

BITUMES: PRODUITS ROUTIERS ET D'ETANCHEITE

RISQUES TOXIQUES

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

SOMMAIRE

	Pages
1. DEFINITIONS	2
1.1 Pour les travaux routiers, on distingue :	2
1.2 Pour les travaux d'étanchéité, on utilise :	3
2. COMPOSITION DES FUMÉES DE BITUMES. CLASSIFICATION	3
3. CONDITIONS D'EXPOSITION TOXIQUE LORS DE L'UTILISATION	4
DES BITUMES	
4. EFFETS SUR LA SANTÉ LIÉS À L'EXPOSITION AUX BITUMES ET FUMÉES...	5
DE BITUMES	
4.1 Effets toxiques à court terme :	5
4.2 Effets toxiques à long terme :	5
5. RÉGLEMENTATION	6
6. MESURES ET ÉVALUATION DES RISQUES	6
6.1 Évaluation de l'exposition. Valeurs de référence.....	7
6.2 Évaluation de l'imprégnation. Valeurs de référence.....	7
1-Hydroxypyrrène urinaire :	8
3-Hydroxybenzo(a)pyrrène urinaire :	8
Naphthols urinaires	8
6.3 Résultats	9
6.4 Conclusion	9
7. ACTIONS PRÉVENTIVES	9
7.1 Prévention collective	9
7.2 Prévention individuelle	10
7.3 Substitution	10
8. POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES HAP ET LES BITUMES	11

INTRODUCTION

Les bitumes constituent l'essentiel des produits noirs actuellement utilisés dans le BTP (travaux routiers, travaux d'étanchéité, travaux hydrauliques). Les bitumes sont des résidus de raffinage du pétrole, utilisés purs ou modifiés, comme liant dans les enrobés routiers, à la concentration de 5 à 10 % mélangés à des granulats de taille variable.

Les produits pétroliers ont supplanté progressivement depuis les années 70, les brais et les goudrons issus de la houille qui ne sont plus du tout utilisés en France en technique routière.

Les bitumes proviennent de la distillation fractionnée du pétrole.

Ce matériau brun foncé ou noir, très visqueux et élastique, est intéressant pour son pouvoir adhésif et résistant à l'eau.

Il se présente sous forme pâteuse ou solide qui peut être liquéfiée par la chaleur ou l'ajout de fluidifiants.

1. DEFINITIONS :

1.1 Pour les travaux routiers, on distingue :

- les bitumes purs :

que l'on définit en plusieurs classes en fonction de leurs différentes caractéristiques (viscosité, pénétrabilité, point de ramollissement...). Les plus utilisés en France sont classés par leur dureté croissante : 35/50, 50/70, 70/100, 160/220. Ce sont des produits non étiquetés.

- les bitumes oxydés ou bitumes soufflés :

bitumes dont les propriétés rhéologiques ont été modifiées par réaction avec l'air, à des températures élevées.

- les bitumes fluidifiés ou « cut back » :

bitumes additionnés de diluants pétroliers en vue d'abaisser leur viscosité.

On en distingue 3 types selon la fluidité et la vitesse de séchage :

- lente type SC (slow curring)
- moyenne type MC (medium curring)
- rapide type RC (rapid curring)

En France, le plus utilisé est de type MC (bitume 70/100, fluidifié par 40 % de kérosène).

- les bitumes fluxés :

bitumes amollis par l'addition d'huile de fluxage de faible volatilité (en général, mélange d'huile d'origine pétrolière, d'huile végétale, colza...).

- les bitumes modifiés :

bitumes dont on a modifié les propriétés par l'ajout d'agents chimiques: caoutchouc naturel, élastomères de synthèse, soufre, composés organo-métalliques, pigments...

- les bitumes composés :

bitumes-goudrons, bitumes-brais dans lequel le bitume représentait plus de 50 % (actuellement ne sont plus utilisés même en revêtement anti-kérosène résistant aux carburants).

- les émulsions de bitumes :

dispersion de bitume dans l'eau à l'aide de produits émulsifiants ou de tensio-actifs (amines grasses). Elles contiennent 50 à 69 % de bitumes et peuvent être acides (ajout d'acide chlorhydrique, acide acétique...) ou basiques.

- l'asphalte :

mélange de bitume (7 à 14 %), de granulats et de poudres minérales (filler ou fines).

Il contient parfois de la poudre d'asphalte naturel (roche calcaire ou grès naturellement imprégnés de bitumes : rock asphalt). Il est fabriqué, appliqué à des températures élevées (240°C) et assure une bonne étanchéité (matériau d'aspect lisse, sans aucun vide). Il est utilisé comme revêtement des trottoirs, chaussées, ponts.

- l'enrobé ou enrobé bitumineux :

mélange de bitume (5 à 10 %) et de granulats, fabriqué et appliqué à des températures de 150°C (travaux routiers).

