

Brais de houille

Fiche toxicologique n°91

Généralités

Edition Mars 2021

Formule :

Substance(s)

Nom	Détails
Brai de goudron de houille à haute température	Numéro CAS 65996-93-2
	Numéro CE 266-028-2
	Numéro index 648-055-00-5
Poix	Numéro CAS 61789-60-4
	Numéro CE 263-072-4
	Numéro index 648-054-00-X
Brai de goudron de houille à haute température, traité thermiquement	Numéro CAS 121575-60-8
	Numéro CE 310-162-7
	Numéro index 648-056-00-0
Brai de houille à basse température	Numéro CAS 90669-57-1
	Numéro CE 292-651-4
	Numéro index 648-069-00-1

Etiquette



Brai de goudron de houille à haute température

Danger

- H340 - Peut induire des anomalies génétiques
- H350 - Peut provoquer le cancer
- H360FD - Peut nuire à la fertilité. Peut nuire au fœtus

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.

266-028-2

648-054-00-X : Poix (CAS 61789-60-4)

648-056-00-0 : Brai de goudron de houille à haute température, traité thermiquement (CAS 121575-60-8)

648-069-00-1 : Brai de houille à basse température (CAS 90669-57-1)



Danger

H 350 - Peut provoquer le cancer

(Note M : La classification comme cancérigène peut ne pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance contient moins de 0,005 % poids/poids de benzo[a]-pyrène (no EINECS 200-028-5). La présente note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du charbon, visées dans la troisième partie de l'annexe VI du règlement CLP).

Selon l'annexe VI du règlement CLP

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 6]

Les brais de houille sont aujourd'hui principalement utilisés pour la fabrication des électrodes, pour l'industrie de l'aluminium et dans l'électrometallurgie. Ils sont également employés comme agglomérant lors de la fabrication de produits combustibles (boulets, briquettes...) et utilisés lors de la fabrication de charbon actif.

Les brais de houille étaient utilisés comme liant dans les revêtements routiers (1^{ère} moitié du 20^{ème} siècle), comme agent d'isolation, agent scellant et d'étanchéité dans les canalisations en acier ou en fonte, ainsi que pour les toitures et les bateaux (jusque dans les années 1980). Aujourd'hui, la présence des brais de houille dans ces ouvrages rend difficile leur maintenance, leur réparation et leur remplacement car ces opérations sont susceptibles d'exposer les opérateurs aux brais de houille.

Le brai de goudron de houille à haute température (N° CAS = 65996-93-2) fait l'objet d'une interdiction d'utilisation depuis le 4 octobre 2020 au titre de l'annexe XIV du règlement REACH et ne peut plus être utilisé sans autorisation.

Remarque : les brais de houille ne doivent pas être confondus avec les brais de pétrole ou les bitumes qui, eux, sont issus de la distillation du pétrole. Ces derniers peuvent avoir des propriétés physico-chimiques proches des brais de houille. En revanche ils se distinguent par leur effets sur la santé humaine car ils contiennent mille à plusieurs milliers de fois moins d'hydrocarbures aromatiques polycycliques cancérigènes que les brais de houille.

Propriétés physiques

[4 à 9, 63, 64]

Les brais de houille sont des substances solides, noires, grasses au toucher, constituées par le résidu de distillation des goudrons de houille.

Les brais de houille ne sont pas chimiquement bien définis ; ils sont composés d'un très grand nombre de produits (dont certains sont encore mal connus et même non identifiés) : hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) parfois alkylés, hydrocarbures hétérocycliques soufrés, oxygénés, azotés... Leur composition peut varier suivant la température de distillation et la nature des goudrons dont ils proviennent.

Il est donc difficile de proposer une liste exhaustive des substances qui les composent ou d'être précis sur leurs teneurs. Différents numéros CAS peuvent être associés aux brais de houille en fonction de leurs procédés de fabrication. Néanmoins, il s'agit toujours de mélanges issus de la dernière distillation du goudron de houille avec des propriétés physico-chimiques proches et avec des effets sur la santé similaires.

