

Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Famille _____ Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Fiche(s) toxicologique(s) _____ -

Numéro CAS principal _____ -

Synonymes _____ HAP

Dosages disponibles pour cette substance

- 1- Hydroxypyrene urinaire
- 1- Hydroxyfluorène urinaire
- 2- Hydroxyfluorène urinaire
- 3- Hydroxyfluorène urinaire
- 1- Hydroxyphénanthrène urinaire
- 2- Hydroxyphénanthrène urinaire
- 3- Hydroxyphénanthrène urinaire
- 9- Hydroxyphénanthrène urinaire

Renseignements utiles pour le choix d'un indicateur biologique d'exposition (IBE)

Toxicocinétique - Métabolisme

Il existe une mention de l'ACGIH et de la DFG signalant le risque de passage percutané pour certains composés.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) constituent un groupe de plusieurs centaines de composés qui sont produits généralement par la combustion incomplète de matières organiques. Ce sont des mélanges complexes de composés, parmi lesquels certains hydrocarbures pentacycliques sont des cancérigènes connus, présents à des concentrations variables selon les sources d'émission. Ils peuvent être absorbés par voies inhalatoire, cutanée et digestive. En milieu professionnel, la principale voie d'exposition est respiratoire. L'importance de l'absorption dépend de la granulométrie, de la solubilité et de l'adsorption des HAP sur les particules aéroportées. L'exposition professionnelle par voie cutanée ne doit pas être écartée.

Les HAP sont biotransformés au niveau du foie de façon importante (cytochrome P 450) en différents (poly)-hydroxy-HAP secondairement glucuro ou sulfoconjugués. L'élimination est variable en fonction des voies d'absorption : principalement dans les fèces après ingestion (80 - 90 %) et dans les urines (15 à 20 %) après absorptions cutanée et/ou digestive.

L'excrétion urinaire du 1-hydroxypyrene (1-OHP) serait triphasique, avec des demi-vies d'élimination de 5 h, 22 h et 17 jours. Il peut y avoir accumulation au cours de la semaine de travail, avec un plateau atteint vers la 4^{ème} semaine.

Une faible fraction du benzo[a]pyrene (< 1 %) est éliminée sous forme de 3-hydroxybenzo(a)pyrene (3-OHB[a]P). La demi-vie urinaire est d'environ 9 heures. Le maximum d'excrétion du 3-OHB[a]P se situe en moyenne 16 heures après la fin de l'exposition (décalage par rapport au 1-OHP), quelle que soit la voie d'exposition. On peut estimer que la concentration du 3-OHB[a]P est ramenée au niveau de base environnemental 48 heures après le maximum d'excrétion, sauf pour des expositions extrêmement importantes.

Indicateurs biologiques d'exposition

Le maximum d'excrétion du 1-OHP apparaît entre 2,2 et 9,7 heures après ingestion, 1-2 heures après exposition par voie respiratoire et 10-15 heures après exposition par voie cutanée.

Le 1-OHP ne reflète que l'absorption du pyrene (HAP tétracyclique) et n'est pas représentatif de l'exposition aux hydrocarbures pentacycliques cancérigènes (comme le B[a]P). Cependant, le suivi du 1-OHP urinaire en complément de celui du 3-OHB[a]P est particulièrement intéressant car les variations entre les taux d'1-OHP urinaire de fin de poste et ceux de fin de poste plus 3 heures, permettent d'obtenir des informations sur les voies de pénétration.

Le dosage du 1-hydroxypyrene se fait sur les urines de fin de poste et fin de semaine de travail surtout des 2 derniers jours pour mesurer l'exposition de la semaine et sur les urines de début de poste en début de semaine de travail pour mesurer le niveau de base après 48 heures de non exposition ; l'idéal serait d'effectuer un dosage supplémentaire sur les urines recueillies 3 à 6 heures après l'arrêt de l'exposition car le pic d'excrétion apparaît souvent de façon retardée, surtout en cas d'exposition cutanée prédominante.