A tous ces bitumes peuvent être ajoutés des dopes d'adhésivité (dérivés aminés).

Selon la température d'application, on distingue :

- l'enrobé à chaud fabriqué aux alentours de 150°C-160°C et mis en œuvre à une température aux alentours de 140°C-150°C au moyen d'un finisher,
- l'enrobé tiède fabriqué aux alentours de 90 à 130°C et appliqué aux alentours de 90°C,
- l'enrobé à froid : mélange de granulat avec une émulsion de bitume mis en œuvre à température ambiante (entretien et réparation de chaussées).

1.2 Pour les travaux d'étanchéité, on utilise :

- pain de bitume, ramolli dans les fondoirs où le produit est chauffé ; procédé encore utilisé selon les régions,
- asphalte, appliqué manuellement,
- rouleaux d'étanchéité (feuilles bitumineuses, membranes bitumineuses) « soudés » au chalumeau,
- verniss bitumineux pour optimiser l'adhérence de la membrane bitumineuse,
- peintures bitumineuses : peintures d'étanchéité. Des expositions aux peintures à base de brais de houille peuvent encore exister lors d'élimination de peintures d'étanchéité par sablage des bateaux dans la marine ou en sous-traitance.

Selon la température d'application on distingue :

- l'asphalte appliqué à des températures de 240°C,
- l'asphalte tiède (ajout d'adjuvants) à des températures de 200°C,
- l'asphalte à basse température (ajout d'adjuvants) à des températures de 180°C.

2. COMPOSITION DES FUMÉES DE BITUMES. CLASSIFICATION.

Les bitumes sont un mélange complexe de nombreux hydrocarbures lourds à l'état solide. Pour être utilisés, ils doivent donc être *amollis par l'ajout de fluidifiants* ou par *chauffage ce qui génère des fumées* à l'origine d'expositions professionnelles et de pollution de l'environnement.

Elles peuvent contenir les composés suivants :

- **HAP dont certains sont cancérogènes¹** : c'est a priori la principale source de danger lors de l'exposition aux fumées. Les températures élevées favorisent l'émission d'HAP penta- et hexacycliques. Les HAP préexistent dans les bitumes en proportion variable, leur libération étant ensuite fonction de la température réelle de mise en œuvre. Ces paramètres combinés aux conditions ambiantes déterminent les niveaux d'exposition.
- **Nombreux hydrocarbures lourds saturés** : paraffiniques en C 50, à l'état de traces.
- **Hydrocarbures légers** : toluène, xylènes, éthylbenzène...provenant des produits ajoutés et des solvants de nettoyage dont des aromatiques émis surtout par les solvants des peintures bitumineuses et les bitumes d'étanchéité.

Divers composants ou produits ajoutés peuvent être retrouvés dans les bitumes. L'amiante, antérieurement fibre de renfort des enrobés et charge de peintures routières peut encore être à l'origine d'expositions lors d'enlèvement d'anciens revêtements. Certains additifs créent un risque supplémentaire : produits soufrés générateurs de dioxyde de soufre ; oxyde ferrique (bitumes rouges), élastomères réticulés, poudre de pneus usagés qui n'apporte pas ici de risque

¹ Benzo-a-pyrène (B-a-p) C2 M2 R2 (UE, C1B M1B R1B selon le CLP) et 2A (CIRC), - Dibenzo-a-pyrène 2A (CIRC), Dibenzo(a,h)pyrène 2B (CIRC), Dibenzo(a,i)pyrène 2B (CIRC), Benzo-a-anthracène C2 (UE, C1B selon le CLP) et 2A (CIRC), dibenzo-a-h-anthracène C2 (UE, C1B selon le CLP) et 2A (CIRC), Cyclopenta(c,d)pyrène 2A (CIRC), Indéno(1,2,3-cd)pyrène 2B (CIRC) Benz(j)acéanthrylène 2B (CIRC) Benz(a)anthracène 2B (CIRC), Benzo(b)fluoranthène 2B (CIRC), Benzo(j)fluoranthène 2B (CIRC), Benzo(k)fluoranthène 2B (CIRC), Benzo(c)phénanthrène 2B (CIRC), Dibenz(a,h)acridine 2B (CIRC), Dibenz(a,j)acridine 2B (CIRC), 7H dibenzo(c,g)carbazole 2B (CIRC), (non cancérogène) - Naphtalène C3 (UE-29^{ième} ATP, C2 selon le CLP) et 2B (CIRC).

toxique notable surajouté. Les bitumes d'étanchéité peuvent être additionnés de fibres de verre, de polyester et les peintures bitumineuses de noir de fumée, de paillettes d'aluminium et de divers pigments.

