

## Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

### Messages clés

- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des **constituants naturels du charbon et du pétrole, ou qui proviennent de la combustion incomplète de matières organiques** telles que les carburants, le bois, le tabac. Ils sont présents dans l'air, l'eau ou l'alimentation.
- **Le benzo[a]pyrène**, substance qui se trouve dans un bon nombre de mélanges de HAP en proportion relativement constante (environ 10%), **est un cancérogène avéré** (groupe 1 du *CIRC*).
- Trois autres HAP sont classés cancérogènes probables (groupe 2A du CIRC) : cyclopenta[c,d]pyrène, dibenzo[a,h]anthracène et dibenzo[a,l]pyrène), et 11 autres sont classés cancérogènes possibles (groupe 2B).
- Pour un non fumeur, **la principale voie d'exposition aux HAP est l'alimentation**: la contamination des aliments peut se faire par dépôt atmosphérique (végétaux), accumulation dans les espèces animales (viandes, poissons), ou lors de la préparation des aliments au charbon de bois.
- **La seconde source d'exposition aux HAP est l'air ambiant**, principalement par la fumée de tabac et les gaz d'échappement des véhicules.
- **Les tableaux de maladies professionnelles 16 bis et 36 bis du régime général** reconnaissent des cancers en lien avec des expositions à des dérivés du pétrole, aux goudrons, huiles et brais de houille, et aux suies de combustion du charbon. Il s'agit des carcinomes de la peau, le cancer broncho-pulmonaire, et les tumeurs des voies urinaires.
- **Le protocole d'Aarhus** a mené à la réduction des émissions de HAP dans les années 90, principalement du fait de la baisse de la consommation de bois dans le secteur résidentiel. La directive européenne 2004/107/CE fixe pour le benzo[a]pyrène une valeur limite annuelle de  $1 \text{ ng/m}^3$  et un objectif à long terme de  $0,1 \text{ ng/m}^3$ .

## Informations complémentaires - (suite)

- [Les hydrocarbures aromatiques polycycliques: présentation générale](#)
- [Une grande diversité de HAP](#)
- [Cancers et HAP](#)
- [Sources et voies d'exposition aux HAP](#)

- Exposition professionnelle aux HAP
- Réglementations et HAP

## Les hydrocarbures aromatiques polycycliques: présentation générale

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques, souvent abrégés en HAP, sont des constituants naturels du charbon et du pétrole. Ils peuvent aussi être issus de la combustion incomplète de matières organiques diverses telles que les carburants, le bois, le tabac...

Dans l'environnement (air, eau, aliments...), on les trouve généralement liés aux particules issues de la combustion ou de l'usure des matériaux qui les contiennent, ou sous forme gazeuse dans l'air pour les plus légers d'entre eux.

Les HAP se présentent sous la forme de divers mélanges de plus d'une centaine de composés différents qui varient selon la source d'émission.

## Une grande diversité de HAP

La grande diversité des HAP et le coût des dosages limitent les analyses qui permettraient leur identification courante dans l'environnement. On procède généralement à l'analyse de 16 HAP que l'Agence de protection de l'environnement (EPA) des Etats-Unis a classés dans sa liste des polluants prioritaires dans les années 80. On considère que ceux-ci sont représentatifs de l'ensemble des HAP.

Les analyses se limitent souvent au seul benzo[a]pyrène (abrégé en B[a]P) qui se trouve toujours en proportion relativement constante (environ 10%) dans un bon nombre de mélanges de HAP. Le B[a]P appartient à la famille chimique des HAP contenant une centaine de composés. C'est la molécule de référence de cette famille du fait de sa cancérogénicité ; elle est plus particulièrement suivie parmi les HAP dans les atmosphères (source : substitution-cmr.fr).

## Cancers et HAP

Le CIRC a récemment réévalué les effets cancérogènes des HAP, et en a classé 15 parmi les substances cancérogènes avérés, probables, ou peut-être cancérogènes (2008).

Le benzo[a]pyrène est classé cancérogène avéré (groupe 1). Le B[a]P est également classé CMR de catégorie 2 par l'union Européenne ; ce qui correspond à de fortes présomptions d'effet cancérogène, mutagène et toxique pour la reproduction.

