Agence canadienne d'inspection des aliments
Canadian Food Inspection Agency

# Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans certains aliments – 1er avril 2020 au 31 mars 2022

## Chimie alimentaire – Études ciblées – Rapport final



Canada

Also available in English under the title:
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in selected foods – April 1, 2020, to March 31, 2022

Publié par l’Agence canadienne d’inspection des aliments (ACIA)
1400, chemin Merivale
Ottawa (Ontario) K1A 0Y9
inspection.canada.ca

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par la ministre de la Santé, 2026.

Date de publication : Octobre 2026

Nº de catalogue : A104-398/1-2026F-PDF
ISBN : 978-0-662-41477-3

Ce document est disponible en médias substituts sur demande.

# Résumé

Les études ciblées fournissent des renseignements sur les dangers alimentaires potentiels et contribuent à améliorer les programmes de surveillance régulière de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Ces études permettent de recueillir des données sur la sécurité de l'approvisionnement alimentaire, de cerner les nouveaux risques éventuels ainsi que de fournir de nouveaux renseignements et de nouvelles données sur les catégories alimentaires, là où ils pourraient être limités ou inexistants. L'ACIA se sert souvent des études ciblées pour orienter ses activités de surveillance vers les domaines où le risque est le plus élevé. Les études peuvent aussi aider à identifier de nouvelles tendances et fournissent des renseignements sur la façon dont l'industrie se conforme à la réglementation canadienne.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont des produits de la combustion incomplète de matériaux comme le charbon, le pétrole, le gaz, le bois et la viande grillées au charbon de bois. Ces produits sont un polluant atmosphérique commun qui contamine fréquemment les cultures. Les HAP peuvent également se former dans les aliments pendant le traitement thermique. Cette étude visait à analyser 16 HAP, y compris les 4 HAP présents dans les aliments considérés comme étant les plus toxiques. Ces 4 HAP sont le benzo(a)pyrène, qui a été classé comme « cancérogène pour les humains » par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), le benz(a)anthracène, le benzo(b)fluoranthène et le chrysène, qui ont été classés comme « possiblement cancérogènes pour les humains » par le CIRC[1].

La présente étude ciblée a généré des données de surveillance de base sur la présence des 16 HAP dans les produits canadiens et importés qui sont susceptibles de contenir ces composés et vendus sur le marché canadien. L'ACIA a prélevé des échantillons et analysé 444 produits, dont 150 noix, graines et beurres de noix ou de graines, 146 produits de boulangerie-pâtisserie (croustillants et à pâte molle), 50 produits de viande ou de volaille fumée, 49 produits de poisson fumé et 49 fromages fumés. Au moins un HAP a été détecté dans 99 % des échantillons analysés, et au moins un des 4 HAP les plus toxiques a été détecté dans 35 % des échantillons. Les produits de boulangerie-pâtisserie affichaient la concentration moyenne la plus faible de tous les HAP contrairement au fromage fumé, qui avait la concentration moyenne la plus élevée. Le poisson fumé présentait la concentration moyenne la plus faible des 4 HAP les plus toxiques, et la catégorie noix, graines et beurres de noix et graines, la concentration moyenne la plus élevée.

Il n'existe pas de réglementation au Canada concernant les concentrations d'HAP dans les aliments, sauf pour les huiles de grignons d'olive[2], qui n'ont pas été examinées dans le cadre de la présente étude. Santé Canada a déterminé que les concentrations d'HAP mesurées dans les produits analysés au cours de la présente étude ne représentaient pas de risques pour la santé de la population canadienne.

## Ce que consistent les études ciblées

L'ACIA utilise des études ciblées pour concentrer ses activités de surveillance dans les domaines où le risque est le plus élevé. Grâce aux données obtenues de ces études, l'agence peut établir des priorités parmi ses activités afin de cibler les produits alimentaires les plus préoccupants. À l'origine, les études ciblées étaient menées dans le cadre du Plan d'action pour assurer la sécurité des produits alimentaires (PAASPA), mais depuis 2013 elles sont intégrées aux activités de surveillance régulières de l'ACIA. Les études ciblées constituent un outil précieux pour obtenir de l'information sur certains dangers posés par les aliments, cerner ou caractériser les dangers nouveaux ou émergents, recueillir l'information nécessaire à l'analyse des tendances, susciter ou peaufiner les évaluations des risques pour la santé, mettre en évidence d'éventuels problèmes de contamination ainsi qu'évaluer et promouvoir la conformité avec les règlements canadiens.

La salubrité des aliments est une responsabilité commune. L'ACIA collabore avec les paliers d'administration fédérale, provinciale, territoriale et municipale et exerce une surveillance de la conformité aux règlements visant l'industrie alimentaire pour favoriser une manipulation sûre des aliments à l'échelle de la chaîne de production alimentaire. L'industrie alimentaire et le secteur de la vente au détail au Canada sont responsables des aliments qu'ils produisent et vendent, tandis que les consommateurs sont individuellement responsables de la manipulation sécuritaire des aliments qu'ils ont en leur possession.

## Pourquoi cette étude a été menée

Les HAP sont des sous-produits naturels et non désirés de la combustion incomplète de matières comme le charbon, le pétrole, le gaz et le bois[1]. Ce sont des polluants atmosphériques courants qui contaminent souvent les cultures. Les HAP peuvent également se former dans les aliments pendant le traitement thermique, en particulier le grillage au charbon, le grillage, le fumage ou le rôtissage des aliments[1,2]. Par conséquent, ils peuvent se former dans les aliments pendant la transformation à haute température, ou contaminer les aliments par l'entremise de la pollution industrielle de l'air, du sol et de l'eau.

Les HAP comprennent un large éventail de produits chimiques dont les niveaux de cancérogénicité varient selon la classification du CIRC; dans le cadre de la présente étude, les concentrations de 16 HAP ont été analysées. Ces 16 HAP sont les suivants : acénaphtène (Ane), acénaphthylène (Anl), anthracène (Ant), benz(a)anthracène (BaA), benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (Bbf), benzo(g,h,i)pérylène (BghiP), benzo(k)fluoranthène (BkF), chrysène (Chr), dibenz(a,h)anthracène (DahA), fluoranthène (Flt), fluorène (Flu), indéno(1,2,3-cd)pyrène (InP), naphtalène (Nap), phénanthrène (Phen) et pyrène (Pyr); bon nombre d'eux ont été classés comme cancérogènes, probablement cancérogènes ou possiblement cancérogènes pour les humains par le CIRC[1]. Le présent rapport présente la somme des concentrations des 16 HAP analysés (ici désignés « HAP16 totaux ») ainsi que le potentiel toxique relatif de la somme des 4 HAP les plus toxiques présents dans les aliments (BaA, BaP, BFf et Chr; ici désignés « HAP4 toxiques »).

