



Octobre 2020

## Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Chaque fois qu'une matière organique est brûlée, par exemple en fumant une cigarette, en roulant en voiture ou en faisant une grillade, des hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP sont produits. Les HAP proviennent également du raffinage du pétrole, dont ils constituent un sous-produit indésirable qui se retrouve ensuite dans l'environnement. Certains HAP étant cancérogènes, plusieurs lois imposent de réduire leur présence dans la mesure de ce qui est techniquement possible. Les inévitables doses résiduelles ne constituent cependant pas un risque pour la santé.

### Des molécules à plusieurs cycles

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont composés, comme leur nom l'indique, d'au moins deux cycles (ou encore anneaux) de benzène accolés (figure 1). Le benzène est lui-même constitué de 6 atomes de carbone formant un cycle.

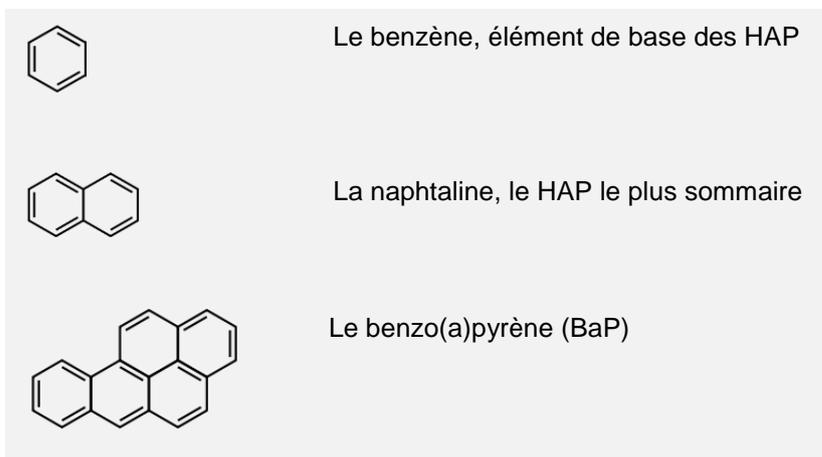


Figure 1 Structures chimiques du benzène et de certains hydrocarbures aromatiques polycycliques.

### Toxiques pour l'homme et l'animal

La structure moléculaire de certains types de HAP les amène à être transformés dans l'organisme en composés extrêmement toxiques, appelés époxydes. Les époxydes réagissent très facilement avec l'ADN, ce qui peut entraîner des mutations génétiques menant parfois au cancer. Certains HAP peuvent également affecter la reproduction ou le développement fœtal. Ces effets néfastes ont été démontrés chez des animaux, mais le risque existe également pour l'homme. Le benzo(a)pyrène est particulièrement toxique, puisque ses effets

cancérogènes sont prouvés pour l'homme et qu'on le considère aussi comme mutagène, tératogène et toxique pour le développement.

### **Issus de la combustion**

Les HAP proviennent de la combustion incomplète de matières organiques (charbon, mazout, carburants, bois, tabac, etc.). Ils se retrouvent dans l'air ambiant liés aux particules de suie. La très grande majorité des HAP présents dans l'air provient justement de ces processus de combustion. Cependant, comme on intègre des suies dans les produits en caoutchouc afin d'en améliorer l'élasticité et les propriétés d'amortissement, on trouve aussi des HAP dans les poignées en caoutchouc de certains outils ou encore dans les gaines de fils électriques. On les retrouve aussi en quantité non négligeable dans les aliments qui ont subi une étape de combustion : produits céréaliers ou huiles végétales traités, viandes et poissons fumés ou grillés.

Les HAP comptent parmi les composants naturels du charbon et du pétrole, si bien que le processus de raffinage aboutit à leur enrichissement dans le bitume. Les produits traités par bitume ou par goudron, comme par exemple l'asphalte, les plaques bitumées, les colorants organiques contiennent donc beaucoup de HAP. Par ailleurs, dans les années 60, les parquets étaient encore fixés au sol avec des colles contenant du goudron, et, jusque dans les années 90, poteaux et traverses de chemin de fer étaient enduits d'huile de goudron pour les protéger des intempéries. Mais les HAP d'origine fossile sont également contenus dans ce que l'on appelle les huiles de dilution, qui sont mélangées aux caoutchoucs utilisés par exemple, dans la fabrication des pneus afin d'en améliorer les performances.