Trois HAP sont classés cancérogènes probables (groupe 2A) : le cyclopenta[c,d]pyrène, le dibenzo[a,h]anthracène et le dibenzo[a,l]pyrène.

Onze autres composés sont des cancérogènes possibles (groupe 2B) selon la classification du CIRC. D'autres composés évalués ont été considérés comme inclassables (groupe 3).

L'exposition aux HAP est classée cancérogène avéré pour le cancer du poumon et le cancer de la peau (groupe 1). Certains procédés industriels sont également classés dans le groupe 1 en raison des niveaux d'exposition aux HAP dans ces industries (cokeries, production d'aluminium, production et utilisation du goudron de houille...) (CIRC, 2008). Riches en HAP, les gaz et fumées d'échappement des moteurs [diesel](#) sont classés cancérogènes probables (groupe 2A) par le CIRC, poumon et vessie étant les organes cibles identifiés.

**Indications de cancérogénicité chez l'homme et de génotoxicité comme principal mécanisme d'agents classés groupe 1.**

---

Expositions aux HAP	Sites ou types de tumeurs avec indications suffisantes chez l'homme	Sites ou types de tumeurs avec indications limitées chez l'homme	Indications de génotoxicité comme mécanisme principal
Benzo[a]pyrène	--	--	Forte (groupe 1)
Suie (ramonage)	Peau, Poumon	Vessie	Modérée
Gazéification du charbon	Poumon	--	Forte
Distillation du goudron	Peau	--	Forte
Production de coke	Poumon	--	Forte
Emplacement du goudron (pavage, toiture)	Poumon	Vessie	Forte
Production d'aluminium	Poumon, Vessie		Faibles / Modérée

Traduction à partir du tableau figurant dans l'article du *Lancet Oncology*, "Evidence for carcinogenicity in humans and for genotoxicity as the main mechanism of the Group-1 agents assessed", CIRC, 2009 ([www.thelancet.com/oncology](http://www.thelancet.com/oncology) Vol 10 December 2009).

## Sources et voies d'exposition aux HAP

Les sources nombreuses et variées des HAP sont à l'origine d'une présence assez importante dans l'environnement, à la fois dans les eaux (surtout dans les sédiments et les matières en suspension), dans les sols et dans l'air ambiant.

D'après une étude canadienne, les incendies de forêt et les volcans émettent une grande quantité de HAP dans l'air ambiant (47%), puis viennent certains procédés industriels (30%), le chauffage urbain (11%) les brûlages agricoles (8%), les transports (gaz d'échappement automobiles) (4%), les feux domestiques et la fumée de cigarette (HAP, rapport d'évaluation du gouvernement canadien, 1994). Les rejets d'hydrocarbures pétroliers dans les eaux sont également une source de pollution importante, et sont responsables de la contamination des organismes marins ou d'eau douce (Afsssa, 2003).

**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 (Afsssa, 2000). **La deuxième voie d'exposition de l'homme aux HAP est l'inhalation dans l'air ambiant** (intérieur ou extérieur).

### Alimentation

L'Autorité européenne de sécurité des aliments considère huit HAP cancérigènes lorsqu'ils sont présents dans les denrées alimentaires (EFSA, 2008). C'est le cas du B[a]P et du dibenzo[a,h]anthracène (voir [fiche classification des HAP](#)).

Concernant le B[a]P, des études conduites dans différents pays européens ont estimé que l'ingestion quotidienne moyenne de variait de 50 à 290 ng/adulte (Scientific committee on food, 2002).

Les catégories d'aliments dans lesquelles on retrouve le plus de HAP sont les céréales et produits à base de céréales, ainsi que les produits de la mer et dérivés. De même, l'utilisation d'huiles et de graisses végétales et la consommation de café expose la population aux HAP.

Enfin, les modes de cuisson tels que les grillades, le rôtissage, le fumage et notamment la préparation d'aliments grillés ou rôtis au charbon de bois, peuvent augmenter la concentration de HAP dans les aliments préparés (EFSA, 2008). Pour les fumeurs, la consommation de tabac peut également être significative.

