

# LE POINT DES CONNAISSANCES SUR...

## Les bitumes

Définition, PRÉVENTION et RÉGLEMENTATION

Les fumées de bitumes contiennent des substances nocives pour la santé. Aussi la prévention doit-elle être particulièrement étudiée afin de préserver la santé des salariés.

Après un détail des mesures élémentaires favorisant la sécurité, les études les plus pointues sur le sujet sont présentées, qu'elles soient menées par l'INRS ou par ses partenaires.

Émission de vapeur pouvant être nocives.

Y. Cousson © INRS

Quelque 3 millions de tonnes de bitume chaud sont répandues chaque année sur les routes de France par les ouvriers affectés aux travaux de revêtement de chaussée ou de construction. Ces bitumes, résidus de distillation du pétrole, contiennent des substances toxiques, en particulier des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont certains sont cancérigènes.

### RISQUES POUR L'HOMME

Lors de leur mise en œuvre, les bitumes sont chauffés et dégagent des fumées nocives pour la santé. Les salariés peuvent être exposés à l'inhalation ou au passage percutané de substances toxiques, la voie percutanée prenant en compte, outre le contact avec des vêtements imprégnés et le contact direct avec le produit (brûlure), la contamination par les aérosols lorsqu'ils retombent sur la peau.

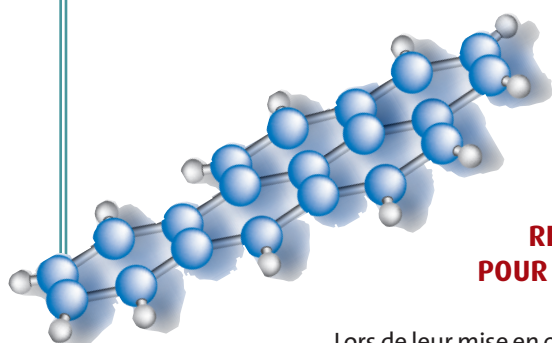
Les risques sont d'autant plus importants qu'il fait chaud, la distillation du produit étant accélérée et les salariés plus enclins à se dévêtir.

### Population concernée

En France, l'industrie des travaux routiers emploie 75 000 salariés dont environ 4 200 sont directement concernés par une exposition aux fumées de bitumes : ce sont les équipes travaillant à la pose d'enrobés avec les finisseurs, ou encore celles qui répandent des enrobés à la main ou des enduits superficiels. La durée d'exposition de ces salariés aux bitumes est évaluée à 1 000 heures par an (données de l'USIRF, Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française).

Différents types d'activités nécessitent l'emploi de nombreux produits regroupés sous la même appellation « bitumes » :

► les travaux de réalisation des étanchéités de terrasse mettent en œuvre des bitumes purs ■■■■



benzo[a]pyrène

# LEXIQUE

**BITUME** - Utilisé comme liant dans les produits routiers, c'est un matériau très visqueux, noir ou brun foncé, provenant généralement de la distillation du pétrole (à noter que le terme « asphalt » nord américain se traduit par bitume).

**GOUDRON** - Fraction visqueuse, brun foncé à noire, générée lors de la combustion de matières organiques telles que la houille, la tourbe ou le bois. Le **goudron de houille**, par distillation, fournit des dérivés huileux pouvant servir comme fluxants des bitumes. Le **brai de houille**, résidu de distillation du goudron, n'est (en principe) plus utilisé dans les travaux routiers.

**FLUXANT** - Produit diluant provenant de la distillation du goudron de houille ou du pétrole, utilisé pour fluidifier les bitumes.

**ASPHALTE** - Mélange de bitume, granulats et poudre minérale plus particulièrement utilisé pour les revêtements de trottoirs, ponts autoroutiers... Il contient parfois de la poudre d'asphalte naturel.

**ENROBÉ** - Revêtement constitué de granulats unis par un liant.

**ÉMULSION** - Dispersion de bitume dans l'eau à l'aide de produits émulsifiants.

portés jusqu'à des températures atteignant 240 °C pour être étalés;

► les opérations de revêtement de la chaussée, qui consistent à déposer directement un enrobé (mélange bitume + granulat) ou bien un enduit superficiel (couche de bitume liquide + gravillonnage), nécessitent l'emploi de produits chauffés entre 130 et 170 °C en fonction de l'utilisation. La réalisation d'enduits superficiels met en jeu des bitumes amollis avec des «fluxants», dont certains sont plus riches en HAP.