Le BEI de l'ACGIH est basé sur une relation avec des effets génotoxiques ; il doit être ajusté sur le ratio pyrene/B[a]P du mélange de HAP auquel le travailleur est exposé. Ce ratio est très variable non seulement selon le secteur d'activité mais aussi pour un même secteur (composition en HAP variable des mélanges utilisés). Le ratio retenu par défaut pour l'ACGIH est de 2,5 (estimation réaliste mais parfois conservatrice de l'exposition aux composés cancérigènes présents dans le mélange). Il est de 2,5 dans les cokeries, de 2 à 4 dans l'industrie de l'aluminium.

Une Biological monitoring guidance value (BMGV) de 4 $\mu\text{mol/mol}$ de créatinine (soit 7,7 $\mu\text{g/g}$ de créatinine ou 10 $\mu\text{g/L}$) pour le 1-OHP urinaire en fin de poste et fin de semaine de travail, correspondant au 90^{ème} percentile dans différents secteurs, y compris l'industrie de l'aluminium, a été établie par le HSE.

Une valeur sans effet biologique de 1 $\mu\text{mol/mol}$ de créatinine ou 2 $\mu\text{g/L}$ est proposée pour le 1-OHP urinaire correspondant à un seuil sans effet cytogénétique retrouvé dans des situations professionnelles où le ratio pyrène/B[a]P est de 2,5 par défaut.

Les données de la littérature sur les concentrations médianes en 1-OHP urinaire en fonction du secteur d'activité sont répertoriées dans la rubrique "Questions-Réponses".

Le dosage du 3-hydroxybenzo[a]pyrène urinaire, métabolite du B[a]P, a été mis au point et validé par l'INRS ; ce marqueur est le plus représentatif des hydrocarbures aromatiques pentacycliques cancérigènes et serait à privilégier. Compte tenu du décalage moyen de 16 heures entre la fin d'exposition et le maximum d'excrétion du 3-OHB[a]P, il faut prélever en début de poste du deuxième jour d'exposition pour évaluer l'imprégnation due à l'exposition de la veille. Le dosage du 3-OHB[a]P se fait sur les urines de début de poste du 1^{er} jour de la semaine de travail pour mesurer le niveau de base après 48 heures de non exposition.

Pour la Commission allemande, lors d'une exposition au benzo[a]pyrène de l'ordre de 0,07 (0,35 et 0,7) $\mu\text{g/m}^3$, les concentrations de 3-OHB[a]P urinaire avant le poste (après hydrolyse) sont de 0,7 (2 et 3,5) ng/g de créatinine respectivement (valeur EKA).

Pour une exposition journalière en B[a]P atmosphérique de 150 ng/m^3 (recommandation CNAM), l'INRS propose une valeur seuil de 0,35 nmol/mol de créatinine (0,83 ng/g de créatinine) en début de poste au 2^{ème} jour. La valeur seuil proposée pour le début de poste du 5^{ème} jour, de 0,41 nmol/mol de créatinine (soit 0,97 ng/g de créatinine), tient compte d'une accumulation éventuelle au cours de la semaine.

La valeur seuil pour le 3-OHB[a]P de 0,40 nmol/mol de créatinine (soit 0,95 ng/g de créatinine) correspond à des concentrations de 1-OHP en fin de poste et fin de semaine de 0,7 à 2,4 $\mu\text{mol/mol}$ de créatinine (soit 1,3 à 4,8 $\mu\text{g/g}$ de créatinine) variant en fonction du secteur d'activité et de l'activité au sein du secteur.

Trois moments de prélèvements sont recommandés :

- en début de poste après 48h sans exposition, pour évaluer la concentration résiduelle et le bruit de fond,

- en début de poste du 2^{ème} jour d'exposition, pour évaluer l'exposition de la journée précédente,

- en fin de poste du 5^{ème} jour, pour évaluer l'exposition cumulée.

Les données de la littérature sur les concentrations médianes en 3-OHB[a]P urinaire en fonction du secteur d'activité sont répertoriées dans la rubrique "Questions-Réponses".