### **Trois voies de pénétration dans l'organisme et sources d'exposition**

Les HAP sont relativement peu volatiles et peu solubles dans l'eau. Ils ne s'évaporent donc pas aisément des matériaux qui les contiennent, mais parviennent le plus souvent dans l'environnement, liés aux particules issues de l'usure de ces matériaux. L'homme peut les assimiler par trois voies : par voie orale, en ingérant des aliments qui contiennent des HAP ; par voie respiratoire, en respirant des poussières qui en contiennent, par voie cutanée, en touchant des matériaux qui en contiennent.

La principale source de HAP est alimentaire (figure 2), en particulier les viandes et poissons fumés ou grillés sur le feu, les huiles et graisses végétales, ainsi que le thé et le café. Dans les pays de l'UE, ce sont les produits de la pêche et les produits céréaliers qui contribuent le plus à l'absorption quotidienne de HAP. En ce qui concerne les céréales, elles tiennent le haut du pavé, car bien que leur teneur en HAP soit modérée, elles sont consommées en grandes quantités. Une personne ayant une alimentation équilibrée ingère en moyenne 235 ng par jour de benzo(a)pyrène, mais ce chiffre peut doubler chez une personne consommant des quantités particulièrement élevées de céréales et de poisson. En revanche, l'absorption de benzo(a)pyrène par le biais de l'eau est insignifiante, puisqu'elle se situe à environ 2 ng par jour (EFSA, 2008).

Les HAP que l'on respire proviennent principalement de la fumée du tabac (figure 2). Une personne fumant 20 cigarettes/jour absorbe en moyenne 105 ng/jour de benzo(a)pyrène et un fumeur passif 40 ng/jour considérant une exposition de 5 heures (EFSA, 2008). Les poêles ayant un mauvais tirage peuvent aussi augmenter le taux de HAP d'une pièce. Les gaines de câbles et la colle des vieux parquets peuvent dégager de faibles quantités de HAP.

A l'extérieur, les HAP proviennent essentiellement des gaz d'échappement (principalement les diesels) et, dans une moindre mesure, des chauffages et de l'abrasion des pneus. De même, les granulés des gazons synthétiques, fabriqués à partir de pneus usagés, dégagent de très faibles quantités de HAP sur les terrains de sport (voir [Fiche d'information sur les gazons synthétiques](#)). Les doses absorbées à l'extérieur se montent à une vingtaine de ng/jour de

benzo(a)pyrène, ce qui reste relativement peu comparé aux autres sources de HAP (EFSA, 2008).

Enfin, la peau peut absorber des HAP, que ce soit par contact avec des produits contenant des poussières de HAP, du bois créosoté ou par le biais de chaussures en caoutchouc ou d'outils dotés d'un manche gainé. Les taux de HAP absorbés par voie cutanée ne sont pas encore chiffrés mais sont considérés faibles comparés à l'exposition orale.