Les brais de houille se dissolvent partiellement dans les alcools, l'oxyde de diéthyle, les essences. Leur solubilité est plus grande dans le sulfure de carbone, les solvants chlorés et les hydrocarbures benzéniques. Ils sont insolubles dans l'eau.

Nom Substance	Détails
Brais de houille	Etat Physique Solide
	Point de fusion 30 -180 °C
	Point d'ébullition > 250 °C
	Densité 1,20 à 1,30
	Pression de vapeur < 0,01 kPa à 20 °C
	Température d'auto-inflammation > 399 °C

Propriétés chimiques

[9]

Les brais de houille sont des composés stables ; ils peuvent toutefois réagir vivement avec les oxydants forts.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[10]

En France, une valeur limite sur 8 heures (VLEP-8h) indicative dans l'air des lieux de travail a été établie pour les vapeurs ou aérosols du brai de houille (CAS = 65996-93-2).

Substance	Pays	VLEP 8h (mg/m ³)
Brai de houille (CAS= 65996-93-2) (vapeurs ou aérosols, fraction soluble dans le benzène)	France (VLEP indicatives - circulaire 1986)	0,2

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[11 à 15]

La mesure dans l'air des HAP semi-volatils, peut être associée à la biométrie des métabolites urinaires (voir Surveillance biologique de l'exposition) :

- prélèvement à l'aide d'un dispositif constitué d'une cassette contenant un filtre en fibre de quartz ou PTFE, montée en série avec un tube adsorbant rempli de Amberlite® XAD®-2 ;
- désorption du filtre au dichlorométhane, rinçage des parois de la cassette au méthanol et désorption du tube à l'aide de toluène ;
- dosage des HAP traceurs (Naphtalène, Acénaphthalène, Fluorène, Anthracène, Phénanthrène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo[a]anthracène - B(a)A, Benzo(b)fluoranthène - B(b)F, Benzo(k)fluoranthène - B(k)F, Benzo(ghi)peryène - B(ghi)P, Indéno(1,2,3-cd)pyrène - IP, benzo[a]pyrène - B(a)P, dibenzo[a,h]anthracène - dB(ah)A), par chromatographie liquide haute performance avec détection fluorimétrique ou par chromatographie en phase gazeuse et détection par ionisation de flamme (FID).

Dans le cas du pyrène, la concentration mesurée dans l'air correspond à la totalité du polluant piégé sous forme particulaire (sur le filtre et les parois de la cassette) et du polluant volatil adsorbé sur la résine XAD®-2.

Pour les HAP non volatils, la concentration mesurée dans l'air correspond aux polluants sous forme particulaire piégés sur le filtre et déposés sur les parois.

Le dosage n'est pas exhaustif compte tenu de la nature complexe des brais de houille.

Les résultats de ces dosages ne peuvent pas être comparés à la valeur limite (VLEP-8h) exprimée en fraction soluble dans le benzène.

Incendie - Explosion

[16 à 18]

Les brais de houille sont considérés comme des solides combustibles, dont les poussières sont susceptibles de former des mélanges explosifs avec l'air ou de provoquer des incendies par accumulation de charges électrostatiques, quand elles sont mises en suspension dans l'air.

Pour combattre un incendie dans lequel seraient impliquées ces substances, les agents d'extinction préconisés sont préférentiellement l'eau pulvérisée ou la mousse. Il est recommandé d'éviter les poudres chimiques ou le dioxyde de carbone car les brais de houille finement divisés peuvent en effet être remis en suspension et générer des atmosphères susceptibles d'exploser.

En raison de la toxicité des fumées émises lors de la combustion des brais de houille, les intervenants, qualifiés et informés, seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et d'une combinaison de protection spéciale.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[19]

A ce jour, il n'existe aucune donnée disponible concernant la toxicocinétique et le métabolisme des brais de houille. Les HAP composant ces brais sont bien absorbés, quelle que soit la voie d'exposition.

Chez l'animal

Absorption

Il n'y a pas de données disponibles dans la littérature sur le métabolisme des brais de houille. Par contre, on sait que les HAP sont absorbés chez l'homme, par voies pulmonaire, gastro-intestinale et à travers la peau.