Santé Canada n'a pas encore établi de limites maximales (LM) pour les concentrations d'HAP dans les aliments, sauf pour les huiles de grignons d'olive[2], qui n'ont pas été examinées dans le cadre de la présente étude. L'étude a été menée en consultation avec Santé Canada en vue de produire des données de surveillance de base venant compléter et approfondir les données déjà recueillies.

# Ce qui a été échantillonné

Au total, 444 produits alimentaires canadiens et importés ont été échantillonnés entre le 1er avril 2020 et le 31 mars 2022, dont 150 noix, graines et beurres de noix ou de graines, 146 produits de boulangerie-pâtisserie (biscuits, craquelins, pains plats, croûtons et pains mous ou plats), 50 produits de viande ou de volaille fumée, 49 produits de poisson fumé et 49 fromages fumés. Des échantillons ont été prélevés dans des points de vente au détail locaux et régionaux situés dans 8 grandes villes du Canada, représentant 4 régions géographiques :

- Atlantique (Halifax et Moncton)
- Ontario (Ottawa et Toronto)
- Québec (Montréal)
- Ouest (Calgary, Vancouver, Victoria et Winnipeg)

Le nombre d'échantillons prélevés dans chaque ville était proportionnel à la population relative de la région. Les échantillons de produits importés provenaient d'au moins 28 pays.

**Tableau 1. Distribution des échantillons par type de produit et par origine**

| Type de produit | Nombre d'échantillons de produits canadiens | Nombre d'échantillons de produits importés | Nombre d'échantillons de produits d'origine non précisée[a] | Nombre total d'échantillons |
|---|---|---|---|---|
| Produits de boulangerie-pâtisserie | 52 | 47 | 47 | 146 |
| Fromage - fumé | 33 | 12 | 4 | 49 |
| Poisson - fumé | 21 | 21 | 7 | 49 |
| Viande - fumée | 41 | 3 | 6 | 50 |
| Noix, graines et beurres de noix ou graines | 60 | 64 | 26 | 150 |
| **Total** | **207** | **147** | **90** | **444** |

**Note du tableau:**

[a] Une origine non spécifiée fait référence aux échantillons dont le pays d'origine ne pouvait pas être déterminé à partir de l'étiquette du produit ou des renseignements disponibles.

# Comment les échantillons ont été analysés et évalués

Les échantillons ont été analysés par des laboratoires d'analyse d'aliments accrédités ISO 17025 dans le cadre d'un contrat conclu avec le gouvernement du Canada. Les échantillons ont été analysés tels que vendus, ce qui signifie que le produit a été analysé tel quel et non préparé selon les consignes sur l'emballage.

La liste des composés déclarée dans le cadre de cette étude figure au tableau A-1 de l'annexe du présent rapport. Pour tous les échantillons, les concentrations sont indiquées en parties par milliard (ppb) du poids total (aussi appelé poids humide). Les concentrations d'HAP16 totaux ont été déterminées par addition des concentrations de tous les analytes détectés dans chaque échantillon. Le tableau A-2 de l'annexe du rapport présente une répartition de la fréquence de chaque HAP détecté dans le cadre de l'étude.

Les 4 HAP les plus toxiques (BaA, BaP, Bbf et Chr) sont également consignés sous forme d'équivalence toxique (TEQ) calculée. Cette valeur est calculée en multipliant la concentration de chacun de ces HAP détectés dans un échantillon (en ppb) par son facteur d'équivalence toxique (TEF) respectif proposé par Nisbut et LaGoy[3]. Les TEF utilisés dans le cadre de la présente étude sont présentés dans le tableau A-1 de l'annexe. Une valeur de 0 ppb est attribuée aux HAP non détectés ou dont la concentration était inférieure à la limite de détection de la méthode analytique. Les TEQ calculées pour chacun des 4 HAP ont été additionnées afin d'obtenir la valeur pour les HAP4 toxiques, exprimée en « ppb TEQ », qui représente une estimation de la toxicité relative totale de ces 4 HAP les plus toxiques détectés dans l'échantillon.

Santé Canada a établi une LM de 3 ppb TEQ pour les HAP dans les huiles de grignons d'olive (type d'huile distinct des autres huiles d'olive, comme l'huile d'olive vierge)[2], qui n'ont pas été évaluées dans le cadre de la présente étude. En l'absence de normes ou de limites de tolérance établies pour les HAP dans les aliments, Santé Canada peut évaluer, au cas par cas, les concentrations élevées de ces composés dans certains aliments à l'aide des données scientifiques les plus récentes disponibles.

# Résultats de l'étude

Au total, 444 produits alimentaires canadiens et importés ont été analysés dans le cadre de la présente étude. De ces échantillons, 439 (99 %) contenaient des concentrations mesurables d'au moins un HAP, ce qui a permis de déterminer une valeur pour les HAP16 totaux. De plus, 155 échantillons (35 %) contenaient une concentration mesurable d'un HAP toxique, qui permettait donc d'obtenir une valeur pour les HAP4 toxiques. La concentration des HAP16 totaux variait entre 0,283 et 737 ppb, et celle des HAP4 toxiques variait entre 0,0003 et 51,0 ppb d'équivalent toxique (TEQ).

La fréquence de détection la plus élevée des HAP16 totaux (100 %) a été observée dans le fromage fumé, le poisson fumé et les produits de boulangerie-pâtisserie. Les noix, les graines et les beurres de noix ou de graines avaient la fréquence de détection la plus faible des HAP16 totaux (97 %). Le fromage fumé présentait la concentration moyenne la plus élevée (115 ppb) des HAP16 totaux, et les produits de boulangerie-pâtisserie, celle la plus faible (9,06 ppb).

La plus grande fréquence de détection des HAP4 toxiques était associée au poisson fumé (63 %), et celle la plus faible, au fromage fumé (27 %). Les noix, les graines et les beurres de noix ou de graines présentaient la concentration moyenne la plus élevée (1,41 ppb TEQ) des HAP4 toxiques, et le poisson fumé, celle la plus faible (0,218 ppb TEQ).

La concentration la plus élevée des HAP16 totaux (737 ppb) et des HAP4 toxiques (51,0 ppb TEQ) a été détectée dans un échantillon de tahini provenant du Canada. Dans cet échantillon, la concentration de tous les 16 HAP analysés était mesurable, et cette concentration était beaucoup plus élevée que celle d'autres tahinis et produits de noix ou de graines examinés dans le cadre de l'étude, ce qui laisse croire que ces concentrations ne sont peut-être pas typiques des échantillons de tahini. La deuxième concentration la plus élevée des HAP16 totaux était semblable (715 ppb), et a été mesurée dans un échantillon de hareng fumé. En revanche, la deuxième concentration la plus élevée des HAP4 toxiques était considérablement plus faible (9,50 ppb TEQ) et a été mesurée dans un échantillon de biscuit sans gluten.