Les goudrons et brais dérivés de la houille sont classés cancérogènes pour l'Homme groupe 1 par le CIRC et C1 par l'UE (C1A selon le CLP) du fait de leur concentration en HAP cancérogènes.

Les *bitumes d'origine pétrolière qui sont moins riches en HAP* « classiques » (non hétérocycliques) que les goudrons (rapport 1/1000), *ne sont pas classés cancérogènes (UE, CIRC)*. La concentration en HAP dans les bitumes dépend de leur provenance, des procédés de fabrication et de l'ajout de fluxants. Ils renferment aussi des HAP hétérocycliques aromatiques notamment soufrés, tels les benzothiophènes pouvant participer à l'action génotoxique.

La composition des produits utilisés pour les travaux routiers a évolué ces dernières décennies. *L'utilisation des goudrons puis celle des bitumes qui les ont progressivement remplacés depuis 1970 correspond à deux périodes bien distinctes quant au risque d'exposition aux HAP, beaucoup plus présents dans les goudrons que dans les bitumes.* L'exposition aux HAP due aux fumées de bitumes diminue régulièrement, notamment depuis 1985 : l'amélioration est actuellement de 6 % par an.

Les « bitumes raffinés à la vapeur, résidu du crackage, raffinés à l'air » utilisés dans les techniques routières et dans les travaux d'étanchéité, sont classés en catégorie 3 par le CIRC.

Les « extraits de bitume » classés en catégorie 2B par le CIRC sont des extraits solvantés de laboratoire, qui ne sont pas utilisés pour les travaux routiers ni pour les travaux d'étanchéité.

3. CONDITIONS D'EXPOSITION TOXIQUE LORS DE L'UTILISATION DES BITUMES.

Le niveau d'exposition aux fumées et aux HAP qu'elles contiennent dépend essentiellement :

- de la *température d'épandage* : *le risque d'exposition aux HAP augmente à partir de 160°*. L'émission de fumées est quasi nulle quand il s'agit d'enduits à 60°C dits « à froid » et des procédés « tièdes » à 110°C. En étanchéité, la température d'application ne doit pas dépasser 200°C (règlement REACH). Quand on augmente de 10°C la température d'application du bitume, on double la quantité de fumées émises,
- des *conditions d'épandage* (chaleur, milieu confiné) qui peuvent inciter le salarié à se dévêtir et par conséquent accroître son exposition aux fumées.

Les postes potentiellement exposés aux fumées de bitumes regroupent :

- les ouvriers des travaux routiers : conducteur de la répandeuse, régleur de niveau du finisher, conducteur du finisher, gravillonneur, tireur au râteau, asphaltteur ;
- les ouvriers de l'étanchéité.

Les bitumes d'étanchéité utilisés sont souvent « soufflés » (oxydés). Ils sont au départ moins riches en HAP qu'un bitume non traité donc malgré la température d'épandage plus élevée, l'exposition des étancheurs et asphaltteurs peut ne pas être supérieure à celle des ouvriers du bitume routier. L'exposition peut être supérieure en milieu confiné (réalisation de parkings souterrains par exemple).

Certaines pratiques augmentent l'exposition aux HAP : recyclage de revêtements anciens, ayant pu contenir du goudron ou des dérivés de la houille, dans la centrale à enrobés ou utilisation du fondoir à bitumes pour les travaux d'étanchéité à des températures élevées. On peut observer dans ces deux cas l'émission de fumées jaunes verdâtres caractéristiques des HAP.

Attention : l'exposition aux HAP des ouvriers du bitume peut provenir de l'utilisation de *gasoil* et de *fioul domestique* ou *mazout*, comme *anti-adhérents* pour les nettoyages des engins et outils recouverts de bitume chaud.

Bien que l'usage du mazout comme carburant (reconnaisable à sa couleur rose) soit interdit, il est encore utilisé. Son utilisation à la place du gasoil pour des raisons économiques (fiscalité moindre sur le mazout), expose davantage les opérateurs aux composés soufrés moins présents dans le gasoil qui est mieux désulfuré.

Voir au chapitre « PREVENTION » la solution apportée par la mise sur le marché en 2010 du « gazole non routier ».

Ces produits peuvent en effet dégager des hydrocarbures dont le naphthalène, HAP cancérigène possible pour l'Homme, très volatil à température ambiante, ainsi que certains composés soufrés à l'origine d'exposition respiratoire et transcutanée des opérateurs.

Voies d'introduction des fumées de bitumes dans l'organisme : les composants des fumées pénètrent dans l'organisme par *voie respiratoire* (en particulier en espace clos) et par *voie transcutanée* (projection ou contact direct à partir des vêtements imprégnés ou des aérosols qui retombent sur la peau).

L'exposition cutanée aux HAP a fait l'objet d'une étude en 2009 chez 24 travailleurs de l'asphalte en Italie. Elle a montré que le phénanthrène, le pyrène et le benzo(a)pyrène sont les composés les plus représentatifs de l'exposition transcutanée et le poignet serait le meilleur site pour évaluer cette voie d'exposition.