Métabolisme

Des informations sont disponibles sur le métabolisme de certains composés des brais de houille comme le benzo[a]pyrène (voir fiche toxicologique FT 144) et le pyrène, dont les métabolites hydroxylés 3-hydroxybenzo[a]pyrène et 1-hydroxypyrene respectivement, sont éliminés dans les urines.

Surveillance biologique de l'exposition

[20, 21]

Dans le cadre de la surveillance biologique des expositions aux brais de houille, deux indicateurs biologiques d'exposition peuvent être couramment utilisés :

- en priorité le 3-hydroxybenzo[a]pyrène urinaire, métabolite du benzo[a]pyrène, présent dans les brais de houille. Cet indicateur est représentatif des HAP cancérogènes. Le dosage 16 heures après la fin de l'exposition (soit au début du poste suivant) reflète l'exposition de la veille, celui réalisé en début de poste en fin de semaine tient compte de l'accumulation au cours de la semaine de travail. Ce dosage nécessite une méthode d'analyse suffisamment sensible pour détecter des quantités de l'ordre du ng/L.
- le 1-hydroxypyrene urinaire, métabolite du pyrène, un des composés majoritaires des mélanges d'HAP. Cet indicateur peut permettre d'évaluer le risque cancérogène si le ratio pyrène/benzo[a]pyrène du mélange est connu. Il est présent en quantité plus importante dans les urines, de l'ordre du µg/L. Le dosage réalisé en fin de poste et fin de semaine de travail reflète l'exposition de la semaine.

Pour ces deux indicateurs, il existe des valeurs biologiques d'interprétation professionnelles et issues de la population générale adulte (monographies Benzo[a]pyrène et Hydrocarbures aromatiques polycycliques de la base de données Biotox [20, 21]).

Dans l'interprétation des résultats on tiendra compte notamment du tabagisme et de l'alimentation (viandes grillées), sources d'HAP qui ne jouent un rôle que lors de faibles expositions professionnelles.

Toxicité expérimentale

Les brais de houille sont cancérogènes pour l'animal et l'homme ; leur toxicité à court et moyen terme a été peu étudiée chez l'animal.

Toxicité aiguë

[6, 22]

La toxicité des brais de houille est très faible chez les rongeurs. Ils provoquent des effets seulement à forte dose avec atteinte hépatique. Ils sont irritants pour les yeux.

La DL50 orale est supérieure à 5000 mg/kg chez le rat [6]. Par gavage, les brais de houille induisent des lésions hépatiques (nécrose centrolobulaire) chez le porc.

Irritation, sensibilisation [5]

Les brais de houille ne sont pas irritants pour la peau de lapin.

Instillés dans l'œil de lapin (10 µL), ils induisent une kératoconjonctivite phototoxique (vasodilatation des paupières qui évolue en œdème après exposition aux rayons UV, larmoiements et décharges muqueuses). Ces modifications sont réversibles après 120 heures [22].

Toxicité subchronique, chronique

[23, 24]

Lors d'ingestions répétées, surviennent une altération de l'état général et une atteinte hépatique sévère.

Par voie orale, chez le porc et le canard (15g/j, 3 j puis 6 g/j, 28 j ou 1 % dans la nourriture, 28 j), on observe une perte d'appétit et un état de faiblesse générale ; la mort survient après 8 à 20 jours. L'autopsie révèle des lésions hépatiques dégénératives, un ictère et une ascite.

Effets ototoxiques

Effets génotoxiques

[22]

Ils sont génotoxiques in vitro et induisent la formation d'adduits à l'ADN.

In vitro

Les brais de houille sont mutagènes *in vitro*, en présence d'activateur métabolique, pour les bactéries (*S. typhimurium* dans le test d'Ames) et les cellules en culture (Balb3T3 et Lymphome de souris, avec et sans activation). Dans les cellules embryonnaires de hamster syrien, ils induisent la transformation virale et augmentent (de façon non significative) la transformation cellulaire, avec ou sans activation métabolique. Dans les cellules ovariennes de hamster chinois (CHO), ils augmentent le taux d'échanges entre chromatides sœurs, avec ou sans activation métabolique.