En général, les échantillons de la présente étude ayant un grand nombre d'HAP mesurables présentaient généralement une concentration moyenne élevée des HAP16 totaux. Ils ont également

affiché une fréquence de détection et une concentration moyenne élevées des HAP4 toxiques, comme il est indiqué dans l'annexe, au tableau A-3, à la figure A-1, au tableau A-4 et à la figure A-2. On s'attendait à cette tendance, car la transformation à haute température augmente à la fois la vitesse de formation et la diversité des HAP. Les HAP4 toxiques, en particulier, se forment généralement à des températures plus élevées que les autres HAP. Par conséquent, il est plus probable que les produits exposés à une chaleur intense présentent une concentration élevée d'HAP[13],[14].

Lorsque des aliments sont fumés délibérément, les fabricants peuvent contrôler soigneusement les conditions de transformation, comme la température, la source de fumée, la concentration d'oxygène et le type d'équipement, pour obtenir une saveur fumée tout en réduisant au minimum la formation de HAP4 toxiques[1],[3],[14]. En revanche, d'autres aliments traités à la chaleur, comme les produits de boulangerie-pâtisserie croustillants et les noix et graines rôties ou grillées analysés dans le cadre de la présente étude, peuvent former des HAP pendant la cuisson, le séchage et la friture. Comme ces procédés sont généralement moins bien contrôlés que le fumage, certains de ces produits peuvent contenir des concentrations d'HAP4 comparables à celles que l'on trouve dans les aliments fumés.

En plus du traitement thermique et du fumage, les aliments peuvent également être contaminés par des sources environnementales, comme l'eau, le sol et l'air, qui peuvent entrer en contact avec des ingrédients, le produit final ou l'équipement de transformation. Ce type de contamination peut expliquer les exceptions à la tendance générale.

**Tableau 2. Résumé des résultats de l'étude ciblée sur les HAP présents dans certains produits**

| Type de produit | Nombre total d'échantillons | Nombre d'échantillons (%) ayant une concentration mesurable d'HAP4 toxiques | Valeur moyenne[b] des HAP4 toxiques (plage[c]) en ppb TEQ | Nombre d'échantillons (%) ayant une concentration mesurable des HAP16 totaux | Valeur moyenne[b] des HAP16 totaux (plage[c]) en ppb |
|---|---|---|---|---|---|
| Produits de boulangerie-pâtisserie | 146 | 42 (29) | 0,338 (0,0003 à 9,49) | 146 (100) | 9,06 (0,307 à 242) |
| Fromage - fumé | 49 | 13 (27) | 0,270 (0,0030 à 0,604) | 49 (100) | 115 (0,644 à 406) |
| Poisson - fumé | 49 | 31 (63) | 0,218 (0,0023 à 1,21) | 49 (100) | 73,8 (2,79 à 715) |
| Viande - fumée | 50 | 25 (50) | 0,306 (0,0100 à 1,70) | 49 (98) | 33,3 (0,283 à 295) |
| Noix, graines et beurres de noix ou graines | 150 | 44 (29) | 1,41 (0,0010 à 51,0) | 146 (97) | 19,2 (0,291 à 737) |
| **Total** | **444** | **155 (35)** | **0,607 (0,0003 à 51,0)** | **439 (99)** | **34,2 (0,283 à 737)** |

**Notes du tableau**

[b] Moyenne des résultats positifs.
[c] Plage des concentrations mesurables.

## Produits de boulangerie-pâtisserie

L'étude a permis de prélever 146 échantillons de produits de boulangerie-pâtisserie, dont 88 échantillons de produits croustillants (biscuits, craquelins, pains plats et croûtons) et 58 échantillons de produits de pain mou (bagels, pains, crumpets, muffins anglais, naan, pita, croûte à pizza, roti et tortillas). Les HAP peuvent se former au cours de la cuisson et/ou être présents dans les ingrédients utilisés[12].

Des concentrations mesurables d'HAP4 toxiques ont été trouvées dans 42 (29 %) échantillons de produits de boulangerie-pâtisserie, et les produits croustillants présentaient une fréquence de détection des HAP4 toxiques plus élevée (36 %) que les produits mous (17 %). Les produits croustillants étaient associés à une concentration moyenne des HAP4 toxiques plus élevée (0,421 ppb TEQ) que les produits mous (0,0738 ppb TEQ). La concentration la plus élevée des HAP4 toxiques (9,49 ppb TEQ) a été mesurée dans un échantillon de biscuit au chanvre sans gluten. En comparaison, la concentration la plus élevée dans les produits mous était de 0,525 ppb TEQ, mesurée dans un échantillon de pain de seigle contenant du lin et des graines de tournesol. La concentration moyenne globale des HAP4 toxiques dans les produits de boulangerie-pâtisserie était de 0,338 ppb TEQ.

Des concentrations mesurables des HAP16 totaux sont présentes dans tous les échantillons de produits de boulangerie-pâtisserie. Les produits croustillants présentaient une concentration moyenne des HAP16 totaux plus élevée (11,5 ppb) que les produits mous (5,34 ppb). La concentration la plus élevée des HAP16 totaux (242 ppb) était associée au même échantillon de biscuits au chanvre sans gluten que celui qui présentait la concentration la plus élevée des HAP4 toxiques. La plus faible concentration des HAP16 totaux a été mesurée dans un échantillon de biscuits au chocolat avec des noix (0,307 ppb). Globalement, la concentration moyenne d'HAP16 totaux dans les produits de boulangerie-pâtisserie était de 9,06 ppb.

## Fromage - fumé

Les fromages étiquetés « fumés » peuvent être fabriqués de deux façons. La première est le fumage traditionnel, où le fromage est exposé à la fumée issue de la combustion du bois ou d'autres matières comme la paille. La deuxième consiste à ajouter de l'arôme de fumée, par trempage, pulvérisation ou mélange dans le fromage. Les arômes de fumée sont produits en recueillant la fumée issue de la combustion du bois et en la transformant en un liquide concentré ou sous forme de cristaux. Le fumage traditionnel et les arômes de fumée ajoutés peuvent introduire des HAP dans le fromage, car ces derniers se forment pendant la combustion[8,10,11]. Cependant, les arômes de fumée fabriqués commercialement sont produits et raffinés dans des conditions contrôlées, ce qui se traduit habituellement par des concentrations plus faibles de HAP par rapport au fumage traditionnel au bois[8]. La présente étude a permis d'échantillonner un total de 49 fromages, dont 35 échantillons qui avaient été fumés traditionnellement et 14 échantillons auxquels de l'arôme de fumée a été ajouté. Les variétés de fromage échantillonnées étaient le cheddar, les fromages fermes affinés, le gorgonzola, le gouda, le havarti, la mozzarella, le fromage fondu et le provolone.

Sur les 49 échantillons, 13 (27 %) contenaient des HAP4 toxiques. Le fromage traditionnellement fumé affichait une fréquence de détection des HAP4 toxiques plus élevée (10 échantillons sur 35, ou 29 %) que le fromage à arôme de fumée ajouté (3 échantillons sur 14, ou 21 %). La concentration moyenne des HAP4 toxiques présents dans les fromages à arôme de fumée (0,328 ppb TEQ) était plus élevée que celle des fromages fumés traditionnellement (0,253 ppb TEQ). La concentration moyenne des

HAP4 toxiques pour l'ensemble des échantillons de fromage fumé était de 0,270 ppb TEQ. Les concentrations des HAP4 toxiques les plus élevée ont été mesurées dans un échantillon de cheddar fumé traditionnellement (0,604 ppb TEQ) et un échantillon de gouda à arôme de fumée (0,593 ppb TEQ).