4. EFFETS SUR LA SANTÉ LIÉS A L'EXPOSITION AUX BITUMES ET FUMÉES DE BITUMES.

4.1 Effets toxiques à court terme :

L'exposition aux fumées de bitumes peut provoquer : symptômes irritatifs oculaires, ORL et respiratoires, nausées, maux de tête, inappétence et fatigue.

Les bitumes peuvent être à l'origine de **brûlures thermiques** cutanées en cas de projection. Lors d'exposition concomitante au soleil, ils peuvent également provoquer dès la première exposition des **brûlures phototoxiques** dépendantes de la quantité de fumées et de rayonnement UV. Les éruptions cutanées d'aspect « coup de soleil » sont strictement localisées aux régions exposées. L'évolution est le plus souvent favorable mais ces lésions peuvent aussi secondairement se cancériser d'où l'intérêt de surveiller l'évolution des cicatrices laissées par d'anciennes brûlures phototoxiques.

Les bitumes sont également **photosensibilisants** (DMT N° 97 1^{er} Trim. 2004) et peuvent majorer les effets d'une exposition aux UV. Les lésions de type retardé surviennent après un certain temps de latence, indépendamment de la quantité de fumées et de rayonnements. L'aspect est celui d'un eczéma aigu qui peut déborder les zones photo-exposées.

4.2 Effets toxiques à long terme :

- **Irritation respiratoire, bronchite**
- **Effets cancérigènes qui pourraient provenir des HAP des bitumes, le point :**

Comme pour l'ensemble des dérivés pétroliers, les bitumes contiennent certaines molécules complexes, paraffiniques, naphthéniques, aromatiques, polyaromatiques. Un certain nombre d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dont le *benzo(a)pyrène* et le *dibenzo(a,h)anthracène* sont classés par l'Union Européenne en cancérigène type 2 (=1B selon le règlement CLP², cancérigène probable pour l'Homme).

D'autres composés aromatiques dits hétérocycliques, comme le *benzo-naphtho-thiophène* et des HAP substitués peuvent présenter une activité génotoxique.

Cependant à ce jour, le CIRC n'a pu mettre en évidence de liens épidémiologiques entre cancers pulmonaires et du larynx et exposition professionnelle aux bitumes : cf. l'étude européenne cas-témoins 1995-2009 sur 80 000 personnes dont 30 000 ouvriers routiers de 8 pays.

Le carcinome cutané (ancien épithélioma) MP 16 bis, dû à l'exposition aux goudrons et brais de houille n'a pas été décrit lors de l'exposition aux bitumes.

² Règlement CLP 1272/2008

³ "Dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in asphalt workers" Sylvia Fustinoni Occup Environ Med 2010;67:456-463
sylvia.fustoni@unimi.it

Concernant les HAP hétérocycliques : bien que les études épidémiologiques ne montrent pas de lien entre les expositions aux fumées de bitume et l'apparition de cancers professionnels, les HAP hétérocycliques restent cependant à étudier, les dangers qu'ils représentent étant peu connus chez l'Homme.

En effet, expérimentalement chez les rats exposés aux fumées de bitumes³ a été décrite la formation au niveau de l'ADN des cellules pulmonaires, d'adduits vraisemblablement dus aux hétérocycles soufrés très présents dans les bitumes.

5. REGLEMENTATION

Le décret 2003-1254 du 23/12/2003 recodifié sur les risques chimiques s'applique selon les produits utilisés (R 4412-1 à R4412-58 du Code du Travail), tenir compte des additifs, produits recyclés... et de la température d'application qui influe sur la quantité de fumées émises.

Le décret CMR 2001-97 du 1/02/2001 recodifié peut s'appliquer selon les produits utilisés (article R4412-59 à R4412-93 du Code du Travail)

Il est nécessaire d'assurer la formation des personnels aux dangers dans ce secteur d'activité lors des différentes phases de travail et de renouveler les informations sur les actions préventives en concevant des notices d'information sur les risques et les moyens de prévention.

Selon les produits utilisés et les résultats de l'évaluation des risques :

- fiche d'exposition pour chaque salarié,
- surveillance médicale renforcée,
- attestation d'exposition individuelle, remise au salarié lors de son départ de l'entreprise,
- suivi post-exposition et/ou post-professionnel.

6. MESURES ET ÉVALUATION DES RISQUES

L'évaluation des risques implique l'étude des *fiches de données de sécurité et des conditions d'épandage* de manière à en déduire les composés à analyser.