Dans le domaine de l'eau, on répertorie cinq substances : le benzo[a]pyrène, le benzo[b]fluoranthène, le benzo[ghi]pérylène, le benzo[k]fluoranthène et l'indéno[1,2,3-cd]pyrène. S'y ajoutent trois autres

considérées séparément : l'anthracène (dangereuse prioritaire), le naphthalène et le fluoranthène.

### **L'air**

La majorité des HAP respirés provient de la fumée du tabac. Un fumeur consommant 20 cigarettes par jour absorbe quotidiennement en moyenne 105 ng de B[a]P et une personne exposée au tabagisme passif 40 ng (EFSA, 2008).

A l'extérieur, les concentrations de HAP sont très variables : les gaz d'échappement émis par les voitures, majoritairement les diesels représentent la source principale d'exposition aux HAP. A plus petite échelle, les gaines de câblages ainsi que l'abrasion des pneus peuvent dégager de faibles quantités de HAP. Ainsi, les émissions de B[a]P sont en moyenne de 0.2  $ng/m^3$  en milieu rural. Dans les villes, elles varient de 1 à 10  $ng/m^3$ , les valeurs les plus élevées se situant au voisinage des voies à fort trafic et d'émissions industrielles.

Dans l'air intérieur, les composés les plus fréquemment détectés sont le phénanthrène, le fluoranthène, le pyrène et le chrysène. Les poêles qui fonctionnent mal ont tendance à augmenter le taux de HAP d'une pièce.

### **Produits contenant des HAP**

On trouve beaucoup de HAP dans les goudrons issus de la houille et les produits qu'ils traitent (asphalte, plaques bitumées, colorants organiques...). Les HAP d'origine fossile rentrent également dans la composition des huiles de dilution, qui sont mélangées aux caoutchoucs utilisés dans la fabrication des pneus, par exemple.

Ci-dessous sont présentées les concentrations en benzo[a]pyrène de divers produits, en milligramme par kilogramme (mg/kg) (ordre de grandeur) (Ouvrage collectif INRS, 2009) :

- Brai de houille : 10 000 mg/kg
- Goudron de houille : 7 500 mg/kg
- Huile de houille : 300 mg/kg
- Créosote : 100 mg/kg
- Huile de vidange usée : 5 mg/kg
- Goudron de bois : 4 mg/kg
- Bitume de pétrole : 1 mg/kg
- Fuel domestique : 0,5 mg/kg
- Graisse : 0,5 mg/kg

La peau peut absorber des HAP lorsqu'elle se trouve en contact direct avec des produits contenant des poussières de HAP, ou au contact de matériaux en contenant tels que le bois créoté, des chaussures en caoutchouc ou des outils ayant un manche gainé (OFSP, 2008).

## Exposition professionnelle aux HAP

L'exposition professionnelle aux HAP concernerait près de 1,6 millions de salariés en France (Ministère de l'emploi, 2005) plaçant les HAP en tête des composés responsables de cancers professionnels.

Les principales industries émettrices de quantités importantes d'HAP sont caractérisées par des procédés utilisant des produits dérivés de la houille: goudron et brai de houille. Ces industries sont les suivantes :

- Cokeries produisant du coke à partir de distillation de la houille
- Sidérurgie par l'utilisation du coke
- Production d'électrodes en carbone à partir du brai
- Electrolyse de l'aluminium et production de silicium principalement par l'utilisation d'électrodes composées de brai de houille, mais également de pâte de brai nécessaire à la réfection des fours
- Imprégnation du bois avec l'utilisation de créosote
- Acérie

Les niveaux d'HAP sont beaucoup plus faibles dans les secteurs utilisant des produits dérivés du pétrole tels que la fabrication de pneus à travers l'utilisation de noir de carbone entrant dans la fabrication du caoutchouc, les industries pétrochimiques et industries du bitume et du goudron, et la mécanique avec l'utilisation d'huiles et de graisses.