In vivo

Chez le rat (aérosol contenant 350 mg/m³ d'HAP cancérogènes, 18 h/j, 1 sem, 1 mois ou 10 mois), les brais de houille induisent la formation d'adduits avec l'ADN des cellules pulmonaires. La quantité d'adduits formés est fonction de la dose (concentration x temps d'exposition) et tend vers la saturation à forte dose [25].

Effets cancérogènes

[22, 26]

Les brais de houille provoquent des tumeurs cutanées et respiratoires au niveau des zones d'administration du produit.

Les brais de houille sont cancérogènes par voie cutanée chez la souris. Ils sont à la fois promoteurs et initiateurs et provoquent l'apparition de tumeurs cutanées (principalement papillomes et carcinomes à cellules squameuses). Le taux de tumeurs est important (90 à 100 %, dont 50 % de carcinomes), les premières apparaissant 16 à 21 semaines après une exposition à 50 mg/sem/animal.

Chez le rat, des instillations intratrachéales (1 fois/sem, 10 semaines, doses cumulées 6,5 - 136,5 - 200 mg) provoquent des modifications hyperplasiques multifocales de l'épithélium broncho-alvéolaire qui évoluent en métaplasies et/ou dysplasies puis en cancer pulmonaire. L'incidence des tumeurs est fonction de la dose cumulée (au-delà de 136,5 mg) ; elles se répartissent en adénocarcinomes, carcinomes à cellules squameuses et combinaison des deux [27].

Des souris ont été exposées à un aérosol de brai de houille pendant 44 semaines (0-0,5-2,44 mg/m³, 16 h/j, 5 j/sem). Des augmentations statistiquement significatives de l'incidence des adénomes et adénocarcinomes pulmonaires et des carcinomes à cellules squameuses du poumon ont été constatées, dès la première concentration testée [28].

Suite à une exposition pendant 20 mois (17 h/j, 5 j/sem, suivie d'une période d'exposition à de l'air pur pendant 10 mois) à 1,1 ou 2,6 mg/m³, la plupart des tumeurs observées étaient des carcinomes épidermoïdes de type kératinisant bénins et malins, des adénocarcinomes et adénomes bronchoalvéolaires : les incidences étaient respectivement de 33 et 97 %, avec une mortalité importante surtout dans le groupe exposé à la concentration la plus élevée [29, 30].

Le CIRC a classé les goudrons de houille et le brai de houille comme cancérogènes du groupe 1 (cancérogène pour l'homme) [26].

Effets sur la reproduction

Aucune donnée n'est disponible concernant les effets sur la reproduction des brais de houille.

Toxicité sur l'Homme

L'inhalation aiguë se traduit par une irritation respiratoire et des signes de dépression du système nerveux central. Les contacts avec la peau induisent une irritation modérée. Au niveau des yeux, ils sont à l'origine de blépharo-conjonctivites avec parfois une kératite. Les produits chauffés entraînent des brûlures. Les expositions répétées provoquent des signes cutanés importants mais également des effets oculaires, respiratoires et digestifs. Des effets cancérogènes sont observés principalement au niveau de la peau, des voies respiratoires, et de la vessie. L'exposition à certains HAP est vraisemblablement responsable de l'action mutagène, cancérogène et réprotoxique.

Remarque : La nature et la gravité des effets toxiques dépendent à la fois de la provenance du goudron à partir duquel le brai a été fabriqué et des circonstances de l'exposition.

Toxicité aiguë

[9, 31 à 33]

En cas d'inhalation, des nausées, des céphalées, de l'ébriété et des troubles de la conscience sont rapportés. Ces signes sont associés à une irritation bronchique (toux) et à un œdème des muqueuses nasales et des sinus (éternuement).

Les brais de houille sont généralement considérés comme modérément irritants pour la peau, entraînant érythème, sensation de brûlure, prurit et desquamation. Les projections oculaires ou l'exposition à des vapeurs produisent une blépharo-conjonctivite avec parfois une kératite ponctuelle réversible. Dans ces deux derniers cas, il faut prendre en compte la possibilité d'aggravation des lésions en cas de contact avec les produits chauffés (brûlure thermique rajoutée).

