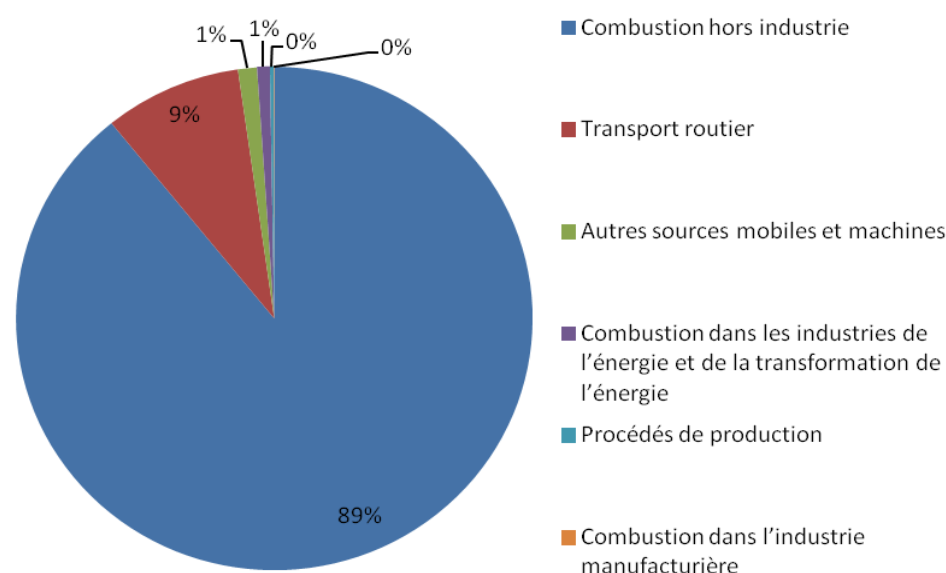


Figure 2. Secteurs émettant des HAP totaux en France en 2007, d'après l'INS.

Le principal secteur émettant des HAP totaux en France en 2007 était la combustion hors industrie (dans le secteur résidentiel), qui représente près de 90 % des émissions de HAP totaux.

3.2.2 Données CITEPA

Le CITEPA⁶ évalue les émissions dans l'atmosphère de huit HAP dont le fluoranthène. Les émissions de ces huit HAP étaient de 72,4 tonnes en 2012, représentant une baisse de 51,1 % par rapport à 1990. Les deux principaux secteurs émettant des HAP dans l'atmosphère sont le résidentiel/tertiaire, notamment la combustion de la biomasse dans les appareils domestiques (63,3 %) et le transport routier, en particulier les véhicules diesel (25,8 %).

La Figure 3 ci-après présente les émissions de HAP en France par secteurs.

⁶ <http://www.citepa.org/fr/> (consulté en décembre 2014).