Dans les travaux routiers, l'évolution des produits noirs mis en œuvre (dérivés de la houille remplacés par des dérivés pétroliers beaucoup moins riches en HAP) amène à réexaminer la pertinence des traceurs classiquement utilisés. En effet, si les HAP et principalement le benzo(a)pyrène sont des paramètres bien adaptés à l'évaluation des risques cancérigènes dus aux dérivés de la houille, ils ne reflètent pas les risques dus aux dérivés pétroliers actuellement utilisés.

Les expositions faibles de HAP actuellement rencontrés peuvent conduire à conclure, de manière erronée, à l'absence de tout risque toxique d'où l'intérêt possible de l'utilisation du dosage dans l'air des fumées globales « asphalt fumes » pratiquée aux USA en vue d'évaluer les risques d'irritation respiratoire et de bronchite.

Congrès de Médecine du Travail BTP de Blois 06/09

www.congres-btp-blois2009.fr/Docs/ANNALES_Blois2009.pdf

6.1 Evaluation de l'exposition. Valeurs de référence.

- *Métrologie des fumées globales par la fraction « soluble solvant »* inspirée de la méthode NIOSH utilisée aux USA : sera proposée fin 2011 par l'INRS. La valeur de référence NIOSH (fumées globales) soit TLV TWA ACGIH est 0,5 mg/m³. Cette technique certes peu spécifique n'apporte pas d'évaluation précise du risque mais elle peut présenter un intérêt dans l'évaluation des risques respiratoires non cancérigènes étant donné le manque de représentativité des HAP classiques.

³ TPM (total particulate matter) = 50 mg/m³

- *Métriologie des HAP*⁴. Fiche MétroPol 011 « Hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) » : possibilité de doser dans l'air les principaux HAP* (18 disponibles). La recommandation CNAM concerne le dosage du benzo(a)pyrène. Le pyrène, HAP non cancérigène, est un marqueur en général présent en quantité significative dans les mélanges d'HAP industriels mais sans proportionnalité avec les HAP cancérigènes. A ce jour, les formes alkylées, oxygénées et soufrées des HAP ne sont pas évaluables.
- *Métriologie des hydrocarbures totaux*⁵ Fiche MétroPol 055 « Mélange des vapeurs d'hydrocarbures C6-C12, ensemble des vapeurs »: à pratiquer éventuellement lors de l'utilisation de peintures bitumineuses. Ils proviennent surtout des additifs et solvants de nettoyage.

Le dosage spécifique du naphthalène

Hydrocarbure volatil à température ambiante et provenant principalement de l'utilisation de fioul et gazole, peut être demandé spécifiquement sur le même prélèvement. C'est actuellement l'HAP le plus représentatif de l'exposition cancérigène liée à l'activité du bitume routier.

6.2 Evaluation de l'imprégnation. Valeurs de référence.

Le dosage de métabolites urinaires des HAP présente l'intérêt de refléter l'exposition aux HAP ayant pénétré dans l'organisme par la voie respiratoire mais aussi la voie cutanée. L'interprétation des résultats sur le plan professionnel qui doit intégrer les notions de consommation de tabac et de consommation d'aliments grillés ou fumés, la prise de médicaments devient délicate pour les bas niveaux d'imprégnation actuels dans l'activité des bitumes voisins de ceux de la population générale.

Référence : Fiches BIOTOX correspondantes.

- Dosage du *1-hydroxypyrene urinaire (1-OHP)* :
Métabolite du pyrène (HAP non cancérigène) utilisé comme marqueur d'exposition récente aux HAP, plus ou moins influencé par le tabagisme. Son dosage isolé n'est pas représentatif de l'imprégnation par les HAP cancérigènes mais il reste le plus prescrit.
Recueil des urines 3 à 6 heures après la fin du dernier poste hebdomadaire complet exposé, l'exposition transcutanée retardant les pics d'excrétion.
- Dosage du *3-hydroxybenzo-a-pyrène urinaire (3-OH BaP)* :
Métabolite du Benzo(a)pyrène (HAP cancérigène). Ce dosage est actuellement considéré comme le plus représentatif des HAP pentacycliques cancérigènes mais les concentrations sont souvent « non décelées » chez les ouvriers routiers.
Recueil des urines 16 heures environ après la fin du dernier poste hebdomadaire complet exposé, (donc le lendemain matin) pour évaluer l'exposition de la semaine.
- Dosage des 1 et 2 naphthols (α et β naphthols) :
Métabolites du naphthalène (HAP cancérigène possible), ils constituent des marqueurs très sensibles de l'exposition à ce composé volatil mais aussi très bien absorbé par voie cutanée. Bien corrélés à l'exposition au niveau d'un groupe mais il existe de grandes variations individuelles.
Recueil des urines 16 heures environ après la fin du dernier poste hebdomadaire complet exposé, (donc le lendemain matin) pour évaluer l'exposition de la semaine.

