

BITUMES ET PRODUITS ROUTIERS : RISQUES TOXIQUES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

TERMINOLOGIE

Les *bitumes* (« asphalt (1) » aux USA) 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. Pour les travaux routiers des grandes entreprises de BTP le mélange est effectué dans une centrale à enrobés. Pour les travaux de l'asphalte et d'étanchéité on utilise des fondoirs à bitumes. Dans les enduits superficiels la couche de bitume est recouverte d'une couche de gravillons. Dans ce dernier cas ou lors de préparations spéciales, le bitume peut être fluidifié par l'ajout de fluxants (huile de houille riche en HAP encore parfois utilisé ou actuellement esters de colza) ou de fluidifiants (pétrole lampant, kérosène) ou encore émulsionné (eau, tensioactifs).

Les bitumes peuvent aussi servir de base de peinture à pulvériser et de primaire d'étanchéité dans le bâtiment.

Les goudrons et les brais de houille ne sont en principe plus utilisés en France dans les enrobés routiers classiques. Ils peuvent subsister dans des revêtements « anti K » résistants aux carburants, notamment au kérosène dans les zones d'avitaillement des aéroports.

IDENTIFICATION DES DANGERS

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. Les émissions de fumées dépendent de la température d'application. Elles sont quasi nulles quand il s'agit d'enduits à 60°C dits « à froid » et des procédés « tièdes » à 110°C. Elles deviennent plus importantes avec le procédé « classique » à 160°C ou lors des travaux d'asphalte et d'étanchéité vers 240°C.

Composition et toxicité des fumées :

HAP dont certains cancérogènes (2), principale source de toxicité des fumées. Les températures élevées favorisent l'émission d'HAP penta- et hexacycliques dont ceux de cancérogénicité avérée, de même que l'ajout de dérivés lourds d'huile de houille. Les HAP préexistent dans les bitumes en proportion variable, leur libération étant ensuite fonction de la température réelle de mise en oeuvre. Ces paramètres combinés aux conditions ambiantes déterminent les niveaux d'exposition.

Certaines pratiques augmentent l'exposition aux HAP : recyclage de revêtements anciens dans la centrale à enrobés ou utilisation du fondoir à bitumes à des températures beaucoup plus élevées que celles indiquées par le fournisseur avec des émissions de fumées de couleur jaune-verdâtre caractéristiques des HAP.

Les bitumes d'étanchéité souvent « soufflés » sont moins riches en HAP qu'un bitume non traité. Malgré la température d'épandage plus élevée, l'exposition n'est pas supérieure à celle des travaux routiers sauf parfois en milieu confiné.

(1) Asphalte en français : 10% environ de bitume additionné d'un mélange de petits et fins granulats pouvant contenir de la poudre d'asphalte naturel ; il est utilisé pour les trottoirs, les ponts...

(2) Benzo-a-pyrène (B-a-p) C2 M2 R2 (CEE), 2A (CIRC), - Benzo-a-anthracène C2 (CEE), 2A (CIRC). Dibenzo-a-h-anthracène C2 (CEE), 2A (CIRC)- Pyrène (non cancérogène) - Naphtalène C3 (CEE-29ième ATP), 2B (CIRC).

20/02/2007

Les bitumes eux-mêmes ne sont pas classés quant à leur pouvoir cancérigène pour l'Homme. Ils sont moins riches en HAP « classiques » que les goudrons. La concentration dans les bitumes dépend de leur provenance et des procédés de fabrication, de même que celle des composés hétérocycliques aromatiques notamment soufrés, tels les benzothiophènes pouvant participer à l'action génotoxique.

Les extraits de bitumes raffinés à l'air ou à la vapeur sont classés 2B CIRC et non classés CEE. Les goudrons et les brais de houille beaucoup plus riches en HAP que les bitumes sont classés 1 CIRC et C1 CEE.

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 générateurs de SO₂ créent un risque supplémentaire.

On peut citer l'oxyde ferrique (bitumes rouges), des élastomères réticulés, de la poudre de pneus usagés qui n'apportent pas ici de risque toxique notable. 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.

L'utilisation très répandue de **fioul domestique** (rose) pour certains nettoyages peut être à l'origine du passage transcutané d'hydrocarbures et d'exposition respiratoire au naphthalène et à certains composés soufrés, moins présents dans le gasoil qui est mieux désulfuré mais peu utilisé pour des motifs économiques.

CONDITIONS D'EXPOSITION AUX BITUMES. EFFETS SUR LA SANTÉ

Effets à court terme :

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

La coexposition fumées de bitumes + ultraviolets, de même que la projection sur les parties découvertes de la peau de certains bitumes chauds ou froids, riches en HAP, peuvent être à l'origine de brûlures phototoxiques.

Effets à long terme :

Les HAP, principale source de toxicité chronique des fumées, pénètrent dans l'organisme par voie transcutanée (projection ou contact direct à partir des vêtements imprégnés ou des aérosols qui retombent sur la peau) et par voie respiratoire (inhalation de poussières fines ou fumées, en particulier en espace clos).