FLUORANTHENE

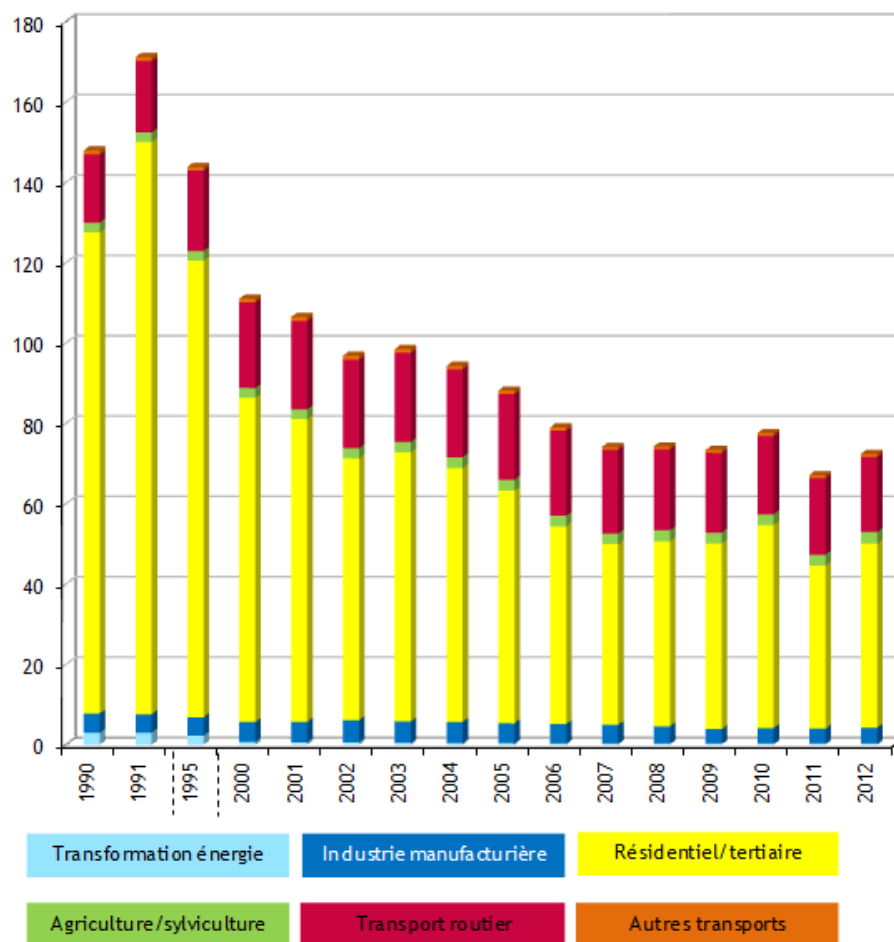


Figure 3. Emissions atmosphériques de HAP en tonnes en France, d'après le CITEPA.

Le résidentiel/tertiaire est donc le principal secteur émetteur de HAP en France mais est aussi celui dont les émissions ont le plus diminué sur la période 1990-2012.

La Figure 4 ci-après montre la répartition des émissions de HAP par secteur.

FLUORANTHENE

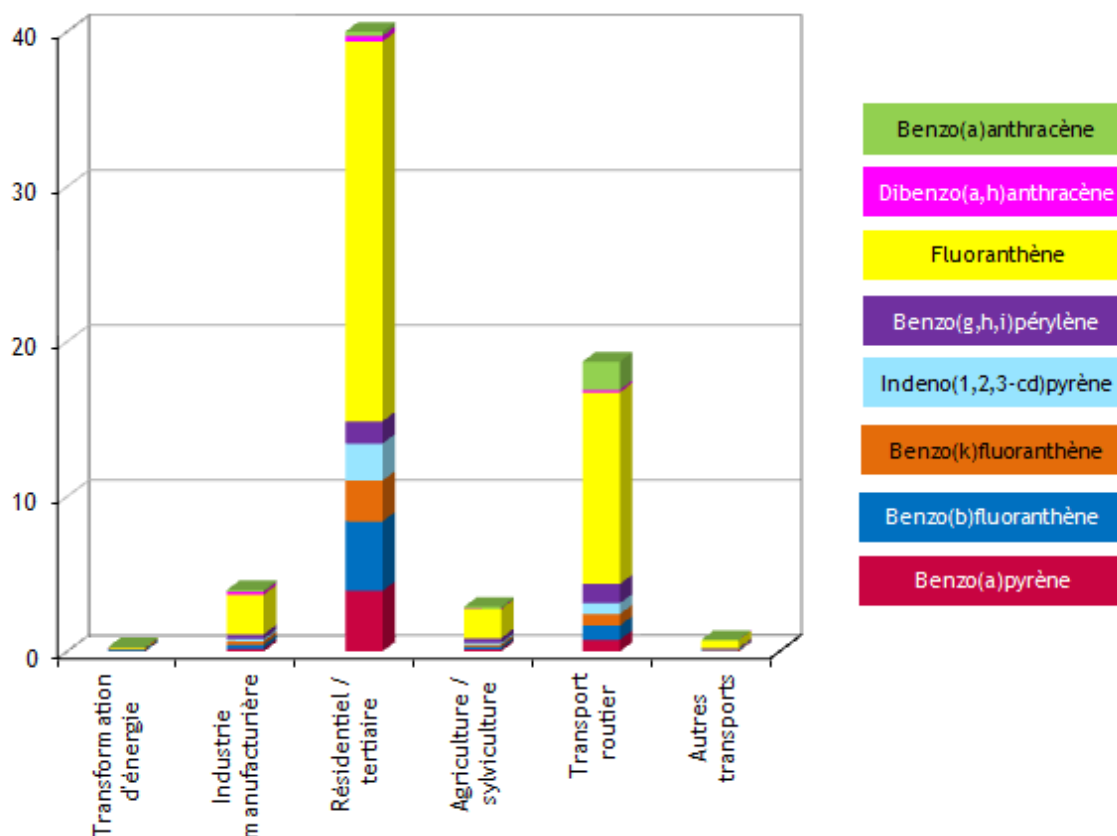


Figure 4. Répartition des émissions de HAP en tonnes par secteur en France en 2012, d'après le CITEPA.