Le dosage des hydroxyphénanthrènes (ou phénanthroles) urinaires (et en particulier du 9-hydroxyphénanthrène) en fin de poste et fin de semaine a également été proposé pour la surveillance des salariés exposés au phénanthrène (HAP tricyclique le plus volatil). Ces paramètres, influencés par le tabac et soumis à de larges variations individuelles, semblent bien corrélés à l'exposition au phénanthrène et aux HAP totaux, mais pas à l'exposition au B[a]P. Pour des expositions professionnelles médianes au phénanthrène de l'ordre de 0,3 $\mu\text{g/m}^3$ en cokerie en Chine, la moyenne géométrique des concentrations urinaires médianes en fin de poste du 9-OH phénanthrène est de l'ordre de 0,46 $\mu\text{mol/mol}$ de créatinine (soit 0,79 $\mu\text{g/g}$ de créatinine). Chez des salariés de cokerie en Pologne, les concentrations urinaires médianes de fin de poste de 9-OH phénanthrène sont de l'ordre de 1,7 $\mu\text{g/L}$ (et de 19 $\mu\text{g/L}$ pour la somme des 1, 2, 3, 4 et 9-OH phénanthrènes) ; dans ce secteur, les hydroxyphénanthrènes représentent près de 10 % des métabolites hydroxylés et les naphthols près de 60 %.

D'autres données de la littérature sur les concentrations médianes en hydroxyphénanthrènes urinaires en fonction du secteur d'activité sont répertoriées dans la rubrique "Questions-Réponses".

Le dosage des hydroxyfluorènes urinaires (et en particulier du 2-hydroxyfluorène) en fin de poste et fin de semaine a également été proposé pour la surveillance des salariés exposés au fluorène. Ces paramètres sont très influencés par le tabac. Ils semblent bien corrélés à l'exposition au fluorène et aux HAP totaux. Chez des salariés de cokerie en Pologne, les concentrations urinaires médianes de fin de poste de 2-hydroxyfluorène ont été de l'ordre de 28 $\mu\text{g/L}$ (et de 40 $\mu\text{g/L}$ pour la somme des 2- et 9-hydroxyfluorènes) ; dans ce secteur, les hydroxyfluorènes représentent près de 13 à 25 % des métabolites hydroxylés et les naphthols près de 60 %.

Les dosages du B[a]P urinaire lors d'exposition au B[a]P et **du pyrène urinaire** lors d'exposition au pyrène ont été proposés. Celui du pyrène urinaire ne présente pas d'intérêt comparé au 1-OHP urinaire, car très peu de pyrène urinaire inchangé est éliminé. Celui du B[a]P urinaire serait intéressant, mais les données sont encore peu nombreuses. Certains auteurs ont proposé le dosage des HAP eux-mêmes dans les urines de fin de poste, mais les données sont encore peu nombreuses et les variations individuelles semblent importantes.

Le dosage des adduits HAP totaux aux macromolécules a été proposé : ces marqueurs reflètent plutôt une imprégnation ancienne et non pas des variations récentes d'exposition. Ce dosage apparaît très sensible mais non spécifique d'un HAP particulier. De plus, comme pour les métabolites urinaires, la quantité d'adduits formés varie d'un individu à l'autre en fonction de l'alimentation, du tabagisme éventuel et de la différence d'inductibilité enzymatique due au polymorphisme génétique. La corrélation avec l'intensité de l'exposition n'est pas toujours bonne.

Voir également la fiche Benzo[a]pyrène.

Interférences - Interprétation

Dans l'interprétation des résultats on tiendra compte de l'exposition cutanée, de l'hygiène au poste de travail, de la charge de travail, de l'environnement et de certains médicaments (crème, shampoing au goudron) et surtout des HAP contenus dans l'alimentation (viandes grillées) dans

les 24 heures précédant le prélèvement, et du tabac.

Le tabagisme augmente les concentrations urinaires des métabolites, principalement des naphthols et des pyrénols (1-OHP) mais également des hydroxyfluorènes et du 3-OHB[a]P. L'influence du tabac sur les concentrations urinaires du 1-OHP est d'environ 500 ng/L, voire 1 µg/L pour 30 cigarettes.