Tous les échantillons de fromage (100 %) contenaient des HAP16 totaux. La concentration des HAP16 totaux la plus élevée et la plus faible a été mesurée dans deux échantillons différents de gouda à arôme de fumée. Le fromage fumé de façon traditionnelle avait une concentration moyenne des HAP16 totaux plus élevée que celle du fromage avec arôme de fumée ajouté (145 ppb et 41,9 ppb, respectivement). La concentration moyenne des HAP16 totaux dans tous les échantillons de fromage était de 115 ppb, soit la concentration moyenne la plus élevée parmi les catégories examinées dans la présente étude.

### Poisson - fumé

Les 49 échantillons de poisson fumé de manière traditionnelle qui ont été prélevés dans le cadre de la présente étude comprenaient 24 saumons fumés, 8 maquereaux fumés, 7 harengs fumés, 7 sardines fumées et 3 truites fumées. Aucun de ces échantillons ne contenait d'arôme de fumée ajoutée. Des échantillons de poisson fumé ont été prélevé parce qu'il est connu que les aliments fumés peuvent être contaminés par des HAP[1,14].

La concentration moyenne des HAP4 toxiques dans les poissons fumés était de 0,218 ppb TEQ, soit la concentration moyenne la plus faible parmi les catégories examinées dans la présente étude. La fréquence de détection des HAP4 toxiques dans les poissons fumés était la plus élevée de toute l'étude, soit 63 % (31 échantillons sur 49). Le résultat le plus élevé pour les HAP4 toxiques était de 1,21 ppb TEQ, et ce résultat était associé à un échantillon de sardines fumées. Parmi toutes les espèces de poisson, les sardines fumées affichaient la concentration moyenne la plus élevée (0,400 ppb TEQ), et le saumon fumé, celle la plus faible (0,0717 ppb TEQ).

La concentration moyenne de HAP16 totaux dans les poissons fumés était de 73,8 ppb et la fréquence de détection était de 100 %. La concentration la plus élevée des HAP16 totaux était de 715 ppb, et a été décelée dans un échantillon de filets de hareng fumé et la plus faible, dans un échantillon de maquereau fumé (2,79 ppb). Parmi toutes les espèces de poisson, le hareng fumé présentait la concentration moyenne la plus élevée (220 ppb), et la truite fumée, celle la plus faible (37,6 ppb).

### Viandes et volailles - fumées

L'étude portait sur 50 échantillons de produits de bœuf, de poulet, de porc et/ou de dinde fumés, notamment de la viande fumée de style Montréal, du jambon, du bacon, du poulet ou de la dinde fumée, de la charcuterie fumée et de la saucisse fumée. Sur ces 50 échantillons, 45 avaient été fumés de manière traditionnelle, 3 étaient fumés traditionnellement et avaient un arôme de fumé ajouté, et 2 contenaient seulement un arôme de fumé.

Des HAP4 toxiques ont été détectés dans 50 % des échantillons de viande et de volaille fumées, à une concentration moyenne de 0,306 ppb TEQ. Les produits fumés traditionnellement étaient associés à une fréquence de détection de 47 % (21 échantillons) et une concentration moyenne de PAH4 toxiques de 0,328 ppb TEQ. Les échantillons fumés traditionnellement et présentant un arôme de fumé avaient une fréquence de détection de 67 % (2 échantillons) et une concentration moyenne de 0,328 ppb TEQ, soit la même concentration que celle des produits fumés de façon traditionnelle. Les deux viandes avec

arôme de fumée contenaient des HAP4 toxiques (100 %), mais leur concentration moyenne était beaucoup plus faible, soit 0,0532 ppb TEQ. La concentration des HAP4 toxiques la plus élevée a été mesurée dans un échantillon de jambon forêt noire fumé de manière traditionnelle (1,70 ppb TEQ).

Des HAP16 totaux ont été détectés dans 49 échantillons (98 %) sur 50 de viande ou de volaille, et la concentration moyenne globale était de 33,3 ppb. Les produits fumés traditionnellement affichaient une fréquence de détection de 98 % (44 échantillons) et une concentration moyenne des HAP16 totaux de 28,8 ppb. Les échantillons fumés traditionnellement et contenant un arôme de fumée avaient une fréquence de détection de 100 % (3 échantillons) et une concentration moyenne de 113 ppb. Les deux viandes avec arôme de fumée contenaient des HAP16 totaux (100 %), et la concentration moyenne était de 11,7 ppb. La concentration la plus élevée des HAP16 totaux était de 295 ppb, et a été mesurée dans un échantillon de jambon fumé de manière traditionnelle.

### Noix, graines et beurres de noix ou graines

L'étude portait sur 84 échantillons de noix et/ou de graines ainsi que sur 66 échantillons de beurres de noix ou de graines, pour un total de 150 échantillons représentant une variété de produits de noix et de graines. Il se peut que des HAP soient présents dans ces échantillons en raison de conditions de croissance entraînant une contamination ou de leur formation pendant le séchage ou la torréfaction[4].

Des HAP4 toxiques ont été détectés dans 29 % des échantillons de noix, de graines et de beurre de noix ou de graines (44 échantillons), et la concentration moyenne était de 1,41 ppb TEQ, laquelle était la concentration moyenne la plus élevée parmi les catégories de la présente étude. La concentration la plus élevée des HAP4 toxiques était de 51,0 ppb TEQ, mesurée dans un échantillon de tahini (pâte de graines de sésame) et la deuxième concentration la plus élevée était de 3,58 ppb TEQ et était associée à un échantillon de marrons. Sept autres produits de tahinis ont été échantillonnés dans le cadre de la présente étude, et cinq d'entre eux affichaient des concentrations mesurables de HAP4 toxiques variant entre 0,0031 et 0,732 ppb TEQ. Ces résultats semblent indiquer qu'il se peut que cet échantillon de tahini à concentration élevée ne se situe pas dans la fourchette de concentration habituelle des échantillons de tahini. Santé Canada a déterminé que les concentrations d'HAP mesurées dans les produits analysés au cours de la présente étude étaient jugées sans risque pour la population canadienne qui consomme ces produits, incluant l'échantillon de tahini ayant la concentration élevée.