Le fluoranthène est le principal HAP rejeté quel que soit le secteur d'activité. Etant donnée l'importance des rejets atmosphériques pour expliquer la contamination des eaux superficielles (par dépôt), cela laisse penser que les HAP pourraient également être l'un des principaux HAP présents dans les eaux.

FLUORANTHENE

3.3 EMISSIONS VERS LES EAUX

3.3.1 Emissions urbaines

Le fluoranthène est recherché dans le cadre du projet AMPERES⁷.

Le fluoranthène a été quantifié à des concentrations comprises entre 0,1 et 1 µg/L dans 81 % des eaux usées brutes. Il a été quantifié à des concentrations comprises entre 0,01 et 0,1 µg/L dans 30 à 70 % des eaux traitées secondaires et a des concentrations entre 0,001 et 0,1 µg/L dans moins de 30 % des eaux traitées tertiaires (Coquery, 2011).

Ces chiffres sont confortés par les résultats issus de l'action RSDE STEU⁸ où l'on observe que les rejets de fluoranthène des stations d'épurations sont pour la plupart de l'ordre du centième de µg/L voire du dixième de µg/L.

Au cours du passage en STEP, plusieurs substances organiques (HAP, alkylphénols, DEHP) sont retenues sous forme particulaire et transférées dans les boues. Le fluoranthène a été quantifié à des concentrations de 0,1 à 1 mg/kg dans plus de 70 % des boues.

3.3.2 Emissions industrielles

L'action RSDE consiste en la Recherche et la Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau pour les installations classées pour la protection de l'environnement.

La Figure 5 ci-après montre les principaux secteurs industriels contributeurs aux flux de fluoranthène, d'après les données RSDE du 28 août 2014.

⁷ Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles.

⁸ L'action RSDE STEU (Recherche et Réduction des Rejets de Substances Dangereuses dans les Eaux pour les Stations de Traitement des Eaux Usées ou STEU) consiste notamment à analyser des micropolluants lors d'une campagne de surveillance initiale (la liste des substances à surveiller est fonction de la capacité de traitement de la STEU étudiée).

FLUORANTHENE

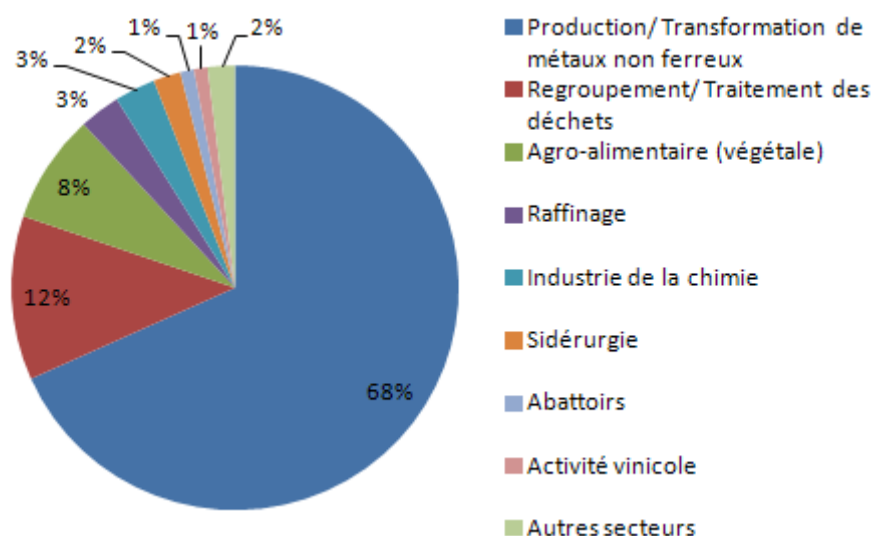


Figure 5. Secteurs contributeurs aux flux de fluoranthène vers les eaux, données RSDE 2.

La Figure 5 montre que plus des deux tiers des flux de fluoranthène proviennent de la production et transformation de métaux non ferreux. Le BREF sur le traitement des métaux non-ferreux (CE, 2001) signale en effet que des émissions vers l'eau de HAP sont possibles dans ce secteur, du fait des émissions atmosphériques de HAP (notamment pour l'industrie de l'aluminium) qui sont traitées par des laveurs de fumées. Il semble également possible que le secteur utilise des lubrifiants à base d'hydrocarbures, qui seraient une source de HAP dans les rejets.