Plusieurs cancers potentiellement liés aux HAP sont listés dans des tableaux de maladies professionnelles. Seuls certains secteurs d'activités ou modalités d'exposition correspondent à ces tableaux (utilisation de dérivés de la houille, suie de combustion du charbon, certains dérivés pétroliers et leurs produits de combustion). Il s'agit des tableaux 16 bis et 36 bis du Régime Général qui ont fait l'objet d'une mise à jour par un décret de janvier 2009, et du tableau 35 bis du régime agricole. Le 16 bis (RG) et le 35 bis (RA) permettent la reconnaissance pour certains travaux exposant à la houille et au charbon de trois cancers : le carcinome de la peau, le cancer broncho-pulmonaire et les tumeurs des voies urinaires (vessie, voies excrétrices supérieures), sous réserve d'une exposition de 10 ans. Le tableau 36 bis fournit quant à lui la liste limitative des travaux susceptibles de provoquer le carcinome de la peau, sous réserve d'une exposition minimale de 10 ans.

L'INSERM estime que le risque du cancer du poumon lié à une exposition professionnelle aux HAP est 2 à 3 fois plus élevé que celui de l'exposition environnementale à ces substances, durant la vie entière (2008).

#### **Classification par le CIRC et l'UE de plusieurs HAP, ou préparations et secteurs d'activités émettant des HAP**

	<b>CIRC</b>	<b>Union Européenne</b>
HAP		
Benzo[a]pyrène 2B 2	1	2
Dibenzo[a,h]anthracène	2A	2
Benzo[a]anthracène	2B	2
Benzo[e]pyrène	2B	2
Benzo[b]fluoranthène	2B	2
Benzo[j]fluoranthène	2B	2
Benzo[k]fluoranthène	2B	2
Chrysène	2B	2
Indéno[1,2,3,c,d]pyrène	2B	nc
Naphtalène	2B	nc
<b>Produits et secteurs d'activité</b>		
Goudron et brai de houille	1	1
Huiles minérales	1	1
Suies	1	
Fumée de tabac	1	
Cokerie, aluminium	1	1
Gazéification du charbon	1	1
Fonderie de fer et d'acier	1	
Crésote	2A	
Emissions diesel	2A	2
Raffinage du pétrole	2A	
Extrait noir de charbon	2B	
Emissions essence	2B	

*nc: non communiqué*

## Réglementation et HAP

Compte tenu de leurs caractéristiques, la gestion des risques liés aux HAP appelle une réponse globale au niveau mondial.

Dans le cadre de la CEE-NU et de la convention de Genève sur la pollution atmosphérique longue distance, le protocole d'Aarhus visait une réduction des émissions de HAP en dessous des niveaux de 1990. Adopté le 24

juin 1998 et entré en vigueur le 23 octobre 2003, il a été ratifié par la France le 25 juillet 2003. L'objectif a été atteint dès 1994. Cette baisse est principalement à mettre à l'actif du secteur résidentiel et s'explique par une baisse sensible de la consommation de bois, associée à un renouvellement progressif des équipements utilisés. L'évolution des émissions suit d'assez près celle des conditions climatiques, traduisant ainsi le lien entre les émissions et la consommation d'énergie. Il n'est pas attendu d'évolution significative au cours des prochaines années ([IFEN](#), 2008).

La Commission européenne a adopté la directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant, directive fille de la directive-cadre 96/62/CE sur l'évaluation et la gestion de l'air ambiant. Cette directive européenne vise à prendre en considération les concentrations de HAP dans l'environnement, et fixe pour le benzo[a]pyrène une valeur limite en moyenne annuelle de  $1 \text{ ng/m}^3$  et un objectif à long terme de  $0,1 \text{ ng/m}^3$ . Il n'y a pas de réglementation pour les émissions d'HAP dans le cas des incinérateurs d'ordures ménagères.

L'Union européenne renforce les limites d'émissions polluantes applicables aux véhicules routiers légers, notamment en ce qui concerne les émissions de particules et d'oxydes d'azote. Il s'agit des normes Euro 5 et Euro 6 en vue de limiter la pollution causée par les véhicules routiers. Il existe ainsi des limites d'émissions pour chaque catégorie d'émissions polluantes et pour différents types de véhicules, reprises dans l'annexe I du règlement (règlement CE n°715/2007).

Une attention croissante est également portée à la qualité de l'air intérieur, avec en particulier la création par les pouvoirs publics, en 2001, de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur ([OQAI](#)), piloté par le [CSTB](#). Le deuxième plan national santé environnement (2009-14) confirme la priorité de disposer de valeurs repères qui permettent de positionner les niveaux observés par rapport à des critères sanitaires.