Des HAP16 totaux ont été détectés dans 97 % des échantillons de noix, de graines et de beurre de noix ou de graines (146 échantillons), et la concentration moyenne était de 19,2 ppb. La concentration la plus élevée des HAP16 totaux (737 ppb) a été mesurée dans le même échantillon de tahini que celui associé à la concentration la plus élevée des HAP4 toxiques mentionnée plus haut. La deuxième concentration la plus élevée des HAP16 totaux était de 175 ppb et était associée à un échantillon de noix du Brésil. La troisième concentration la plus élevée des HAP16 totaux était de 77,9 ppb et concernait un échantillon de tahini, ce qui pourrait indiquer une fois de plus que cet échantillon élevé de tahini n'est pas typique des produits de tahini en général. Santé Canada a déterminé que les concentrations d'HAP mesurées dans les produits analysés au cours de la présente étude étaient jugés sans risque pour la population canadienne qui consomme ces produits, incluant le tahini ayant une concentration élevée.

# Ce que signifient les résultats de l'étude

Le principal objectif de la présente étude ciblée était d'enrichir les données de référence sur les concentrations d'HAP présentes dans certains aliments vendus sur le marché de détail canadien. Sur les 444 échantillons analysés, 439 (99 %) contenaient des concentrations mesurables d'au moins un HAP (HAP16 totaux), et 155 (35 %) contenaient des concentrations mesurables d'au moins un HAP toxique (HAP4 toxiques). Santé Canada a déterminé que les concentrations d'HAP mesurées dans les produits analysés au cours de la présente étude ne représentaient pas de risques pour la santé des Canadiens.

Les concentrations d'HAP relevées dans le cadre de la présente étude ciblée ont été comparées à celles des études précédentes de l'ACIA[4,5,6] et à celles déclarées dans les publications scientifiques pour des types de produits similaires provenant de la Chine (2017[7]), de l'Italie (2015[8]), de la Corée (2018[9]), de la Pologne (2020[10], 2022[11]), de la Serbie (2008[12]), de l'Espagne (2018[13]) et de la Suède (2010[14]). Les résultats de ces rapports sont résumés dans le tableau 3 (HAP4 toxiques) et le tableau 4 (HAP16 totaux) ci-après. Les résultats de la présente étude sont indiqués en caractères gras dans le tableau pour faciliter le repérage.

**Tableau 3. Concentration minimale, maximale et moyenne des HAP4 toxiques selon diverses études publiées**

| Type de produit | Étude et année | Nombre total d'échantil-lons | Nombre d'échantil-lons (%) ayant une concen-tration mesurable | Concentra-tions minimales[d] d'HAP4 toxiques (ppb TEQ) | Concentra-tions maximales d'HAP4 toxiques (ppb TEQ) | Concentra-tions moyennes[e] d'HAP4 toxiques (ppb TEQ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produits de boulangerie-pâtisserie** | **ACIA 2020 à 2022** | **146** | **42 (29)** | **0,0003** | **9,49** | **0,338** |
| Biscuits et craquelins | ACIA 2018 | 142 | 51 (36) | 0,0011 | 1,68 | 0,155 |
| Biscuits et craquelins | ACIA 2014 à 2018 | 50 | 21 (42) | 0,0019 | 3,56 | 0,362 |
| Aliments à base de céréales | Espagne 2018 | 22 | 6 (29) | 0,0035 | 4,55 | 1,85 |
| **Fromage - fumé** | **ACIA 2020 à 2022** | **49** | **13 (27)** | **0,0030** | **0,604** | **0,270** |
| Fromage fumé | Pologne 2022 | 10 | 10 (100) | 0,419 | 0,927 | 0,705 |
| Fromage fumé | Pologne 2020 | 12 | 6 (50) | 0,166 | 5,88 | 2,72 |
| Mozzarella fumée | Italie 2015 | 40 | 26 (65) | 0,09 | 35,5 | 5,16 |
| **Poisson - fumé** | **ACIA 2020 à 2022** | **49** | **31 (63)** | **0,0023** | **1,21** | **0,218** |
| Poissons et fruits de mer fumés | ACIA 2014 à 2018 | 52 | 43 (83) | 0,0031 | 109 | 4,68 |
| Poisson fumé | Corée 2018 | 15 | ND[f] | ND[f] | ND[f] | 1,06 |
| Poisson fumé | Suède 2010 | 39 | 31 (79) | 0,0030 | 18,7 | 3,84 |
| **Viandes et volailles - fumées** | **ACIA 2020 à 2022** | **50** | **25 (50)** | **0,0100** | **1,70** | **0,306** |
| Viandes et volailles fumées | ACIA 2014 à 2018 | 25 | 10 (40) | 0,0022 | 2,01 | 0,279 |
| Viandes et volailles fumées | Suède 2010[g] | 38 | 22 (58) | 0,003 | 47,7 | 9,39 |
| Viandes fumées | Serbie 2008 | 32 | 32 (100) | 0,101 | 1,51 | 0,576 |
| **Noix, graines et beurres** | **ACIA 2020 à 2022** | **150** | **44 (29)** | **0,0010** | **51,0** | **1,41** |
| Noix, graines et beurres | ACIA 2019 | 114 | 44 (39) | 0,0010 | 2,93 | 0,166 |
| Noix, graines et beurres | ACIA 2014 à 2018 | 408 | 157 (38) | 0,0015 | 8,58 | 0,252 |
| Noix et graines | Chine 2017 | 38 | 38 (100) | ND[f] | ND[f] | 2,58 |

**Notes du tableau**

[d] Valeur minimale mesurée.
[e] Seuls les résultats mesurables ont été utilisés pour calculer la concentration moyenne des HAP4 toxiques.
[f] ND = non déclaré dans l'étude.
[g] La présente étude incluait le fumage traditionnel à la suédoise dans un « sauna », qui fume la viande sur un feu de bois en combustion. Cette façon de fumer entraîne des concentrations élevées d'HAP[14].

Les fréquences de détection des HAP4 toxiques et les concentrations moyennes observées dans le cadre de la présente étude étaient comparables ou inférieures aux fréquences de détection déclarées dans d'autres études. La concentration moyenne mesurée dans les noix, les graines et les beurres de noix ou de graines est inférieure à celle des publications, mais plus élevée que celle des études précédentes de l'ACIA. Cette concentration moyenne élevée est attribuable à la concentration élevée d'un échantillon de tahini (51,0 ppb TEQ). Lorsque cet échantillon de tahini est exclu, la concentration moyenne des HAP4 toxiques dans les 149 autres échantillons de noix, de graines et de beurre de noix ou de graines est de 0,254 ppb TEQ, une valeur semblable aux concentrations moyennes observées dans les études précédentes de l'ACIA. Dans l'ensemble, les différences dans les résultats de l'étude sont probablement attribuables aux types particuliers de produits qui ont été échantillonnés et aux méthodes utilisées pour fumer, torréfier et/ou sécher les échantillons dans chaque étude.