La chaleur augmente l'émission de fumées, incite le salarié à se dévêtir et par conséquent accroît l'exposition.

Les plus exposés aux HAP sont les postes d'épandage en milieu confiné, et lors des travaux routiers le gravillonneur, le réglleur à l'arrière de la répandeuse, parfois le conducteur.

Le conducteur du finisher qui nettoie l'avant de l'engin au fioul et les opérateurs qui y trempent le râteau recouvert de bitume chaud sont les plus exposés au naphthalène très volatil et aux composés soufrés.

Effets cancérigènes chez l'Homme : 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.

Les HAP peuvent être à l'origine d'une cancérisation secondaire des zones ayant été le siège de brûlures phototoxiques.

A ce jour, le CIRC n'a pu mettre en évidence de liens épidémiologiques entre cancers pulmonaires et du larynx et exposition professionnelle aux bitumes mais les études sont encore en cours d'évaluation (Monographie n° 92 à paraître).

NIOSH 2001 : certaines données sont en faveur d'une relation entre travaux d'étanchéité et cancer pulmonaire mais le rôle de l'exposition aux bitumes est incertain (présence possible de goudron de houille et d'amiante).

Expérimentalement chez les rats exposés aux fumées de bitumes (1), 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 (études auxquelles participe l'INRS depuis 2000) (2).

MESURES ET ÉVALUATION DES RISQUES

L'évaluation des risques implique l'étude des fiches de données de sécurité et des conditions d'épandage.

Evaluation de l'exposition

Les HAP à deux cycles (naphtalène) se retrouvent en phase gazeuse ; dès quatre cycles, ils se retrouvent également dans la phase particulaire.

- Métrologie des HAP (3) : possibilité de doser dans l'air les principaux* HAP (16 disponibles). Les niveaux d'exposition sont beaucoup plus faibles dans l'activité d'épandage à chaud d'enrobés routiers à base de bitumes (quelques ng/m³ de B-a-p) que dans le cas d'enrobés à base de goudron de houille où l'on pouvait atteindre jusqu'à 5 µg/m³ de B-a-p. 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 ne sont pas évaluables.
- Métrologie des hydrocarbures totaux (4) : à pratiquer éventuellement lors de l'utilisation de peintures bitumineuses ; ils proviennent surtout des additifs et solvants de nettoyage.
- Métrologie des fumées globales par la fraction « soluble solvant » : évaluation de risques tels irritation ou bronchite associés à l'exposition aux fumées. Le benzène est utilisé aux USA (norme ACGIH) ; le dichlorométhane ou le cyclohexane a été utilisé en France (CRAM de NANTES). Cette technique est à ce jour moins spécifique et moins précise que le dosage des HAP.

Evaluation de l'imprégnation à partir des métabolites urinaires des HAP

- Dosage du 1-hydroxypyrene urinaire (5) :
Métabolite du pyrène utilisé comme marqueur d'exposition récente aux HAP, plus ou moins influencé par le tabagisme.
Recueil des urines 3 à 6 heures après la fin du dernier poste hebdomadaire complet exposé (FP) l'exposition transcutanée retardant les pics d'excrétion.
- Dosage du 3-hydroxybenzo-a-pyrène urinaire (5) (6) :
Métabolite du B-a-p (HAP cancérigène). Ce dosage est actuellement considéré comme le plus représentatif des HAP pentacycliques cancérigènes.
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. Le tabagisme et la consommation d'aliments grillés ou fumés influencent les résultats lors de faibles expositions professionnelles.

(1) TPM (total particulate matter)=50 mg/m³.

(2) Cf. INRS ED 5019 :

-Genevois-Charmeau, C. et al.(2001) Polycyclic Aromatic Compounds ,vol 18,n°4 pp 427-450

-Binet,S.et al. (2002) The science of the Total Environment 300 pp37-49.

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

Prélèvement sur cassette à membrane quartz ou fibres de verre et résine XAD2 (phase particulaire et aérosol).

(4) HC totaux C6 C12: VME 500 mg/m³ .Prélèvement sur charbon actif.

Valeur guide INRS : (5) BIOTOX (mai 2005).

(6)- 1-Hydroxypyrene :

DP : population générale non fumeurs:inf à 41,4 nmol/mol créatinine soit 80 ng/g créatinine.

DP : population générale fumeurs : inf à 145 nmol/mol créatinine soit 280 ng/g créatinine.

F.P+3h :inf à 1,40 µmol/mol.créatinine soit 2,7 µg/g de créatinine dans le secteur très exposé des cokeries et de l'industrie de l'aluminium (Procédé SÖDERBERG) (LAUWERYS 2001).

(7) - 3-Hydroxy-benzo(a)pyrène

DP : population générale non fumeurs : 0,014 nmol/mol. créatinine soit0,033 ng/g créatinine

DP : fumeurs : moyenne 0,030 nmol/mol. créatinine soit0,071 ng/g de créatinine

5ème jour exposé :F.P+16h :0,40 nmol/mol. créatinine soit 0,95 ng/g de créatinine pour 0,15 µg soit 150 ng de B(a)P/m³ d'air.