IREP⁹

Les émissions de fluoranthène déclarées dans le cadre de l'arrêté du 31 janvier 2008 par les industriels, entre 2009 et 2012, sont présentées dans le Tableau 4 ci-après. Les données affichées sont issues du registre français des émissions polluantes IREP. A titre de comparaison, ce tableau comprend également les valeurs de la base de données E-PRTR¹⁰ pour les émissions de l'UE 27.

⁹ <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php> (consulté en novembre 2014).

¹⁰ European Pollutant Release and Transfer Register : <http://prtr.ec.europa.eu/PollutantReleases.aspx> (consulté en novembre 2014).

FLUORANTHENE

Tableau 4. Emissions de fluoranthène dans l'environnement, d'après IREP et E-PRTR.

Base de données	IREP				E-PRTR	
	France				France	UE27
Emissions de fluoranthène en kg/an	2009	2010	2011	2012	2012	2012
Eau (total)	46,1	94	15	7	7,03	620
- eau (direct)	40	75	15	7,0	-	-
- eau (indirect)	6,1	19	0	0	-	-

Les émissions industrielles de fluoranthène répertoriées se font exclusivement vers les eaux et ont fortement baissé entre 2009 et 2012.

Les émissions de fluoranthène, en France, vers les eaux sont relativement faibles par rapport à la totalité des émissions de HAP. En effet en 2012 les émissions de HAP vers les eaux étaient de 289 kg/an en direct et de 22 kg/an en indirect. Depuis 2010, les émissions de fluoranthène représentent moins de 10 % de la totalité des émissions de HAP, que se soit en émissions directes ou indirectes vers les eaux.

3.4 EMISSIONS VERS LES SOLS

Lors de cette étude, nous n'avons pas identifié de source d'information sur des émissions de fluoranthène dans les sols.

3.5 POLLUTIONS HISTORIQUES

BASOL¹¹ est une base de données française sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

Le site internet de cette base de données permet d'effectuer des recherches par substance, mais l'entrée « fluoranthène » n'est pas disponible. Les pollutions historiques au fluoranthène étant liées aux pollutions par les HAP, on a recherché des sites ou sols pollués (ou potentiellement pollués) par l'entrée HAP, ce qui aboutit à un résultat de 1281 localisations en France (source consultée en octobre 2014), dont :

¹¹ <http://basol.developpement-durable.gouv.fr/recherche.php> (consulté en octobre 2014).

FLUORANTHENE

- 81 sites traités et libres de toute restriction ;
- 700 sites traités avec surveillance et/ou restriction d'usage ;
- 220 sites en cours de travaux ;
- 246 sites en cours d'évaluation ;
- 34 sites mis en sécurité et devant faire l'objet d'un diagnostic.

Parmi ces sites, 829 ont abouti à un impact dans les eaux souterraines (teneurs anormales) et 9 sites à l'arrêt d'un captage d'alimentation en eau potable.

D'après cette même source d'information, les HAP font d'ailleurs partie des polluants retrouvés (seul ou avec d'autres) dans environ 10 % de cas de sites ou sols pollués.

FLUORANTHENE

4 DEVENIR ET PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1 COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT

4.1.1 Dans l'air

Nous n'avons trouvé aucune donnée concernant le Fluoranthène, cependant les HAP peuvent être dégradés par des réactions d'oxydation à l'ozone et l'hydroxylation (INERIS, 2005). Les demi-vies dans l'air accompagnant ces mécanismes de photo-oxydation varient de 0,4 à 68,1 heures d'après la littérature. Mais, ces mécanismes sont largement dépendants des conditions environnementales, notamment la nature et la taille des particules présentes dans l'air ambiant et sur lesquelles les HAP sont agglomérés. Les HAP sont plus persistants lorsqu'ils sont liés à des particules de nature organique. Des transformations mineures peuvent également mener à une dégradation des HAP notamment par réaction avec des oxydes d'azote (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO₂) ; de telles réactions ne se produisent toutefois qu'aux points d'émission où la température oscille entre 100 et 200 °C.