**Tableau 4. Concentration minimale, maximale et moyenne des HAP16 Totaux selon diverses études publiées**

| Type de produit | Étude et année | Nombre d'HAP analysés | Nombre total d'échantillons | Nombre d'échantillons (%) ayant une concentration mesurable | Concentrations minimales[h] des HAP16 totaux (ppb) | Concentrations maximales des HAP16 totaux (ppb) | Concentrations moyennes[i] des HAP16 totaux (ppb) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Produits de boulangerie-pâtisserie** | **ACIA 2020 à 2022** | **16** | **146** | **146 (100)** | **0,307** | **242** | **9,06** |
| Biscuits et craquelins | ACIA 2018 | 16 | 142 | 138 (97) | 0,286 | 41,0 | 6,91 |
| Biscuits et craquelins | ACIA 2014 à 2018 | 16 | 50 | 50 (100) | 0,833 | 120 | 10,0 |
| Aliments à base de céréales | Espagne 2018 | 16 | 22 | 20 (91) | 0,168 | 22,3 | 5,03 |
| **Fromage - fumé** | **ACIA 2020 à 2022** | **16** | **49** | **49 (100)** | **0,644** | **406** | **115** |
| Fromage fumé | Pologne 2022 | 15 | 10 | 10 (100) | 28,3 | 53,3 | 37,1 |
| Fromage fumé | Pologne 2020 | 16 | 12 | 12 (100) | 40,9 | 4010 | 1279 |
| Mozzarella fumée | Italie 2015 | 6 | 40 | 30 (75) | 0,20 | 144 | 18,7 |
| **Poisson - fumé** | **ACIA 2020 à 2022** | **16** | **49** | **49 (100)** | **2,79** | **715** | **73,8** |
| Poissons et fruits de mer fumés | ACIA 2014 à 2018 | 16 | 52 | 50 (100) | 1,19 | 2044 | 232 |
| Poisson fumé | Corée 2018 | 8 | 15 | ND[j] | ND[j] | ND[j] | 11,6 |
| Poisson fumé | Suède 2010 | 8 | 39 | 32 (82) | 0,30 | 168 | 33,2 |
| **Viandes et volailles - fumées** | **ACIA 2020 à 2022** | **16** | **50** | **49 (98)** | **0,283** | **295** | **33,3** |
| Viandes et volailles fumées | ACIA 2014 à 2018 | 16 | 25 | 25 (100) | 0,223 | 79,3 | 11,9 |
| Viandes et volailles fumées | Suède 2010[l] | 15 | 38 | 21 (55) | 0,6 | 390 | 76,6 |
| Viandes fumées | Serbie 2008 | 16 | 32 | 32 (100) | 1,5 | 22,7 | 8,38 |
| **Noix, graines et beurres** | **ACIA 2020 à 2022** | **16** | **150** | **146 (97)** | **0,291** | **737** | **19,2** |
| Noix, graines et beurres | ACIA 2019 | 16 | 114 | 112 (98) | 0,702 | 121 | 25,0 |
| Noix, graines et beurres | ACIA 2014 à 2018 | 16 | 408 | 406 (99,5) | 0,196 | 265 | 18,6 |
| Noix et graines | Chine 2017 | 16 | 38 | 38 (100) | 81,8 | 402 | 190 |

**Notes du tableau**

[h] Concentration minimale mesurable.
[i] Seuls les résultats mesurables ont été utilisés pour calculer la concentration moyenne des HAP16 totaux.
[j] ND = non déclaré dans l'étude
[k] La présente étude a porté sur 3 fromages fumés de manière commerciale et 9 fromages fabriqués dans de petites fermes familiales. Les fromages qui ont été fabriqués par de petites fermes avaient une plus grande plage de concentrations de HAP16 totaux (76,2 à 4 010 ppb) que les fromages fumés produits commercialement (40,9 à 50,3 ppb), ce qui indique des différences dans le protocole de fumage[10].
[l] La présente étude incluait le fumage traditionnel à la suédoise dans un « sauna », qui fume la viande sur un feu de bois en combustion. Cette façon de fumer entraîne des concentrations plus élevées d'HAP[14].

Les fréquences de détection et les concentrations moyennes des HAP16 totaux étaient comparables ou inférieures aux valeurs des études précédentes et des publications scientifiques. La concentration maximale des HAP16 totaux dans les noix, les graines et les beurres de noix ou de graines était plus élevée que celle des autres études. Cette différence est due à la concentration élevée des HAP16 totaux mesurée dans un échantillon de tahini (737 ppb). Lorsque cet échantillon de tahini est exclu, la concentration moyenne des HAP16 totaux dans les autres échantillons de noix, de graines et de beurre de noix ou de graines est de 175 ppb, ce qui est semblable aux concentrations moyennes observées dans les études utilisées pour faire la comparaison. Dans l'ensemble, les différences dans les résultats de l'étude sont probablement attribuables aux types particuliers de produits qui ont été échantillonnés et aux méthodes utilisées pour fumer, torréfier et/ou sécher les échantillons dans chaque étude.

Il n'existe pas de réglementation au Canada concernant les concentrations d'HAP dans les aliments, sauf pour les huiles de grignons d'olive[2], qui n'ont pas été examinées dans le cadre de la présente étude. Santé Canada a déterminé que les concentrations d'HAP mesurées dans les produits analysés au cours de la présente étude ne représentaient pas de risques pour la santé de la population canadienne.

# Comment accéder aux données de l'étude

Les données seront accessibles sur le Portail du gouvernement ouvert.

# Références


1. International Agency for Research on Cancer. (2010). Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Exposures (en anglaise seulement). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 92. Lyon, France.
2. Concentrations maximales établies par Santé Canada à l'égard de contaminants chimiques dans les aliments. (2020). Ottawa, Ontario, Canada. Santé Canada.
3. Nisbet, I.C.T., LaGoy, P.K. (1992). Toxic Equivalency Factors (TEFs) for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) (en anglaise seulement). Regulatory Toxicology and Pharmacology, 16(3), pp. 290-300.
4. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in selected foods – April 1, 2014, to March 31, 2018. (2026). Canada. Canadian Food Inspection Agency.
5. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans certains aliments – 1 avril 2018 au 31 mars 2019. (2020). Canada. Agence canadienne d'inspection des aliments.
6. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans certains aliments – 1 avril 2019 au 31 mars 2020. (2023). Canada. Agence canadienne d'inspection des aliments.
7. Wen, Y. Q., Liu, Y. L., Xu, L. L., Yu, W.X., Ma, Y.X. (2017). Occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in various types of raw oilseeds from different regions of China (en anglaise seulement). Food Additives & Contaminants: Part B, 10(4), 275-283.
8. Esposito, M., Citro, A., Marigliano, L., Urbani, V., Seccia, G., Marotta, M.P., de Nicola, C. (2015). Influence of different smoking techniques on contamination by polycyclic aromatic hydrocarbons in traditional smoked Mozzarella di Bufala Campana (en anglaise seulement). International Journal of Dairy Technology, 68, pp 97-104.
9. Lee, J., Jeong, J., Park, S., Lee, K. (2018). Monitoring and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in processed foods and their raw materials (en anglaise seulement). Food Control, 92, pp 286–292.
10. Pluta-Kubica, A., Filipczak-Fiutak, M., Domagała, J., Duda, I., Migdał, W. (2020). Contamination of traditionally smoked cheeses with polycyclic aromatic hydrocarbons and biogenic amines (en anglaise seulement). Food Control, 112, 107115.
11. Polak-Śliwińska, M., Paszczyk, B., Śliwiński, M. (2022). Evaluation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Smoked Cheeses Made in Poland by HPLC Method (en anglaise seulement). Molecules, 27(20), 6909.
12. Djinovic, J., Popovic, A., Jira, W. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in different types of smoked meat products from Serbia (en anglaise seulement). Meat Science, 80(2), pp 449-456.
13. Rascón, A.J., Azzouz, A., Ballesteros, E. (2018). Assessing polycyclic aromatic hydrocarbons in cereal-based foodstuffs by using a continuous solid-phase extraction system and gas chromatography–mass spectrometry (en anglaise seulement). Food Control, 92, pp 92-100.
14. Wretling, S., Eriksson, A., Eskhult, G., Larsson, B. (2010). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Swedish smoked meat and fish (en anglaise seulement). Journal of Food Composition and Analysis, 23(3), pp 264-272.