Les quantités et natures des substances à risque contenues dans

chaque type de produit sont variables et parfois méconnues des utilisateurs. Elles constituent, au même titre que les températures de répandage, des paramètres qui déterminent les mesures d'hygiène et de sécurité à prendre pour les travailleurs utilisant des produits routiers.

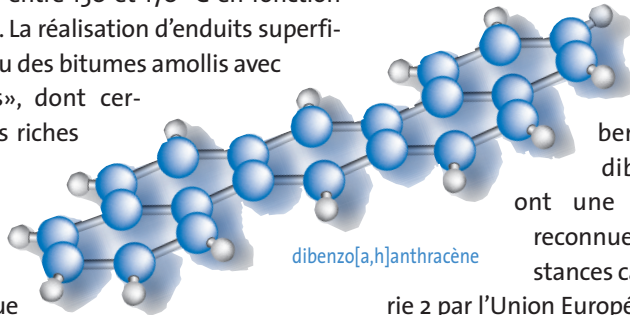
## Effets sur la santé

Parmi les troubles observés, on peut citer des irritations de l'œil, du nez, de la gorge, de la peau et des tissus respiratoires, une augmentation de l'état de fatigue, des céphalées, des nausées, des troubles du sommeil... Certains rapports mentionnent des atteintes non malignes du poumon comme la bronchite, l'emphysème, l'asthme.

Les études épidémiologiques du NIOSH <sup>(1)</sup> montrent que la fatigue, la diminution de l'appétence, l'irritation

oculaire et l'irritation laryngopharyngée sont les symptômes les plus fréquemment observés chez les travailleurs exposés.

Les fumées de bitumes, comme l'ensemble des dérivés pétroliers, contiennent plusieurs centaines de molécules complexes : paraffiniques, naphthéniques, aromatiques, polyaromatiques...



Un certain nombre d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (dont le benzo[a]pyrène ou le dibenzo[a,h]anthracène) ont une activité cancérigène reconnue et sont classés substances cancérigènes de catégorie 2 par l'Union Européenne <sup>(2)</sup>.

D'autres composés aromatiques, parmi lesquels certains hétérocycles (ex : benzonaphthothiophène) ou des HAP substitués peuvent également présenter une activité génotoxique.

## COMMENT PROTÉGER LES HOMMES ? QUELLES MESURES DE PRÉVENTION METTRE EN PLACE ?

### Mesures élémentaires

Face à des agents cancérigènes, mais compte tenu de l'impossibilité actuelle de les extraire des bitumes en vue d'une substitution, il y a lieu de réduire l'exposition à son niveau le plus bas possible : éviter tout contact avec la peau, les yeux, réduire le risque d'inhalation.

Si la réfection des routes a lieu le plus souvent au grand air, il faut, pour toute intervention en



<sup>(1)</sup> « Health effects of occupational exposure to asphalt ». Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), US Department of health and human services, déc. 2000.

<sup>(2)</sup> Les substances cancérigènes sont classées par l'Union Européenne en trois catégories.

1<sup>ère</sup> catégorie : Substances que l'on sait être cancérigènes pour l'homme.

2<sup>ème</sup> catégorie : Substances devant être assimilées à des substances cancérigènes pour l'homme.

3<sup>ème</sup> catégorie : Substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles, mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation suffisante.

Voir les classifications de l'Union Européenne et du CIRC : *Les cancers professionnels, coll. Le point des connaissances sur... ED 5013, INRS.*

milieu confiné (garage souterrain), prévoir une ventilation des lieux.

Le port des vêtements de protection\* (combinaisons, gants, et – dans certains cas – masques et lunettes) est par ailleurs recommandé, quelles que soient les conditions dans lesquelles est effectué le travail ; tout comme l'application des mesures d'hygiène les plus élémentaires : disposer de vêtements propres, se laver les mains régulièrement, prendre une douche immédiatement après le travail.

Enfin, l'information des salariés sur les risques doit être garantie en continu par le biais d'affichages ou par l'organisation de campagnes de sensibilisation et de prévention.

### Évolutions

Des améliorations techniques et la mise au point d'équipements de prévention collective et individuelle ont d'ores et déjà contribué à réduire le risque pour certaines activités. Les opérateurs affectés aux travaux de dépose des enduits superficiels télécommandent désormais les différentes tâches à partir de la cabine.

Précédemment, ils réglait le débit des vannes de coulage à l'arrière de la répandeuse, étant ainsi particulièrement exposés.