4.1.2 Dans l'eau

Les rares données expérimentales qui ont pu être trouvées sur des essais en milieux aqueux montrent que le fluoranthène est peu biodégradable (INERIS, 2005): des demi-vies de 560 à 1760 jours en milieu aqueux sur des souches non adaptées ont été estimées. En première approche, une demi-vie de 1 500 jours peut être proposée. Même des essais de dégradation par une culture enrichie de bactéries du sol ont montré que la dégradation n'était jamais totale et qu'elle pouvait s'apparenter à un processus d'humification.

D'après Seine-Normandie (2008), la demi-vie du fluoranthène dans l'eau est de l'ordre de l'année, donc plutôt élevée au sein des HAP. A titre de comparaison, le naphthalène a une demi-vie dans l'eau de l'ordre du mois.

En outre, le caractère lipophile des HAP se traduit par une tendance à se fixer sur les fractions organiques des matières en suspension (MES) et sédiments. Cela explique que la présence des HAP est très marquée sur les MES alors qu'elle n'est pas visible dans la phase aqueuse (Remillon, 2003).

4.1.3 Dans les sols

Dans les sols, les HAP sont éliminés principalement par volatilisation et par activité microbienne. Plusieurs facteurs tels que la température, le type de sol, et la présence d'autres substances conditionnent les processus de dégradation (INERIS, 2005).

FLUORANTHENE

4.2 PRESENCE DANS L'ENVIRONNEMENT

Le fluoranthène est un des HAP les plus présents dans l'environnement. Les concentrations ubiquitaires pour le fluoranthène sont reprises dans le tableau suivant (INERIS, 2005).

Tableau 5. Concentrations ubiquitaires pour le fluoranthène (d'après INERIS, 2005).

Milieu	Concentration
Air	$\cong 1 \text{ ng/m}^3$
Eau	
- eaux de surface	< 50 ng/L
- eaux de pluie	< 200 ng/L
Sols	< 40 $\mu\text{g/kg}$
Sédiments	
- de rivière	< 1 mg/kg

La répartition de fluoranthène dans les différents compartiments de l'environnement est présentée dans la Figure 6 ci-après.

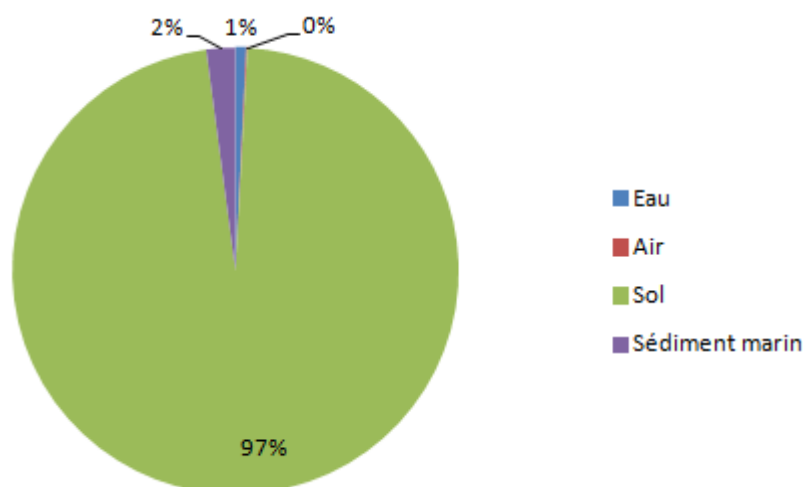


Figure 6. Présence de fluoranthène dans l'environnement, d'après Seine-Normandie (2008).

FLUORANTHENE

4.2.1 Dans l'air

Une étude citée par COPARLY et ASCOPARG (2004), reprise dans le tableau ci-dessous, donne les concentrations moyennes annuelles typiques des HAP dans l'air ambiant en région Rhône-Alpes, en ng.m^{-3} .

Tableau 6. Concentrations moyennes annuelles typiques des HAP dans l'air ambiant en région Rhône-Alpes en ng.m^{-3} (d'après COPARLY et ASCOPARG, 2004).