# Annexe

**Tableau A-1. HAP inclus dans la présente étude et leurs TEF et limites de détection respectifs**

| HAP | Abréviation | Inclus dans HAP16 totaux? | Inclus dans HAP4 toxiques? | TEF[m] | Limite de détection[n] (ppb) |
|---|---|---|---|---|---|
| Acénaphtène | Ane | Oui | | | 0,03 à 0,14 |
| Acénaphtylène | Anl | Oui | | | 0,02 à 0,21 |
| Anthracène | Ant | Oui | | | 0,03 à 0,1 |
| Benz(a)anthracène | BaA | Oui | Oui | 0,1 | 0,01 à 0,06 |
| Benzo(b)fluoranthène | BbF | Oui | Oui | 0,1 | 0,03 à 0,12 |
| Benzo(a)pyrène | BaP | Oui | Oui | 1 | 0,03 à 0,06 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | BghiP | Oui | | | 0,04 à 0,13 |
| Benzo(k)fluoranthène | BkF | Oui | | | 0,04 à 0,09 |
| Chrysène | Chry | Oui | Oui | 0,01 | 0,02 à 0,14 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | DahA | Oui | | | 0,07 à 0,12 |
| Fluoranthène | Flt | Oui | | | 0,01 à 0,11 |
| Fluorène | Flu | Oui | | | 0,03 à 0,16 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | InP | Oui | | | 0,05 à 0,12 |
| Naphtalène | NaP | Oui | | | 0,06 à 0,15 |
| Phénanthrène | Phen | Oui | | | 0,02 à 0,15 |
| Pyrène | Pyr | Oui | | | 0,01 à 0,11 |

**Notes du tableau :**

[m] Facteurs d'équivalence toxique (TEF) proposés par Nisbut et LaGoy[3].
[n] La limite de détection dépend du laboratoire, de la méthode utilisée et du type d'échantillon.

**Tableau A-2. Fréquence et concentration moyenne de chacun des HAP détectés dans les échantillons durant l'étude**

| HAP | Nombre d'échantillons où les HAP sont mesurables (%) | Catégorie présentant la plus forte proportion d'échantillons avec HAP mesurables (%) | Concentration minimale[o] (ppb) | Concentration maximale (ppb) | Concentration moyenne[p] (ppb) | Catégorie ayant la concentration moyenne[p] la plus élevée (moyenne, ppb) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acénaphtène | 264 (59) | Poisson fumé (94) | 0,03 | 25,2 | 1,65 | Fromage fumé (5,29) |
| Acénaphtylène | 298 (67) | Poisson fumé (94) | 0,03 | 104 | 5,25 | Fromage fumé (13,0) |
| Anthracène | 179 (40) | Poisson fumé (84) | 0,03 | 24,9 | 3,05 | Fromage fumé (6,38) |
| Benz(a)anthracène | 93 (21) | Poisson fumé (47) | 0,02 | 17,7 | 0,906 | Produits de boulangerie-pâtisserie (1,31) |
| Benzo[b]fluoranthène | 54 (12) | Poisson fumé (20) | 0,02 | 45,9 | 1,27 | Noix ou graines (2,59) |
| Benzo[a]pyrène | 68 (15) | Viandes fumées (26) | 0,02 | 44,5 | 1,41 | Noix ou graines (3,76) |
| Benzo[g,h,i]pérylène | 42 (9) | Produits de boulangerie-pâtisserie (12) | 0,02 | 82,4 | 2,30 | Noix ou graines (5,55) |
| Benzo[b]fluoranthène | 47 (11) | Poisson fumé (14) | 0,02 | 29,3 | 1,20 | Noix ou graines (2,35) |
| Chrysène | 127 (29) | Poisson fumé (57) | 0,02 | 27,9 | 0,858 | Noix ou graines (1,36) |
| Dibenzo(a,h)anthracène | 17 (4) | Viandes fumées (14) | 0,05 | 3,37 | 0,752 | Noix ou graines (1,36) |
| Fluoranthène | 321 (72) | Poisson fumé (90) | 0,05 | 102 | 1,86 | Poisson fumé (2,66) |
| Fluorène | 346 (78) | Poisson fumé (100) | 0,04 | 89,8 | 5,38 | Fromage fumé (20,1) |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 25 (6) | Produits de boulangerie-pâtisserie (8) | 0,02 | 35,1 | 1,71 | Noix ou graines (3,79) |
| Naphtalène | 399 (90) | Fromage fumé (98)<br>Poisson fumé (98) | 0,192 | 375 | 16,7 | Fromage fumé (63,2) |
| Phénanthrène | 404 (91) | Poisson fumé (96) | 0,11 | 110 | 5,52 | Fromage fumé (13,7) |
| Pyrène | 326 (73) | Fromage fumé (92)<br>Poisson fumé (92) | 0,06 | 107 | 1,64 | Noix ou graines (2,35) |

**Notes du tableau**

[o] Concentration minimale mesurée dans l'ensemble de l'étude.
[p] Seuls les résultats mesurables ont été utilisés pour calculer la concentration moyenne.