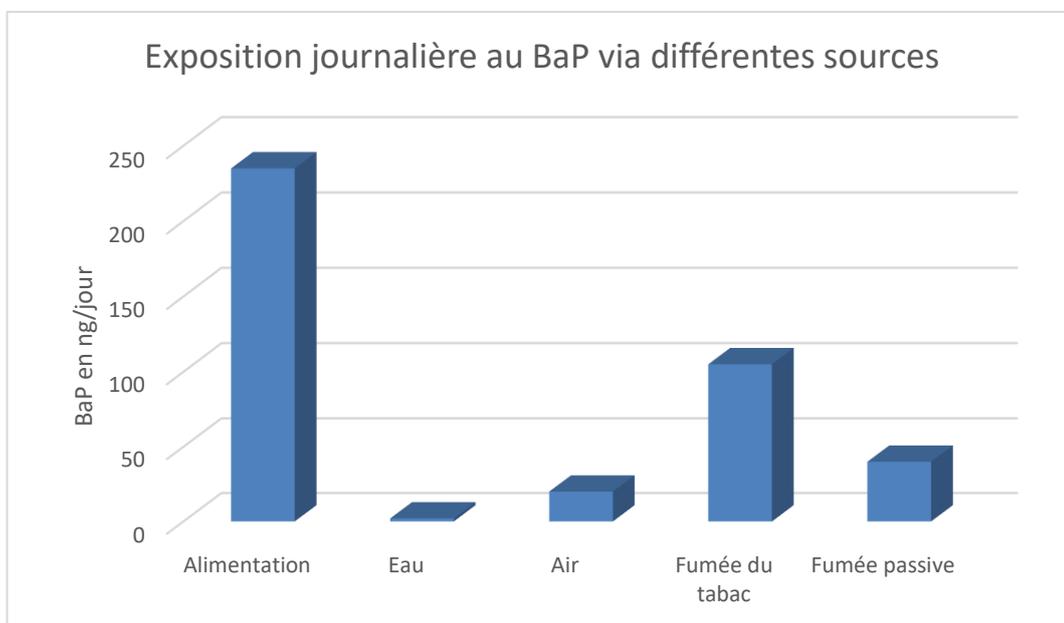


Figure 2 Quantités moyennes de benzo(a)pyrène absorbées chaque jour à partir de différentes sources (EFSA 2008).

### Détection et classification

Les HAP se retrouvent dans l'environnement sous forme de mélanges complexes, constitués de plus d'une centaine de composés différents. Du fait de cette grande diversité, seuls certains HAP peuvent être identifiés par les analyses. Dans les années 80, l'EPA, l'agence de protection de l'environnement américaine, a classé seize HAP dans la liste des polluants prioritaires. Cette liste fait partie du « Clean Water Act » visant à réguler les polluants rejetés par les industries dans les eaux nationales et définissant les standards de qualité des eaux de surface ([priority pollutants](#), voir tableau 1).

On procède généralement uniquement à l'analyse des seize HAP listés par l'EPA ou des huit HAP réglementés en Europe et en Suisse. Les analyses se limitent parfois au seul benzo(a)pyrène (BaP), puisqu'il se trouve toujours en proportion relativement constante, environ 10 %, dans les mélanges contenant des HAP. On peut alors déduire la concentration en HAP de tout le mélange à partir de celle du benzo(a)pyrène. Par contre, selon l'EFSA, le benzo(a)pyrène seul n'est pas un bon indicateur de la charge en HAP cancérigènes de l'alimentation. La mesure la plus fiable est la quantification conjointe de quatre ou huit HAP. D'autres catégories de HAP peuvent également faire l'objet d'analyses, selon la question étudiée.

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classifié seize HAP en tant que substances cancérigènes, probablement cancérigènes ou possiblement cancérigènes pour l'homme (CIRC, 2010 ; tableau 1). D'autres HAP sont suspectés d'être potentiellement mutagènes ou cancérigènes, mais ils ne remplissent pas complètement les critères de cancérigénicité pour l'homme.

L'Autorité européenne de sécurité alimentaire (EFSA) considère huit HAP cancérigènes pour l'homme lorsqu'ils sont présents dans les denrées alimentaires (EFSA, 2008 ; tableau 1).

On trouve actuellement huit HAP classifiés cancérigènes 1B et un HAP classifié cancérigène 2 dans l'annexe VI du règlement européen CLP (règlement (CE) Nr. 1272/2008 ; tableau 1). Par conséquent, conformément à l'annexe XVII du règlement REACH (règlement (CE) Nr. 1907/2006), les substances et préparations contenant ces substances doivent être signalées comme cancérigènes. Dans le cas où la concentration de ces HAP dépasse une limite déterminée, les objets et les préparations ne peuvent pas être vendus au grand public (voir la section suivante pour les différentes réglementations en vigueur en Suisse et les valeurs limites et directrices correspondantes).

Tableau 1 Les principaux HAP, classés selon différents critères.