Dans l'interprétation des résultats, la prise en compte du ratio pyrène/B[a]P est importante ; si ce ratio est différent de 2,5 un ajustement est nécessaire.

Bibliographie spécifique

- Barbeau D, Lutier S, Bonneterre V, Persoons R et al. - Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: relations between atmospheric mixtures, urinary metabolites and sampling times. *Int Arch Occup Environ Health*. 2015 ; 88 (8) : 1119-129.
- Barbeau D, Persoons R, Marques M, Hervé C et al. - Relevance of urinary 3-hydroxybenzo(a)pyrene and 1-hydroxypyrene to assess exposure to carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures in metallurgy workers. *Ann Occup Hyg*. 2014 ; 58 (5) : 579-90.
- Bevan R, Jones K, Cocker J, Assem FL et al. - Reference ranges for key biomarkers of chemical exposure within the UK population. *Int J Hyg Environ Health*. 2013 ; 216 (2) : 170-74.
- Brandt HCA, Watson WP - Monitoring human occupational and environmental exposures to polycyclic aromatic compounds. *Ann Occup Hyg*. 2003 ; 47 (5) : 349-78.
- Campo L, Hanchi M, Olgiati L, Polledri E et al. - Biological Monitoring of Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons at an Electric Steel Foundry in Tunisia. *Ann Occup Hyg*. 2016 ; 60 (6) : 700-16.
- Campo L, Fustinoni S, Consonni D, Pavanello S et al. - Urinary carcinogenic 4-6 ring polycyclic aromatic hydrocarbons in coke oven workers and in subjects belonging to the general population: role of occupational and environmental exposure. *Int J Hyg Environ Health*. 2014 ; 217 (2-3) : 231-38.
- Campo L, Buratti M, Fustinoni S, Ciria PE et al. - Evaluation of exposure to PAHs in asphalt workers by environmental and biological monitoring. *Ann N Y Acad Sci*. 2006 ; 1076 : 405-20.
- Cocker J, Jones K - Biological monitoring without limits. *Ann Work Expo Health*. 2017 ; 61 (4) : 401-05.
- Curran A (Ed.) - Guidance on Laboratory Techniques in Occupational Medicine. 12th Edition. Buxton: Health & Safety Laboratory ; 2013 : 238 p.
- Elovaara E, Mikkola J, Mäkelä M, Paldanius B et al. - Assessment of soil remediation workers' exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH): biomonitoring of naphthols, phenanthrols, and 1-hydroxypyrene in urine. *Toxicol Lett*. 2006 ; 162 (2-3) : 158-63.
- Gendre C, Lafontaine M, Delsaut P, Simon P - Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and excretion of urinary 3-hydroxybenzo[a]pyrene: assessment of an appropriate sampling time. *Polycycl Aromat Compd*. 2004 ; 24 : 433-39.
- Gündel J, Schaller KH, Angerer J - Occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in a fireproof stone producing plant: biological monitoring of 1-hydroxypyrene, 1-, 2-, 3- and 4-hydroxyphenanthrene, 3-hydroxybenz(a)anthracene and 3-hydroxybenzo(a)pyrene. *Int Arch Occup Environ Health*. 2000 ; 73 (4) : 270-74.
- EH40/2005 Workplace exposure limits. Containing the list of workplace exposure limits for use with the Control of Substances Hazardous to Health Regulations (as amended). Health and Safety Executive (HSE), 2011 (www.hse.gov.uk/pubns/priced/eh40.pdf).
- Jongeneelen FJ - A guidance value of 1-hydroxypyrene in urine in view of acceptable occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Toxicol Lett*. 2014 ; 231 (2) : 239-48.
- Klotz K, Schindler BK, Angerer J - 1,2-Dihydroxynaphthalene as biomarker for a naphthalene exposure in humans. *Int J Hyg Environ Health*. 2011 ; 214 (2) : 110-14.
- Lafontaine M, Champmartin C, Simon P, Delsaut P et al. - 3-Hydroxybenzo[a]pyrene in the urine of smokers and non-smokers. *Toxicol Lett*. 2006 ; 162 (2-3) : 181-85.
- Lafontaine M, Gendre C, Delsaut P, Simon P - Urinary 3-hydroxybenzo[a]pyrene as a biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: an approach for determining a biological limit value. *Polycycl Aromat Compd*. 2004 ; 24 : 441-50.
- Lafontaine M, Gendre C, Morele Y, Laffitte-Rigaud G - Excretion of urinary 1-hydroxypyrene in relation to the penetration routes of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Polycycl Aromat Compd*. 2002 ; 22 : 579-88.
- Lafontaine M, Payan JP, Delsaut P, Morele Y - Polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in an artificial shooting target factory: assessment of 1-hydroxypyrene urinary excretion as a biological indicator of exposure. *Ann Occup Hyg*. 2000 ; 44 (2) : 89-100.
- Lafontaine M - Utilisation des métabolites urinaires pour l'estimation et la prévention du risque HAP. *Bull Inf Santé Environ*. 2008 ; 19 (5) : 32-35.
- Leroyer A, Jeandel F, Maitre A, Howsam M et al. - 1-Hydroxypyrene and 3-hydroxybenzo[a]pyrene as biomarkers of exposure to PAH in various environmental exposure situations. *Sci Total Environ*. 2010 ; 408 (5) : 1166-173.
- Lutier S, Maître A, Bonneterre V, Bicout DJ et al. - Urinary elimination kinetics of 3-hydroxybenzo(a)pyrene and 1-hydroxypyrene of workers in a prebake aluminum electrode production plant: Evaluation of diuresis correction methods for routine biological monitoring. *Environ Res*. 2016 ; 147 : 469-79.
- Naphthalene. Update 2013. In: Documentation of the TLVs and BEIs with Worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH ; 2020.
- Nikolova-Pavageau N, Pillière F - Cartographie des expositions aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) par secteur d'activité : focus sur la surveillance biologique des expositions professionnelles. Grand angle TC 162. *Réf Santé Trav*. 2018 ; 154 : 41-63. Doc INRS **TC 162** ¹.

- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. In: Lauwerys RR, Hoët P. Industrial chemical exposure: Guidelines for biological monitoring. 3rd edition. Boca Raton : Lewis Publishers, CRC Press LLC ; 2001 : 291-315, 638 p.
- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Update 2017. In: Documentation of the TLVs and BEIs with Worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH ; 2020.
- Preuss R, Drexler H, Böttcher M, Wilhelm M et al. - Current external and internal exposure to naphthalene of workers occupationally exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons in different industries. *Int Arch Occup Environ Health*. 2005 ; 78 (5) : 355-62.
- Preuss R, Rossbach B, Wilhelm M, Brüning T et al. - External and internal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) among workers in the production of fire-proof materials - proposal of a biological monitoring guidance value. *Int J Hyg Environ Health*. 2006 ; 209 (6) : 575-80.
- Quatrième rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada. Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé, Cycle 4 (2014 à 2015). Santé Canada, 2017 (<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/contaminants-environnementaux/quatrieme-rapport-biosurveillance-humaine-substances-chimiques-environnement-canada.html>).
- Rossbach B, Preuss R, Letzel S, Drexler H et al. - Biological monitoring of occupational exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) by determination of monohydroxylated metabolites of phenanthrene and pyrene in urine. *Int Arch Occup Environ Health*. 2007 ; 81 (2) : 221-29.
- Rossella F, Campo L, Pavanello S, Kapka L et al. - Urinary polycyclic aromatic hydrocarbons and monohydroxy metabolites as biomarkers of exposure in coke oven workers. *Occup Environ Med*. 2009 ; 66 (8) : 509-16.
- Talaska G, Thoroman J, Schuman B, Käfferlein HU - Biomarkers of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in European coke oven workers. *Toxicol Lett*. 2014 ; 231 (2) : 213-16.
- Yamano Y, Hara K, Ichiba M, Hanaoka T et al. - Urinary 1-hydroxypyrene as a comprehensive carcinogenic biomarker of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a cross-sectional study of coke oven workers in China. *Int Arch Occup Environ Health*. 2014 ; 87 (7) : 705-13.