Pour l'ensemble de ces paramètres d'imprégnation, *un dosage supplémentaire sur recueil des urines avant la prise de poste, lors de la première exposition hebdomadaire après 48h sans exposition, est recommandé pour mesurer les niveaux de base (DP).*

La réalisation de ces 4 analyses nécessite donc au total 3 recueils : DP, FP+3 à 6H, FP+16h.

⁴ Benzo-a-pyrène (B-a-p) Recommandation CNAM 0,15 µg/m³. *Benzo-a-anthracène * Dibenzo-a-h-anthracène : sans valeur limite fixée à ce jour *Naphthalène VME 50mg/m³ 10 ppm * Pyrène : HAP non cancérigène sans valeur de référence.

⁵ HC totaux C6 C12: VME 500 mg/m³ .Prélèvement sur charbon actif

Noter que l'INRS propose le dispositif « URIPREL HAP » où des cartouches permettent le prélèvement, la conservation et le transport des échantillons au laboratoire.

- *Valeurs de référence des tests d'imprégnation.*

Les valeurs indiquées sont celles de BIOTOX (2010) INRS, sauf pour 1+2 Naphtols urinaires.

L'interférence due à la consommation de tabac et aliments grillés ou fumés est essentielle à prendre en compte pour l'interprétation des résultats.

❖ *1-Hydroxypyrrène urinaire :*

Il n'existe pas à ce jour de valeur guide unique française ou étrangère pour tous les secteurs professionnels. La valeur indiquée par l'ACGIH 0,05 $\mu\text{mol/mol}$ de créat soit 1 mg/L en fin de poste et fin de semaine comme seuil d'une exposition professionnelle n'est pas applicable aux travaux du bitume (interférence environnementale).

Valeurs de référence dans la population générale :

Non fumeurs < 0,15 $\mu\text{mol/mol}$ de créat soit 280 ng/g de créat

Fumeurs < 0,53 $\mu\text{mol/mol}$ de créat soit 1022 ng/g de créat

❖ *3-Hydroxybenzo(a)pyrrène urinaire :*

Il n'existe pas à ce jour de valeur guide française ou étrangère en milieu professionnel.

L'INRS propose la valeur seuil de 0,40 nmol/mol de créat soit 0,95 ng/g de créat en début de poste le 5^{ème} jour pour l'imprégnation correspondant à la valeur limite d'exposition au B(a)pyrrène recommandée par la CARSAT de 150 ng/m³.

Valeurs de référence dans la population générale :

Non fumeurs < 0,05 nmol/mol de créat soit < 0,12 ng/g de créat

Fumeurs < 0,1 nmol/mol de créat soit < 0,24 ng/g de créat

❖ *Naphtols urinaires*

Valeurs de référence dans la population générale :

1-Naphtol urinaire < 4 $\mu\text{g/L}$ chez les non fumeurs, 95^{ème} percentile (< 40 $\mu\text{g/L}$ chez les fumeurs, 95^{ème} percentile).

2-Naphtol urinaire < 10 $\mu\text{g/L}$ chez les non-fumeurs, 95^{ème} percentile (< 30 $\mu\text{g/L}$ chez les fumeurs 95^{ème} percentile).

(1+2)-Naphtols urinaires < 10,9 $\mu\text{g/L}$ chez les non fumeurs et < 40,3 $\mu\text{g/L}$ chez les fumeurs (Valeurs ANGERER 2004)

6.3 Résultats

Une étude conjointe de la CRAM de Nantes et de l'INRS a montré en 2001 un niveau bas de HAP « classiques » dans l'air et de leurs métabolites urinaires lors des travaux routiers correspondant au maximum à ceux des témoins non exposés fumeurs⁶ ou consommateurs d'aliments grillés.

Depuis cette date ces niveaux d'imprégnation relativement bas ont été confirmés sur le terrain. En pratique lors des travaux routiers les résultats élevés de métabolite du benzo(a)pyrrène et parfois du pyrène sont souvent uniquement ceux des fumeurs. Les métabolites du naphtalène traduisent des expositions professionnelles aux carburants utilisés sur les chantiers. Ils sont également élevés chez les fumeurs.

⁶ Brossard, R. et al. (2003) Arch.mal.pro.64 n°3 pp 157-164. Evaluation de l'exposition aux fumées de bitumes lors de travaux routiers (Note : depuis la publication, les valeurs de référence fumeurs et non fumeurs ont été revues à la baisse)

Lors de travaux utilisant des produits noirs exposants aux HAP (étanchéité dans le BTP et certains chantiers navals) des résultats élevés de 1-hydroxypyrene et de 3 hydroxy B-a-p urinaire peuvent être trouvés.

6.4 Conclusion

Lors des travaux routiers, en l'absence d'outil plus performant, le dosage des fumées globales de bitumes dans l'air pourra être utile pour évaluer les risques respiratoires non cancérigènes après validation de la technique en France. Pour évaluer l'exposition professionnelle aux HAP, le dosage du naphthalène dans l'air semble à ce jour être le plus pertinent. Une exposition à des composés de type HAP soufrés ne peut cependant pas être exclue, mais les paramètres de mesure ne sont pas encore disponibles.