HAP	Numéro CAS	Cancérigène pour l'homme (d'après le CIRC, 2016)	Polluants prioritaires pour l'US EPA	PAH8, Indicateurs de présence de HAP cancérigènes dans l'alimentation (EFSA, 2008)	Classification harmonisée selon l'annexe VI du règlement (CE) No 1272/2008	Cancérigénicité selon C&L inventory database (self-classification) de l'ECHA
Benzo(a)pyrène	50-32-8	1	X	X	X (Carc.1B)	
Dibenzo(a,h)anthracène	53-70-3	2A	X	X	X (Carc.1B)	
Benz(a)anthracène	56-55-3	2B	X	X	X (Carc.1B)	
Benzo(b)fluoranthène	205-99-2	2B	X	X	X (Carc.1B)	
Benzo(j)fluoranthène	205-82-3	2B			X (Carc.1B)	
Benzo(k)fluoranthène	207-08-9	2B	X	X	X (Carc.1B)	
Benzo(e)pyrène	192-97-2	3			X (Carc.1B)	
Chrysène	218-01-9	2B	X	X	X (Carc.1B)	
Indéno(1,2,3,cd)pyrène	193-39-5	2B	X	X		Carc. 2
Benzo(ghi)pérylène	191-24-2	3	X	X		Non cancérigène
Cyclopenta(c,d)pyrène	27208-37-3	2A				Non listé
Dibenzo(a,l)pyrène	191-30-0	2A				Carc. 1B
Dibenzo(a,i)pyrène	189-55-9	2B				Carc. 2 (23 notifiants) ou Carc.1B (4), ou non classifié (3)
5-méthylchrysène	3697-24-3	2B				Carc. 2 (23 notifiants) ou Carc.1B (7), ou non classifié (3)
Dibenzo(a,h)pyrène	189-64-0	2B				Carc.1B (11 notifiants) ou carc. 2 (1) ou non classifié (3)
Naphtaline	91-20-3	2B	X		X (Carc. 2)	
Benz(j)aceanthrylène	202-33-5	2B				Non listé
Benzo(c)phenanthrène	195-19-7	2B				Non cancérigène (26 notifiants) ou Carc.2 (7)
Anthracène	120-12-7	3	X			Non cancérigène (373 notifiants), Carc.2 (1)
Acénaphthène	83-32-9	3	X			Non cancérigène
Fluoranthène	206-44-0	3	X			Non cancérigène
Fluorène	86-73-7	3	X			Non cancérigène
Phénanthrène	85-01-8	3	X			Non cancérigène (442 notifiants), Carc.2 (2)
Pyrène	129-00-0	3	X			Non cancérigène
Acénaphthylène	208-96-8	-	X			Non cancérigène

Classification du CIRC :

- Groupe 1 : La substance est cancérigène
- Groupe 2A : La substance est probablement cancérigène
- Groupe 2B : La substance est possiblement cancérigène
- Groupe 3 : Inclassable quant à la cancérigénicité pour l'homme (possible mais insuffisamment étudiée)

Classification de l'ECHA et de la Suisse (selon CLP):

- Carc : 1A : Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est avéré.
- Carc. 1B : Substances dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé.
- Carc. 2 : Substances suspectées d'être cancérigènes pour l'homme.

## Un cadre législatif suisse rigoureux

Du fait de la toxicité des HAP, plusieurs ordonnances fédérales visent à limiter l'exposition à ces substances ainsi que leur propagation. Il s'agit notamment de :