- L'émulsion, lorsqu'elle peut être mise en œuvre – en particulier pour la technique des enrobés en couches de surface – présente certains avantages en termes de sécurité : réduction des fumées de

• L'Union Européenne a fixé une **valeur moyenne d'exposition aux fumées de bitumes de 5 mg/m<sup>3</sup>** (8 heures d'exposition par jour).

Aux États-Unis, l'ACGIH a établi une valeur de **0,5 mg/m<sup>3</sup>** (fraction soluble d'aérosol dans le benzène).

En France, la CNAMTS (Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés) recommande une valeur plus spécifique des HAP :

**150 ng/m<sup>3</sup> de benzo[a]pyrène.**

• Les fumées de bitumes renferment des substances cancérigènes. Rappelons que les modalités du **décret n° 2001-97 du 1<sup>er</sup> février 2001** relatif aux substances cancérigènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (dit décret CMR) s'appliquent aux substances notamment classées cancérigènes des catégories 1 ou 2 selon la classification européenne. Il est habituellement considéré qu'il n'existe pas de seuil en deçà duquel le risque de cancer est inexistant. C'est pourquoi les recherches pour atteindre les niveaux d'exposition les plus bas possibles doivent être poursuivies.

bitumes, travail à froid ( en dessous de 60 °C).

- Les dérivés de goudrons de houille tendent à disparaître dans les formulations utilisées, comme les enduits superficiels où sont déjà utilisés des fluidifiants non toxiques tels que l'huile de colza.

### L'ÉTAT DE LA RECHERCHE

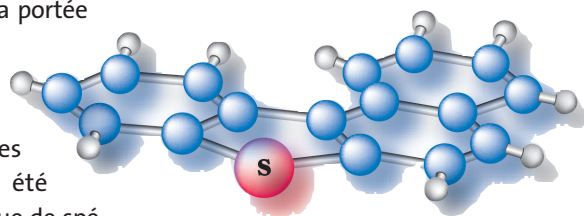
#### Démonstration des effets cancérigènes.

#### Des données chez l'homme...

À la fin des années 80, les études épidémiologiques de E.S. Hansen, menées au Danemark, ont mis en évidence une surmortalité par cancers et maladies respiratoires chez les travailleurs exposés aux fumées de bitumes. Certains biais, en particulier la confusion avec l'exposition des cohortes à d'autres agents, comme les dérivés des goudrons de houille, devaient toutefois atténuer la portée de ces travaux.

En 1994, une étude regroupant l'ensemble des enquêtes épidémiologiques réalisées jusqu'alors a été confrontée à ce même manque de spécificité.

Enfin, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a évalué le risque de cancer du poumon chez les opérateurs exposés aux fumées de bitumes dans plusieurs pays européens. Cette enquête n'a pas permis de mettre en évidence de lien causal entre l'exposition aux bitumes et la survenue d'un cancer du poumon. L'évaluation de l'exposition se heurte en effet à la carence d'information sur l'ensemble des autres facteurs, professionnels ou non, susceptibles d'intervenir. Cette enquête devrait toutefois donner lieu à une étude cas-témoins dans la même cohorte, afin d'apporter des précisions, en particulier sur la carrière professionnelle des salariés ainsi que sur les facteurs extraprofessionnels. Elle permettra également de distinguer les salariés ayant pu dans le passé être exposés à des produits houillers, fréquemment utilisés jusqu'au milieu des années 80.



benzonaphthothiophène

\* Un dossier sur la protection individuelle est consultable en ligne [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).



## Démonstration des effets cancérigènes. Des résultats chez l'animal.

Plusieurs travaux ont été menés par le CIRC et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) sur les conséquences d'une exposition respiratoire et cutanée aux fumées de bitumes chez l'animal.

Des tests in vivo et in vitro ont ainsi permis de repérer des altérations de l'ADN au niveau des poumons et des lymphocytes sanguins. Le mécanisme général de ces modifications génétiques met en cause des composés présents dans les fumées de bitumes qui sont transformés par l'organisme en métabolites

capables de se fixer sur l'ADN et de former des adduits. De tels composés sont dits génotoxiques, en ce sens qu'ils altèrent la molécule d'ADN. Ces altérations peuvent être à l'origine d'erreurs lors de la division cellulaire et donc se révéler mutagènes ou cancérigènes.