Si des évaluations de risques toxiques dus à l'exposition aux HAP doivent être réalisées, celle de l'imprégnation par les HAP (1(-OHP, 3-OHBP, naphthols), est plus performante que les analyses d'HAP dans l'air.

Lors des travaux d'étanchéité les évaluations d'exposition et d'imprégnation par les HAP restent d'actualité, les températures d'utilisation et les conditions de travail étant variables.

7. ACTIONS PRÉVENTIVES

7.1 Prévention collective

Travaux routiers :

- Appliquer la température la plus basse possible lors de la fabrication et l'application : le fait de diminuer de 10°C la température, divise par 2 la quantité de fumées émises. Privilégier l'application « tiède » (110°C).
- Privilégier les émulsions de bitume permettant la réduction des fumées émises en travaillant « à froid » en dessous de 60°C. Elles peuvent être mises en œuvre dans certaines situations (enrobés en couches de surface : couche « d'accrochage », finitions...).
- Travaux en espace confiné : aspirer les fumées.
- Selon la saison : organiser le travail en décalant les horaires de manière à minimiser la coexposition U.V. + HAP.
- Privilégier les fluxants pauvres en aromatiques (obtenir des teneurs en benzène de l'ordre de 30 à 50 ppm masse)
- Organiser la mécanisation de la mise en œuvre.
- Commander à distance (télécommande dans la cabine avant du véhicule) le débit de la rampe d'épandage : suppression du poste de vannier.
- Équiper les engins de chantier de capteurs de fumées
- Veiller à ne pas utiliser de fioul domestique ni même de gasoil pour les nettoyages et en particulier à ne pas y tremper le râteau. Il existe des produits de substitution pour cet usage (voir « substitution »)

Travaux d'étanchéité :

- Contrôler la température du fondoir à bitumes : ne pas dépasser celle prévue par le fournisseur.
- Privilégier les températures d'application d'asphalte les plus faibles : 180°.
- Choisir quand c'est possible des revêtements de substitution pour les travaux en espace confiné.
- Travaux en espace confiné : aspirer les fumées.
- La mise à disposition d'un extincteur vert (pulvérisation d'eau) est à conseiller pour refroidir rapidement les zones brûlées.

7.2 Prévention individuelle

Se laver régulièrement et prendre une douche après le travail.

- Nettoyer la peau avec des savons sans charges agressives⁷ ; proscrire l'utilisation de solvant, fioul, gasoil, pétrole, white spirit pour cet usage.
- Vêtements de travail ininflammables, propres avec manches et jambes longues. L'entretien de ces vêtements est à la charge de l'employeur, avec information préalable du blanchisseur sur la nature des souillures.
- Protection du visage : visière de la protection de la tête couvrant le visage.

⁷ Nettoyage de la peau, à titre indicatif : SLIG SPEZIAL® (STOCKHAUSEN) - TRAIT AZUR® (SORIFA) pH 6 - BIODERIL® (LAPHI) pour fortes salissures et DERACTIL® (LAPHI) pour salissures tenaces

- Protège nuque
- Chaussures de sécurité avec semelles résistantes à la chaleur et aux agressions chimiques.
- Port de gants à manchette imperméables et infusibles⁸ (protection contre une température modérée), à changer fréquemment.
- Si exposition en milieu confiné, protection respiratoire de classe A2 P3.

7.3 Substitution

- Substituer les fluxants à base de dérivés de houille par des produits a priori peu toxiques tels des dérivés de l'huile de colza
- Produits de substitution pour les nettoyages : esters d'huile de colza dont certains présentent l'inconvénient de faire fondre les semelles de chaussures ou les panneaux en polymères. L'huile de colza, produit le plus économique, a été essayée avec succès comme dégraissant et anti-adhérent.
(les essais avec les terpènes d'orange n'ont pas été concluants quant à leur efficacité, d'autre part ils peuvent être sensibilisants).
- Concernant l'exposition due à l'utilisation du mazout comme carburant des engins de chantier, un nouveau carburant, dont l'utilisation est rendue obligatoire par arrêté au 01/01/2011, a été mis sur le marché par les pétroliers en 2010. Il s'agit du « Gazole non routier » répondant aux spécifications du gazole routier EN590, (en particulier basse teneur en soufre) et auquel sera appliquée la fiscalité du fioul domestique ce qui est incitatif.
- La branche professionnelle étudie de nouveaux produits tel un liant transparent d'origine végétale, dont le coût actuel n'en permet qu'une utilisation restreinte (zones piétonnes).
- *Pour les zones d'avitaillement des aéroports : un produit de substitution des « anti-K », (enrobé résistant au kérosène) aqueux, à appliquer à froid sans aucune émission d'HAP est à l'essai (CRAM Pays de Loire 2005).*
- Choisir si possible pour les parkings en sous-sol et autres milieux confinés, des revêtements sans bitume : béton lissé par exemple.

8. POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES HAP ET LES BITUMES...

CIRC Monographie 92 « HAP polycycliques aromatiques non hétérocycliques et expositions liées » parution janvier 2010

Volume 103 en cours « Bitumes, fumées de bitumes et certains hydrocarbures polycycliques aromatiques hétérocycliques » : les réunions du groupe de travail sont prévues courant 2011.

Site ANSES : saisie en mai 2010 sur le thème : « BITUMES » . l'ANSES évalue les risques pour la santé des travailleurs.

Etude cas-témoins exposition aux bitumes CIRC 1995-2009 .Présentation au congrès de Médecine du travail du BTP à BLOIS 11/12 juin 2009 Dr I.STUCKER- INSERM.

<http://gnmstbtp.free.fr/blois09/pdf/33StuckerAsphalttudy.pdf>
www.congres-btp-blois2009.fr/Docs/ANNALES_Blois2009.pdf

Plaquette CRAM Nord Est « ACTIVITE BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS. L'ASPHALTEUR- APPLICATION D'ASPHALTE CHAUD» Plaquette FT03/2009

http://www.carsat-nordest.fr/index-light.php?op=download_doc&doc_id=1444

⁸Crèmes et gants de protection, à titre indicatif :

- Crèmes de protection cutanée avant le travail qui facilitent ensuite le nettoyage de la peau mais ne remplacent pas les gants : BLICK 1000® (LAPHI) - TRAVABON® ou STOKO PROTECT PLUS® (STOCKHAUSEN). *En période ensoleillée* : crème STOKO U.V 27® (STOCKHAUSEN) ou crème LIBAL spécial U.V® (SORIFA) pour contacts avec brais de houille
 - Gants de haute protection chimique : soit support jersey 100 % coton+ PVC surplastifié : MULTIPLUS®, MULTIPLUS RRM® à renfort molleton ou PETROPLUS® (COMASEC), soit support textile + néoprène multicouche : CHEMZOIL yy® (MAPA PROFESSIONNEL) pour contacts avec produits pétrochimiques chauds
- ... *Liste non exhaustive*

Site tenu par le Groupe Professionnel des bitumes :

<http://www.bitume.info/index.htm>

« Bitumes et cancer » symposium ACGIH -DRESDE 7 et 8 juin 2006.

« La pose de l'asphalte dans la construction des routes ». Notes de sécurité construction décembre 1992. Vademecum du comité national d'action pour la sécurité et l'hygiène dans la construction CNAC.

ANGERER, J., Int.J. Hyg. Env. Health 207 (2004), pp. 441-445 ELSEVIER

BINET, S. et al. (2002). The science of the Total Environment 300 pp. 37-49.

BINET S., BRASSEUR G., LAFONTAINE M., DORNIER G., Bitumes et travaux routiers. Le point des connaissances sur..., INRS, ED 5019.

BROSSARD R., CERTIN JF., GENDRE JC., CALVEZ MJ., KOUTCHEVSKY, L'HOURS P., TREGOAT C., VERHELST C., Evaluation de l'exposition aux fumées de bitumes lors des travaux routiers. Protocole d'étude, applications pratiques et perspectives. Revue de médecine du travail, tome 30, N° 5, p. 46 à 48.

BROSSARD, R. et al. (2003) Arch. mal. prof. 64 n° 3 pp 157-164. Evaluation de l'exposition aux fumées de bitumes lors de travaux routiers (*Note : depuis la publication, les valeurs de référence fumeurs et non fumeurs ont été revues à la baisse*).

FUSTINONI Silvia, CAMPO Laura, MARTINOTTI Irene, BURATTI Marina, LONGHI Omar, FOA Vito, BERTAZZI PierAlberto : « Dermal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in asphalt workers » Occup Environ Med 2010; 67 456-463/2009.

GENEVOIS-CHARMEAU, C. et al. (2001) Polycyclic Aromatic Compounds, vol. 18, n°4 pp 427-450 - INRS ED 5019.

NISSE C., SOYEZ A., GILLET M., TONOLO A., LEJEUNE R., MIGNIEN L., FRIMAT P., Exposition aux hydrocarbures aromatiques polycycliques lors de la pose d'enrobés : enquête pilote. Revue de médecine du travail, tome 24, N° 4, pp 206 à 212.

VU DUC T., HUYNH CK., BINET S., BONNET P. Exposition aux fumées de bitume. Quels risques et à quoi?, Archives des maladies professionnelles, N° 7, pp 584 à 58.