¹ <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=TC%20162>

Bibliographie générale

- TLVs and BEIs based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. 2022. Cincinnati : ACGIH ; 2022 : 285 p.
- List of MAK and BAT Values. Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (https://www.dfg.de/en/dfg_profile/statutory_bodies/senate/health_hazards/index.html).
- National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals. Biomonitoring Data Tables for Environmental Chemicals. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (<https://www.cdc.gov/exposurereport/>).

Pour en savoir plus

Renseignements utiles pour le dosage de 1-Hydroxypyrrène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	<p>1-Hydroxypyrrène urinaire (après hydrolyse) : 0,3 µg/g. de créatinine (non-fumeurs) en fin d'exposition ou fin de poste, après plusieurs postes en cas d'exposition à long terme (Valeur de référence dans la population en âge de travailler non professionnellement exposée) (valeur BAR, 2012) [G2]</p> <p>1-Hydroxypyrrène urinaire : 0,4 µg/L (0,4 µg/g de créatinine) chez les non-fumeurs ; 1,1 µg/L (0,9 µg/g de créatinine) chez les fumeurs (95^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [G3]</p> <p>1-Hydroxypyrrène urinaire : 0,8 µg/L (95^{ème} percentile) (FIOH, 2011-2012)</p> <p>1-Hydroxypyrrène urinaire : 0,15 µmol/mol de créatinine (280 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et 0,1 µmol/mol de créatinine (190 ng/g. de créatinine) (90^{ème} percentile) chez les non-fumeurs (Lafontaine M, 2006)</p> <p>1-Hydroxypyrrène urinaire : 0,53 µmol/mol de créatinine (1022 ng/g. de créatinine) (valeur maximale) et 0,3 µmol/mol de créatinine (570 ng/g. de créatinine) (90^{ème} percentile) chez les fumeurs (Lafontaine M, 2006)</p> <p>1-Hydroxypyrrène urinaire : 0,04 µmol/mol de créatinine (médiane) (Leroyer A, 2010)</p>
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	<i>valeur non déterminée</i>
VBI européennes (BLV)	<i>valeur non déterminée</i>
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	1-Hydroxypyrrène urinaire (avec hydrolyse) = 2,5 µg/L en fin de poste et fin de semaine, ajusté sur le ratio pyrène/B[a]P du mélange de HAP auquel le salarié est exposé (dernière modification 2017) [G1]
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	<i>valeur non déterminée</i>
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 µmol/L = 218 µg/L
Intervalle de coût	<p>Méthode Chromatographie liquide à haute performance - détecteur de fluorescence : de 40.5 € à 55.0 €, prix moyen 47.83 €</p> <p>Méthode Chromatographie liquide - spectrométrie de masse en tandem : de 21.5 € à 32.4 €, prix moyen 26.95 €</p> <p>Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 12.0 €</p>

Renseignements utiles pour le dosage de 1-Hydroxyfluorène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	<i>valeur non déterminée</i>
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	<i>valeur non déterminée</i>
VBI européennes (BLV)	<i>valeur non déterminée</i>
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	<i>valeur non déterminée</i>
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	<i>valeur non déterminée</i>
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 µmol/L = 182 µg/L
Intervalle de coût	Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 60.75 €

Renseignements utiles pour le dosage de 2-Hydroxyfluorène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	2-Hydroxyfluorène urinaire : 0,8 µg/L (0,7 µg/g. de créatinine) chez les non-fumeurs ; 5,6 µg/L (3,9 µg/g. de créatinine) chez les fumeurs (95 ^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [3]
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	valeur non déterminée
VBI européennes (BLV)	valeur non déterminée
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	valeur non déterminée
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	valeur non déterminée
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 µmol/L = 182 µg/L
Intervalle de coût	Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : de 12.0 € à 60.75 €, prix moyen 36.38 €