En 2005, la Commission Européenne a proposé une valeur guide pour le naphtalène égale à  $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . Les conclusions de l'expertise collective de l'[Afsset](#) en 2009 indiquent qu'aucune valeur guide de qualité d'air intérieur (VGAI) à court terme et intermédiaire ne peut être proposée en l'absence de valeur guide et de valeur toxicologique de référence (VTR). Seule une valeur guide pour des expositions chroniques au naphtalène associées à des effets non cancérogènes est proposée, soit une VGAI long terme de  $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  pour une exposition supérieure à un an. Il a été considéré que les effets cancérogènes n'étaient pas suffisamment établis chez l'Homme pour les prendre en considération dans la proposition d'une VGAI ([Afsset](#), 2009).

Sources rédactionnelles : Anses, CIRC, CSTB, [DARES](#), [DRIRE](#), [EFSA](#), IFEN, [INCa](#), [INERIS](#), [INRS](#), [InVS](#), [Inserm](#), OQAI, OFSP

**Auteur :** [Unité Cancer et Environnement](#).

**Relecture :** Dr Barbara Charbotel, Médecin épidémiologiste en santé au travail, Lyon.

## Nos fiches sur ce thème

- [Classification des HAP](#)
- [Naphtalène](#)
- [Particules diesel et pollution atmosphérique](#)
- [Suie et carbone suie](#)
- [Tabac](#)
- [Cancer du poumon](#)
- [Cancer de la vessie](#)
- [Classification des substances cancérogènes par le Centre International de Recherche sur le Cancer](#)
- [Polluants Organiques Persistants \(POP\)](#)
- [Article traduit en français : Revue des cancérogènes pour l'Homme – F : Agents chimiques et risques](#)

## Pour aller plus loin

## Etudes et publications scientifiques

- ORS, 2009 : Pollution atmosphérique de proximité liée au trafic : expositions et effets sanitaires
- DARES, 2005 : Huit produits cancérigènes parmi les plus fréquents, Enquête Sumer
- IARC, 2010 : Pollution, Part 1, Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and [...]
- CIRC, 2005 : Carcinogenicity of polycyclic aromatic hydrocarbons
- Xue W et al. 2005 : Metabolic activation of polycyclic and heterocyclic aromatic hydrocarbons [...]
- Zmirou D et al. 2000 : Personal exposure to atmospheric PAH in a general adult population and [...]
- INRS, 2009 : de l'étude EXPORISQ-HAP : cartographie de l'exposition professionnelle aux [...]
- OMS, 1998 : Polynuclear aromatic hydrocarbons. Guidelines for drinking water quality, 2nd ed. Addend

## Rapports et textes officiels

### Informations des publics

- Code Européen contre le Cancer: Encadré 4 Hydrocarbures aromatiques polycycliques
- Environnement risques et santé, 2007 : Adduits à l'ADN liés aux hydrocarbures aromatiques [...]
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Cuisson d'aliments dans des bains de friture
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Fabrication de panneaux de bois
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Fabrication de peintures
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Fabrication de produits béton
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Faïencerie
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Pose de revêtements routiers
- INRS, 2015 : Fiche d'aide au repérage - Soudage / brasage des métaux
- Office fédéral de la santé publique suisse, 2008 : Dossier HAP
- INRS, 2017 : Dossier Agir sur le risque chimique en entreprise
- INRS, 2013: Travailler avec des produits chimiques, pensez prévention des risques
- INRS, 2009 : Fiche Biotox : Surveillance biologique de l'exposition aux HAP, dosage 1-Hydroxypyrene
- INRS, 2009 : Ouvrage collectif sous la direction de Michel Héry, Cancers de la vessie [...]

### Dossiers et autres ressources

- Afsset, 2008 : Fiches CMR : site Substitution CMR
- CMR, 2008 : Réglementation et suivi médical : présentation par B. Stadler et F Jacquet
- INRS, 2007 : Techniques de prélèvement et d'analyse des HAP dans les locaux de travail
- INRS, Fiche toxicologique sur le benzo[a]pyrène
- Site des monographies du CIRC
- Tarantini A., 2009 : Modulation de la génotoxicité des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
- Techno sciences. Présentation du pétrole

 Mise à jour le 3 sept. 2018