Il a été démontré que ces adduits sont différents de ceux résultant d'une exposition aux fumées de goudrons. Cette différence serait vraisemblablement due à une forte concentration de polyaromatiques soufrés dans les bitumes. L'identification de la ou des molécules responsables de l'adduit devrait permettre la recherche d'un indicateur d'exposition. ■

## Les travaux de l'INRS et ses partenaires

### Des données pour l'homme...

Une étude concernant les risques liés aux hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les travaux routiers est en cours, associant l'**USIRF** (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française). Y participent des médecins du travail et des préventeurs des **CRAM** (Bretagne et Pays-de-la-Loire, en particulier). Elle consiste à suivre l'exposition d'opérateurs, déterminée à partir de prélèvements atmosphériques individuels (mesure de 2 HAP traceurs : le pyrène et le benzo[a]pyrène) et de prélèvements urinaires (mesure de 2 métabolites : le 1-hydroxypyrene et le 3-hydroxybenzo[a]pyrène), dans quelques cas représentatifs des diverses situations rencontrées lors de l'utilisation de produits routiers (bitume et dérivés). Une première campagne a eu lieu dans le Finistère en 2001, concernant essentiellement le répandage d'enrobés bitumineux (opérations manuelles ou mécaniques) et d'enduits superficiels. Les résultats correspondants sont encourageants, notamment au plan urinaire puisque les niveaux d'excrétion des deux métabolites ne sont pas supérieurs à ceux d'individus non exposés. Entamée en juin 2002, une seconde campagne devrait notamment prendre en compte des conditions climatiques plus difficiles (vent nul, fortes températures) que celles testées précédemment, ainsi que la réalisation de travaux en milieu confiné.



générateur de fumées de bitume

### ... Des résultats chez l'animal

Afin d'étudier les effets toxicologiques des fumées de bitumes, il est nécessaire de réaliser des dispositifs dans lesquels les animaux (rats, souris) seront exposés. Entre 1994 et 1997, une première étude a été entreprise en collaboration avec le CIRC (Centre international de recherche sur le cancer). Elle comprenait la mise au point d'un générateur de fumées de bitume réalisé aux États-Unis, l'analyse des fumées et l'exposition de rats. Avec ce dispositif, des adduits à l'ADN ont été formés dans les poumons de rats exposés à 50 mg/m<sup>3</sup>. Ces résultats devaient être confirmés pour des concentrations en HAP comparables à celles rencontrées en situation de travail. C'est pourquoi, en 1998-1999, l'INRS a conçu un nouveau générateur. Les conditions de génération ont été sélectionnées dans le but d'obtenir un aérosol stable et reproductible quelle que soit la concentration étudiée (5, 50, 100 mg/m<sup>3</sup>), ainsi que des profils en HAP similaires au terrain. En 1999-2000, l'utilisation de ce dispositif afin de rechercher les effets mutagènes des fumées de bitumes sur des souris transgéniques exposées à 100 mg/m<sup>3</sup> n'a permis l'observation d'aucun adduit ni aucune augmentation de la fréquence de mutants dans l'ADN de poumon. En revanche, l'exposition de rats à 120 mg/m<sup>3</sup> a provoqué la formation d'un adduit confirmant ainsi un risque potentiel déjà révélé par les travaux de 1994-1997. Actuellement, la recherche d'effets mutagènes chez le rat transgénique se poursuit, l'intérêt de l'utilisation de ce modèle animal ayant été démontré.

### Pour en savoir plus

Les travaux de recherche des équipes de l'INRS ont donné lieu à de nombreuses publications sur le sujet dans des revues scientifiques internationales. Pour en savoir plus, contacter Stéphane Binet (stephane.binet@inrs.fr) et Michel Lafontaine (michel.lafontaine@inrs.fr) au centre lorrain de l'INRS.

**AUTEURS** : Stéphane Binet, Grégory Brasseur, Michel Lafontaine, avec Graziella Dornier.

adresses mel : stephane.binet@inrs.fr / gregorybrasseur@inrs.fr / michel.lafontaine@inrs.fr

**COORDINATION** : MARTINE PUZIN

**COLLABORATIONS** : POUR LE SECRÉTARIAT DE RÉDACTION : C. LARCHER  
POUR LES ILLUSTRATIONS : VALÉRIE CAUSSE

**CONTACTS** : Service prévention de votre cram  
INRS, tél. : 01 40 44 30 00.

paru dans Travail et Sécurité, décembre 2002 © INRS  
(Edition mars 2003)