- **L'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim ; 814.81)**
  - Annexe 2.9, Chapitre 2 Interdictions, alinéa d et e, interdit la mise sur le marché et l'emploi d'huiles de dilution pour la fabrication de pneumatiques ou de pièces de pneumatiques, si ces huiles contiennent: plus de 1 mg de benzo[a]pyrène par kg, ou plus de 10 mg des HAP suivants, au total, par kg:
    - benzo[a]pyrène (n° CAS 50-32-8),
    - benzo[e]pyrène (n° CAS 192-97-2),
    - benzo[a]anthracène (n° CAS 56-55-3),
    - chrysène (n° CAS 218-01-9),
    - benzo[b]fluoranthène (n° CAS 205-99-2),
    - benzo[j]fluoranthène (n° CAS 205-82-3),
    - benzo[k]fluoranthène (n° CAS 207-08-9),
    - dibenzo[a,h]anthracène (n° CAS 53-70-3).
  - Annexe 2.9, Chapitre 2 Interdictions, alinéa e<sup>bis</sup> interdit la mise sur le marché d'objets constitués entièrement ou en partie de matières plastiques contenant plus de 1 mg d'un des HAP listé par kg de matière plastique: si ces objets sont destinés à un large public, et si une pièce contenant des HAP entre en contact direct et prolongé ou en contact direct, bref et répété avec la peau humaine ou la cavité buccale, dans des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'utilisation. Sont concernés en particulier:
    - les équipements de sport tels que les bicyclettes, clubs de golf et raquettes,
    - les ustensiles ménagers, les chariots et les déambulateurs,
    - les outils à usage domestique,
    - les vêtements, les chaussures, les gants et les vêtements de sport ainsi que,
    - les bracelets de montres, les bracelets, les masques et les serre-tête;
  - L'ORRChim fixe également les valeurs indicatives et limite les HAP ou le benzo(a)pyrène dans les produits pour la conservation du bois, le compost et les digestats et les préparations contenant du goudron.
- **L'ordonnance du DFI sur la sécurité des jouets (OSJo, 817.023.11)** fixe une limite pour les HAP dans les jouets à 0,5mg/kg.
- **L'ordonnance du DFI sur l'eau potable et l'eau des installations de baignade et de douche accessibles au public (OPB ; RS 817.022.11)** qui prescrit dans le cas de l'eau potable une valeur maximale de 0,01 µg/l pour le benzo(a)pyrène et de 0,1 µg/l pour la somme de benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]perylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène.
- L'annexe 6 de **l'ordonnance du DFI sur les teneurs maximales en contaminants (ordonnance sur les contaminants, OCont ; RS 817.022.15)** qui fixe les teneurs maximales de benzo(a)pyrène et de la somme de benzo(a)pyrène, benz(a)anthracène, benzo(b)fluoranthène et chrysène dans différentes denrées alimentaires.
- **L'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux ; 814.201)** fixe la teneur en HAP des eaux souterraines destinées à la consommation.

- **L'ordonnance sur la protection de l'air (OPair ; 814.318.142.1)** fixe les limites d'émission des substances cancérogènes de catégorie 1, comme le benzo(a)pyrène.
- **L'ordonnance sur les atteintes portées aux sols (OSol ; 814.12)** fixe les valeurs indicatives, les seuils d'investigation et les valeurs d'assainissement pour les HAP et le benzo(a)pyrène des sols, des surfaces agricoles, des jardins et des places de jeu.

## Conclusion

Notre cadre législatif permet de limiter efficacement les concentrations de HAP présents dans l'environnement, dans l'alimentation et dans certains produits de consommation de sorte que les risques soient négligeables pour les utilisateurs et les consommateurs.

Pour les personnes aux habitudes alimentaires standard, il existe une grande marge (MoE, *margin of exposure*) entre les doses de HAP ingérées et celles provoquant un cancer sur l'animal de laboratoire. Les HAP alimentaires ne représentent donc pas de risque sanitaire dans le cadre d'une consommation normale. Par contre, cette marge devient critique chez les personnes consommant des quantités extrêmement importantes d'aliments fumés ou grillés. Quant à la teneur en HAP de l'eau potable, elle est insignifiante et ne présente aucun danger.

C'est avant tout la fumée du tabac puis les gaz d'échappement qui augmentent de manière significative les valeurs de HAP dans l'air. Il existe un lien épidémiologique établi entre ces sources et l'incidence de certains cancers. Par contre, l'exposition aux HAP est insignifiante par le biais de l'abrasion des pneus, des câbles en caoutchouc ou des anciennes colles à parquets. Ils ne présentent donc pas un risque pour la santé.

## La prévention, le choix de chacun

Il est fort peu probable que l'exposition de fond inévitable aux HAP présents dans l'environnement et dans notre alimentation constitue un risque pour la santé. Chaque individu devrait agir en conséquence et éviter au maximum de s'exposer à ces composés toxiques afin de prévenir une accumulation.

## Liens vers des informations supplémentaires

OFSP, 2016 : Fiche d'information sur les gazons synthétiques

<http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/03458/index.html?lang=fr>

CIRC, 2010

[Air Pollution, Part 1, Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Industrial Exposures](#)

BfR, 2010

[Krebserzeugende polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe \(PAK\) in Verbraucherprodukten sollen EU-weit reguliert werden – Risikobewertung des BfR im Rahmen eines Beschränkungsvorschlages unter REACH](#)

EFSA, 2008

[Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food \[1\] - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain](#)

## Pour toute question complémentaire

Office fédéral de la santé publique, unité de direction Protection des consommateurs, division Produits chimiques, [bag-chem@bag.admin.ch](mailto:bag-chem@bag.admin.ch)