- Dosage des 1 et 2 naphhtols (1) :

Métabolites du naphhtalène, constitueraient des marqueurs très sensibles de l'exposition à ce composé. Le moment du recueil (probablement en fin d'exposition) ainsi que la valeur de référence sont à l'étude à l'INRS (2006).

Pour 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 le niveau de base (DP).

La réalisation de ces 2 analyses nécessite donc au total 3 recueils : DP, FP+3 à 4h, FP+16h.

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

En pratique à ce jour, pour évaluer les risques lors des travaux utilisant les bitumes le

1-hydroxypyrrène reste le plus utilisé ; le 3 hydroxy B-a-p urinaire semble plus pertinent.

La réalisation de ces 2 analyses nécessitent donc au total 3 recueils : DP, FP+3 à 4h, FP+16h.

Une étude conjointe de la CRAM de Nantes et de l'INRS a montré en 2001 un niveau bas d' HAP « classiques » dans l'air et de leurs métabolites urinaires lors des travaux routiers correspondant au maximum à ceux des témoins non exposés gros fumeurs (2) ou consommateurs d'aliments grillés. 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.

L'exposition professionnelle aux enrobés entre dans le cadre de situations où l'évaluation du risque chimique par l'employeur est impérative et où l'implication du médecin du travail dans la connaissance et la minimisation de l'exposition est essentielle.

PRÉVENTION

Il est nécessaire d'assurer la formation des personnels aux dangers dans ce secteur d'activité et de renouveler les informations sur les actions préventives .

Prévention collective

1 Travaux routiers :

- Appliquer la température minimale lors de la fabrication et l'épandage (le fait de diminuer de 10°C la température, divise par 2 la colonne de fumées émises). Privilégier l'application « tiède » (110°C).
- Contrôler la température du fondoir à bitumes : ne pas dépasser celle prévue par le fournisseur.
- Utiliser quand c'est possible le procédé d'émulsion à l'eau qui réduit les fumées en permettant de travailler « à froid » en dessous de 60°C. Il peut être mis en œuvre dans certaines situations (enrobés en couches de surface : couche « d'accrochage », finitions...).
- Tenir compte de l'orientation du vent.
- Organiser le travail en décalant les horaires de manière à minimiser la coexposition U.V +HAP.

Valeur guide INRS : (1) J.ANGERER. Int.J.Hyg.Environ.Health 207(2004) ; 441-445.

(2) - 1-Naphtol :	DP	: population générale non fumeurs : 5,5 µmol/mol créatinine soit 7,0 µg/g de créatinine
	DP	: population générale fumeurs : 13,6 µmol/mol créatinine soit 17,3 µg/g de créatinine
- 2-Naphtol :	DP	: population générale non fumeurs : 4,3 µmol/mol créatinine soit 5,4 µg/g de créatinine
	DP	: population générale fumeurs : 12,6 µmol/mol créatinine soit 16,0 µg/g de créatinine
- Naphtols (1+2)	DP	: population générale non fumeurs : 9,8 µmol/mol créatinine soit 12,4 µg/g de créatinine
	DP	: population générale fumeurs : 26,2 µmol/mol créatinine soit 33,3 µg/g de créatinine

(3) 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).

- Commander à distance (dans la cabine) le débit de la rampe d'épandage.
- Veiller à ne pas utiliser de fioul 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
- S'opposer à l'usage du méchoui de fin de chantier où la viande est cuite à l'étouffée dans le fondoir à bitumes.

1 Travaux d'étanchéité en terrasse :

La mise à disposition d'un extincteur vert (pulvérisation d'eau) est à conseiller pour refroidir rapidement les zones brûlées.

1 Travail en espace confiné : aspirer les fumées

Prévention individuelle

- Se laver régulièrement et prendre une douche après le travail.
- Nettoyer la peau avec des savons sans charges agressives (1) ; proscrire l'utilisation de solvant, fioul, gasoil, pétrole, white spirit pour cet usage.
- Vêtements de travail 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 : n'étant pas hydrosolubles, elles nécessitent un nettoyage à sec.
- Port de gants (2) (protection contre une température modérée), à changer fréquemment.
- Si exposition en milieu confiné, protection respiratoire de classe A2 P3.

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 (ex : OLEOFLUX®).
- Produits de substitution pour les nettoyages : dérivés de colza ;terpènes d'orange dont la bonne tolérance individuelle reste à confirmer .
- 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) : à titre indicatif VEGECOL® (COLAS).
- Un produit de substitution des « anti-K », aqueux, à appliquer à froid sans aucune émission d'HAP est à l'essai (CRAM Pays de Loire 2005).

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES BITUMES...



BITUME- INFO - N° 12 mai 2006

<http://www.bitume.info/index.htm> (site consacré aux bitumes tenu par le Groupe Professionnel des bitumes)

(1) 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.

(2) Crèmes 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® (MAPA PROFESSIONNEL) pour contacts avec produits pétrochimiques chauds