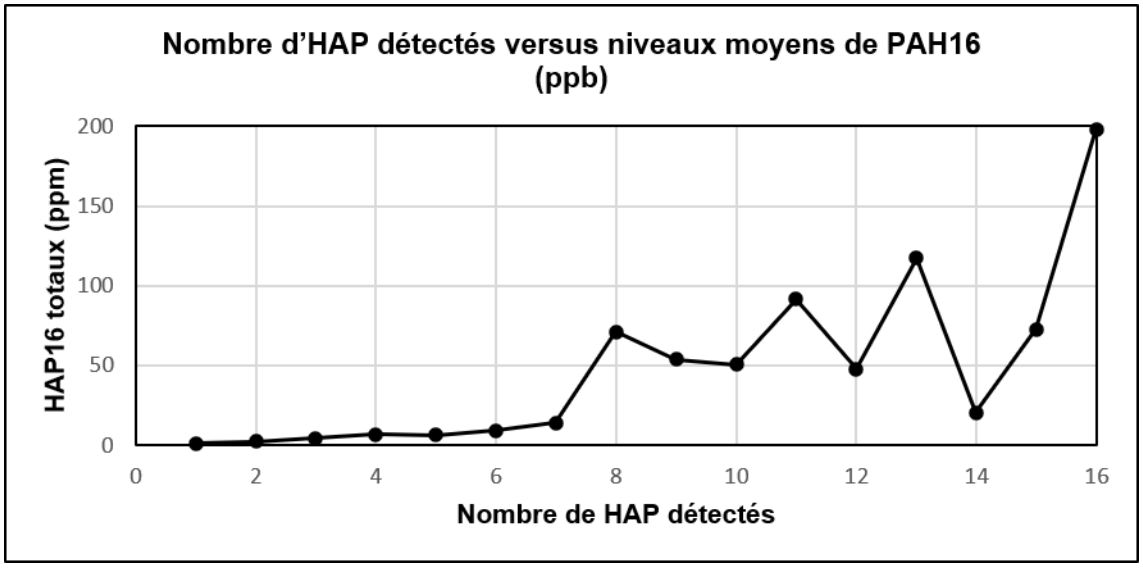
**Tableau A-3. Nombre d'HAP détectés par rapport à la concentration des HAP16 totaux**

| Nombre d'HAP détectés | Nombre d'échantillons | Moyenne[q] (plage) des HAP16 totaux (ppb) |
|---|---|---|
| 1 | 22 | 0,921 (0,283 à 2,83) |
| 2 | 30 | 2,15 (0,644 à 12,1) |
| 3 | 22 | 4,18 (0,739 à 21,8) |
| 4 | 39 | 6,53 (1,04 à 66,5) |
| 5 | 45 | 6,37 (0,580 à 19,2) |
| 6 | 47 | 9,2 (1,59 à 28,8) |
| 7 | 47 | 13,9 (1,43 à 39,1) |
| 8 | 71 | 71,1 (1,54 à 373) |
| 9 | 26 | 53,6 (3,84 à 351) |
| 10 | 29 | 50,3 (3,06 à 402) |
| 11 | 22 | 91,6 (1,89 à 406) |
| 12 | 10 | 47,6 (5,48 à 131) |
| 13 | 9 | 117 (1,65 à 715) |
| 14 | 6 | 20,5 (3,86 à 35,8) |
| 15 | 9 | 72,6 (1,80 à 279) |
| 16 | 5 | 198 (5,89 à 737) |

**Notes du tableau**

[q] Seuls les résultats mesurables ont été utilisés pour calculer la concentration moyenne.
[r] Plage des concentrations mesurables.
[s] s.o. = sans objet; aucun échantillon ne contenait que 1 ou 2 HAP4 toxiques détectés.

**Figure A-1 Nombre d'HAP détectés par rapport à la concentration des HAP16 totaux**




**Note de la figure**

Il s'agit d'une représentation graphique des données du tableau A-3.

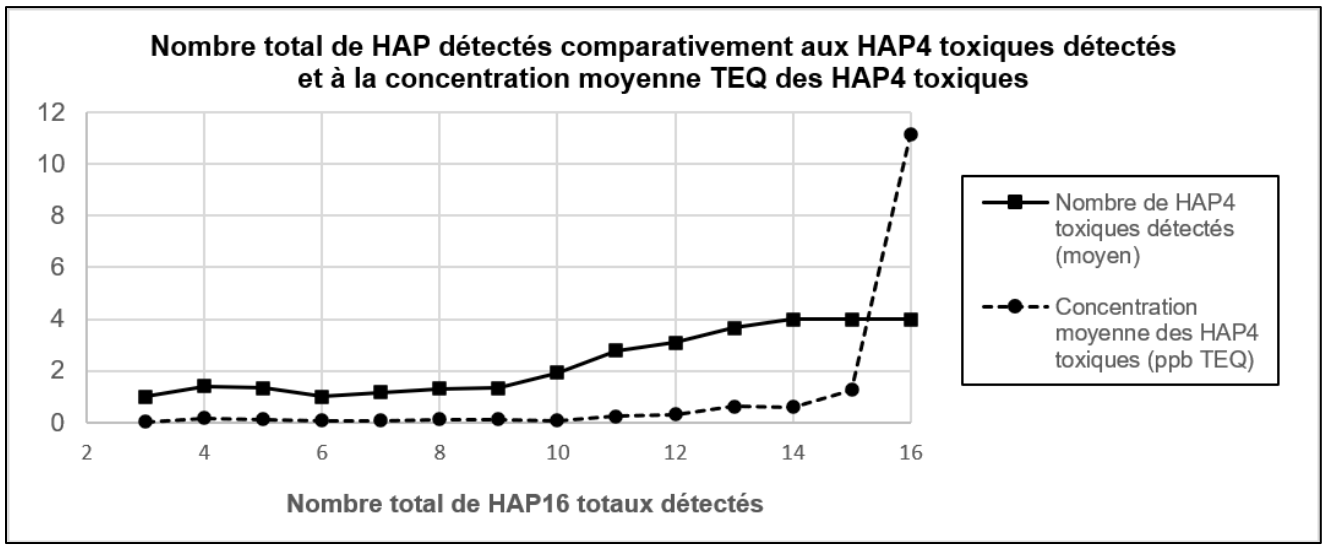
**Tableau A-4 Nombre total d'HAP détectés comparativement aux HAP4 toxiques détectés et à la concentration moyenne TEQ des HAP4 toxiques**

| Nombre total de HAP16 totaux détectés | Nombre moyen (plage) de HAP4 toxiques détectés | Concentration moyenne[t] des HAP4 toxiques (ppb TEQ) |
|---|---|---|
| 3 | 1 (1 à 1) | 0,0213 |
| 4 | 1 (1 à 2) | 0,174 |
| 5 | 1 (1 à 2) | 0,124 |
| 6 | 1 (1 à 1) | 0,0791 |
| 7 | 1 (1 à 2) | 0,0800 |
| 8 | 1 (1 à 2) | 0,120 |
| 9 | 1 (1 à 3) | 0,119 |
| 10 | 2 (1 à 3) | 0,0777 |
| 11 | 3 (2 à 3) | 0,241 |
| 12 | 3 (3 à 4) | 0,315 |
| 13 | 4 (3 à 4) | 0,626 |
| 14 | 4 (4 à 4) | 0,597 |
| 15 | 4 (4 à 4) | 1,25 |
| 16 | 4 (4 à 4) | 11,2 |

**Notes du tableau**

[t] Seuls les résultats mesurables ont été utilisés pour calculer la concentration moyenne.

**Figure A-2 Nombre total de HAP détectés comparativement aux HAP4 toxiques détectés et à la concentration moyenne TEQ des HAP4 toxiques**




**Note de la figure**

Il s'agit d'une représentation graphique des données du tableau A-4.