HAP	Fond éloigné	Rural	Urbain	Trafic	Industriel
Anthracène (AN)	Non détecté	0.04 - 15		0.2 - 0.6	1.1
Benzo[a]pyrène (BaP)	0.02	0.02 - 1.6	0.4 - 2	0.7 - 3.1	0.5 - 39
Benzo[b]fluoranthène (BbFA)	< 0.01	0.04 - 0.6			0.3 - 34
Benzo[ghi]pérylène (BghiP)	0.01	0.15 - 1.0	0.5 - 2.8	1 - 4.7	0.7 - 52
Benzo[k]fluoranthène (BkFA)		0.04 - 0.32	0.2 - 1		0.3 - 17
Fluoranthène (FA)	0.14	0.04 - 7.4			42
Indeno[123,cd]pyrène (IP)	0.02 - 0.04	0.04 - 0.21	0.3 - 2.1	1.3 - 2.6	0.4 - 37

4.2.2 Dans l'eau

Des mesures mensuelles effectuées dans le Rhin, à Karlsruhe, en 2011, montrent des concentrations en fluoranthène comprises entre inférieure à 0,0025 et 0,008 $\mu\text{g/L}$ dans l'eau et entre 220 et 850 $\mu\text{g/kg MS}$ dans les MES¹² inférieures à 2 mm de diamètre. Des mesures similaires effectuées dans le Meuse, à Ham-sur-Meuse, en 2013, montrent des concentrations dans l'eau comprises entre inférieures à 0,01 et 0,014 $\mu\text{g/L}$.

D'après Seine-Normandie(2008), le fluoranthène dépassait sa NQE (cf. § 1.2.1) dans 100 % des 17 stations d'Ile-de-France sur la période 2001-2004.

D'après cette même source, le fluoranthène est présent à des concentrations supérieures dans les eaux, à celles des deux HAP suivants : l'anthracène et l'acénaphthène ; mais est présent à des concentrations inférieures à celle du naphthalène.

Le Tableau 7 ci-après présente les concentrations en fluoranthène dans différents compartiments aquatiques.

¹² MES : matières en suspension.

FLUORANTHENE

Tableau 7. Concentration en fluoranthène dans les eaux, d'après Seine-Normandie (2008).

Compartment	Concentration (en ng/L)
Eaux du sud de la mer du Nord	0,104 - 0,264
Eaux de surface	< 50
Mer Baltique	0,013 - 0,434
Océan Antarctique	4,4

4.2.3 Dans les sols

D'après le GSBL¹³, il a été relevé des concentrations moyennes en fluoranthène dans les sols en Allemagne comprises entre 0,2 mg/kg PS et 1,5 mg/kg PS.

D'après Seine-Normandie (2008), le fluoranthène est plus souvent quantifié et présente des concentrations supérieures dans les sédiments, que les trois HAP suivants : l'anthracène, l'acénaphthène et le naphthalène.

Le Tableau 8 ci-après présente les concentrations en fluoranthène dans différents sédiments.

Tableau 8. Concentration en fluoranthène dans les sédiments, d'après Seine-Normandie (2008).

Compartment	Concentration
Sédiments du sud de la mer du Nord	0,72 - 97,5 µg/kg ps
Sédiments de rivières	< 1 mg/kg ps
Sédiments Seine et Yonne	0,2 - 1,5 mg/kg ps
Sédiments marins : Mer Baltique	1,4 - 4,8 mg/kg ps
Sédiments marins : Océan Atlantique	0,01 - 11 µg/kg ps

Les concentrations en fluoranthène sont très variables selon le type de sédiments.

¹³ <http://www.gsbl.de/gsblweb30/directSearch.do?param=GSBL.GSBLRN=114797> (consulté en novembre 2014).

FLUORANTHENE

5 PERSPECTIVES DE REDUCTION DES REJETS

5.1 REDUCTION DES EMISSIONS DE FLUORANTHENE

La réduction des émissions de fluoranthène est liée à la réduction des émissions de HAP. On peut donc se reporter à la fiche sur les HAP pour plus d'information (INERIS, 2006).

Le fluoranthène est recherché dans le cadre du projet AMPERES¹⁴ (cf. paragraphe 3.3.1). Il ressort qu'au cours du passage en STEP, le fluoranthène est retenu sous forme particulaire et transféré dans les boues.

Deux rendements sont disponibles dans la documentation du projet AMPERES ::

- le rendement de la filière eau traduit la diminution de la concentration entre l'entrée et la sortie de la STEP : il est en moyenne de 80 % pour le fluoranthène ;
- le rendement d'élimination global prend en compte le flux de micropolluants transférés vers la filière boues et le flux de micropolluants réintroduits dans la filière eau : il est supérieur à 70 % pour le fluoranthène.

Le traitement primaire par décantation primaire physico-chimique a un rendement compris entre 30 et 70 % pour le fluoranthène.