Renseignements utiles pour le dosage de 3-Hydroxyfluorène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	3-Hydroxyfluorène urinaire : 0,3 µg/L (0,3 µg/g. de créatinine) chez les non-fumeurs ; 3 µg/L (2 µg/g. de créatinine) chez les fumeurs (95 ^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [3]
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	valeur non déterminée
VBI européennes (BLV)	valeur non déterminée
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	valeur non déterminée
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	valeur non déterminée
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 µmol/L = 182 µg/L
Intervalle de coût	Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 60.75 €

Renseignements utiles pour le dosage de 1-Hydroxyphénanthrène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte	1-Hydroxyphénanthrène urinaire : 0,5 µg/L (0,5 µg/g. de créatinine) chez les non-fumeurs ; 0,8 µg/L (0,6 µg/g. de créatinine) chez les fumeurs (95 ^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [3]
VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES)	valeur non déterminée
VBI européennes (BLV)	valeur non déterminée
VBI américaines de l'ACGIH (BEI)	valeur non déterminée
VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW)	valeur non déterminée
Moment dans la semaine	fin de semaine
Moment dans la journée	fin de poste
Facteur de conversion	1 µmol/L = 194 µg/L

Intervalle de coût _____ Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 60.75 €

Renseignements utiles pour le dosage de 2-Hydroxyphénanthrène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte _____ 2-Hydroxyphénanthrène urinaire : 0,3 µg/L (0,2 µg/g. de créatinine) chez les non-fumeurs ; 0,4 µg/L (0,4 µg/g. de créatinine) chez les fumeurs (95^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [3]

VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) _____ valeur non déterminée

VBI européennes (BLV) _____ valeur non déterminée

VBI américaines de l'ACGIH (BEI) _____ valeur non déterminée

VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW) _____ valeur non déterminée

Moment dans la semaine _____ fin de semaine

Moment dans la journée _____ fin de poste

Facteur de conversion _____ 1 µmol/L = 194 µg/L

Intervalle de coût _____ Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 60.75 €

Renseignements utiles pour le dosage de 3-Hydroxyphénanthrène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte _____ 3-Hydroxyphénanthrène urinaire : 0,2 µg/L (0,2 µg/g. de créatinine) chez les non-fumeurs ; 0,6 µg/L (0,5 µg/g. de créatinine) chez les fumeurs (95^{ème} percentile chez les sujets de la population générale de plus de 20 ans), NHANES 2011-2012 [3]

VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) _____ valeur non déterminée

VBI européennes (BLV) _____ valeur non déterminée

VBI américaines de l'ACGIH (BEI) _____ valeur non déterminée

VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW) _____ valeur non déterminée

Moment dans la semaine _____ fin de semaine

Moment dans la journée _____ fin de poste

Facteur de conversion _____ 1 µmol/L = 194 µg/L

Intervalle de coût _____ Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : 60.75 €

Renseignements utiles pour le dosage de 9-Hydroxyphénanthrène urinaire

Valeurs biologiques d'interprétation (VBI) issues de la population générale adulte _____ 9-Hydroxyphénanthrène urinaire : 0,3 µg/L (0,3 µg/g. de créatinine) (95^{ème} percentile) [ECMS, 2017]

VBI françaises (VLB réglementaire, VLB ANSES) _____ valeur non déterminée

VBI européennes (BLV) _____ valeur non déterminée

VBI américaines de l'ACGIH (BEI) _____ valeur non déterminée

VBI allemandes de la DFG (BAT, EKA, BLW) _____ valeur non déterminée

Moment dans la semaine _____ fin de semaine

Moment dans la journée _____ fin de poste

Facteur de conversion _____ 1 µmol/L = 194 µg/L

Intervalle de coût _____ Méthode Chromatographie en phase gazeuse - spectrométrie de masse en tandem : de 12.0 € à 60.75 €
€, prix moyen 36.38 €

Historique

Fiche créée en 2003 - Mise à jour des parties "Bibliographie" en 2020, "Renseignements utiles sur la substance" et "Renseignements utiles pour le dosage" en 2018