Pour les zones urbaines, le traitement secondaire par décantation primaire physico-chimique et biofiltre, par boues activées, par bioréacteur à membranes donne des rendements d'élimination supérieurs à 70 % pour le fluoranthène.

Pour les zones rurales, les traitements secondaires par lit bactérien et filtre d'écoulement vertical présentent des rendements supérieurs à 70 % pour le fluoranthène (Choubert, 2011).

5.2 ALTERNATIVES AUX USAGES DU FLUORANTHENE

Comme il n'existe pas d'usage du fluoranthène, il n'existe pas de produit de substitution. Pour les autres produits ou usages émettant du fluoranthène, on peut se reporter à la fiche concernant les HAP (INERIS, 2006).

¹⁴ Analyse de micropolluants prioritaires et émergents dans les rejets et les eaux superficielles.

FLUORANTHENE

5.3 ASPECTS ECONOMIQUES

5.3.1 PLACE DE LA SUBSTANCE DANS L'ECONOMIE FRANÇAISE

Le fluoranthène n'étant ni produit, ni utilisé en tant que tel, il est préférable de se reporter à la fiche sur les HAP (INERIS, 2006) pour les informations concernant les secteurs fortement émetteurs de HAP.

5.3.2 IMPACT ECONOMIQUE DES MESURES DE REDUCTION

Le fluoranthène n'étant ni produit, ni utilisé en tant que tel, il est préférable de se reporter à la fiche sur les HAP (INERIS, 2006) pour les informations concernant les secteurs fortement émetteurs de HAP.

FLUORANTHENE

6 CONCLUSION

Le fluoranthène est un constituant de la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Le fluoranthène, en tant que tel, ne semble plus être produit industriellement, en France et même à travers le monde. Il n'est pas non plus utilisé, mais en revanche, le fluoranthène en tant que HAP est présent dans de nombreuses applications et émissions atmosphériques, qui génèrent indirectement des rejets de fluoranthène dans les milieux aquatiques, de nature à générer des dépassements généralisés des Normes de Qualité Environnementales.

Les principales sources d'émissions de fluoranthène sont atmosphériques, et il s'agit des combustions dans les appareils domestiques, le secteur tertiaire et le transport routier. Le fluoranthène est ainsi apporté de façon diffuse, de la même façon que les HAP. La baisse des rejets de fluoranthène ne semble pas facile à réaliser, les rejets de HAP étant très diffus et difficiles à maîtriser.

Très peu d'informations spécifiques au fluoranthène étant disponibles, on pourra se reporter pour plus d'informations sur l'ensemble des HAP à la fiche sur les HAP (INERIS, 2006).

FLUORANTHENE

7 REFERENCES

- ATSDR (1995). TOXICOLOGICAL PROFILE FOR POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS.
- ASCOPARG et COPARLY (2004). Programme pilote de surveillance des HAP dans l'air ambiant.
- CE, 2001, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries
- Choubert J.-M., Martin-Ruel S., Budzinski H., Miège C., Esperanza M., Soulier C., Lagarrigue C., Coquery M. (2011). Evaluer les rendements des stations d'épuration - Apports méthodologiques et résultats pour les micropolluants en filières conventionnelles et avancées. *Techniques Sciences et Méthodes, 1/2* : 25-43.
- Coquery M., Pomiès M., Martin-Ruel S., Budzinski H., Miège C., Esperanza M., Soulier C., Choubert J.-M. (2011). Mesurer les micropolluants dans les eaux brutes et traitées - Protocoles et résultats pour l'analyse des concentrations et des flux. *Techniques Sciences et Méthodes, 1/2* : 25-43.
- INERIS (2006). Données technico-économiques sur les substances chimiques en France : HAP.
- INERIS (2005). Fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques. Fluoranthène.
- Palayer J., Degardin P., Lohest P., Mourey V., Pereira-Ramos L. (1997). Le point sur... Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques. Agence de l'eau Seine-Normandie, direction de la recherche et des études sur l'agriculture et les milieux, service environnement.
- Remillon O. (2003). Étude des substances prioritaires à prendre en compte pour l'échéance 2015 de la Directive Cadre sur l'Eau sur le bassin Rhin Meuse : Modélisation des apports diffus en métaux lourds sur le bassin Rhin-Meuse - Évaluation de l'évolution des apports sur la période 2000 à 2015. Agence de l'eau Rhin Meuse.
- Seine-Normandie (2008). "Guide des substances toxiques.", ISBN 978-2-9523536-2-5.