Il n'existe pas de donnée publiée concernant les effets aigus des brais de houille par ingestion.

Toxicité chronique

[9, 31 à 35]

Les principales manifestations sont cutanées : dermites acnéiformes, érythémateuses ou eczématiformes, hyperkératose (verruques, kératoacanthomes, plaques cornées et papillomes). Ces lésions surviennent souvent sur les zones découvertes mais sont également favorisées par le port de vêtements souillés. On peut aussi observer des troubles de la pigmentation (fréquemment de l'hyperpigmentation, rarement de la dépigmentation).

L'exposition chronique aux poussières ou vapeurs de brais de houille peut provoquer des lésions oculaires : conjonctivite, infiltration cornéenne, hypopion, déformation de la paupière inférieure. Quelques cas de coloration cornéenne sont également décrits.

Le soleil ou les rayons UV peuvent aggraver ces atteintes cutanéomuqueuses par un mécanisme de phototoxicité ou de photosensibilité.

Les ouvriers exposés aux brais de houille peuvent se plaindre de troubles digestifs (diarrhée) et respiratoires (troubles ventilatoires obstructifs).

Des troubles neurologiques ont été décrits (faiblesse musculaire et augmentation de la période de latence de la réponse motrice aux stimuli nerveux) après des expositions à de très fortes concentrations d'aérosols de brai de goudron de houille à haute température (23-453 mg/m³ ; durée non précisée) et une exposition simultanée à la chaleur [22].

Un excès de mortalité par cardiopathie ischémique a été observé au sein d'une cohorte canadienne de fondeurs d'aluminium (n = 7 026 ; 1957-1999), en lien avec l'exposition chronique cumulative au benzo[a]pyrène libéré du brai de goudron de houille et utilisé comme marqueur de l'exposition [36].

Effets génotoxiques

[5, 26]

Les études chez les travailleurs exposés aux produits volatiles des brais de houille (fours à coke, usines de carbone, d'aluminium ou d'électrodes en graphite) donnent des résultats contradictoires. Certains polymorphismes génétiques (glutathion-S-transférases, cytochromes P450 1A1) pourraient jouer un rôle dans la survenue d'événements génotoxiques [37, 38]. Chez les personnes fortement exposées aux HAP, une augmentation des taux d'adduits à l'ADN a été observée.

Effets cancérogènes

[5, 22, 26, 31, 39, 40]

Plusieurs études épidémiologiques mettent en évidence une augmentation de certains cancers dans les populations exposées.

Les premières tumeurs ainsi découvertes se situent au niveau de la peau, principalement de la face et du scrotum. Une étude dans le secteur de la distillation de goudron de houille a mis en évidence principalement des carcinomes épidermoïdes, carcinomes basocellulaires, kératoacanthomes et mélanomes, essentiellement localisés dans la région de la tête. Un écart entre la distribution des lésions chez les travailleurs par rapport à la population générale a été noté (lèvre supérieure vs inférieure, avant-bras vs face dorsale des mains ; lésions pré-malignes au niveau des narines, moins exposés au soleil, mais exposés aux poussières et aérosols) [41].

L'inhalation induit une augmentation de cancers pulmonaires et de la vessie. Ceci a été démontré en particulier dans les industries où les travailleurs étaient exposés au brai de goudron de houille à haute température (fonderie d'aluminium, usines d'anodes au carbone, distillation de goudron, asphalte), mais aussi dans d'autres industries (cokeries, production de gaz de houille, production de noir de carbone) impliquant la mise en œuvre de différents brais, goudrons et huiles de houille, avec une exposition aux HAP, vraisemblablement responsables de l'action cancérogène.

Des cancers des voies aéro-digestives supérieures (bouche, pharynx) ont été rapportés dans les études anciennes chez les travailleurs utilisant des produits d'étanchéité pour le pavement et les toitures à base de goudron de houille, sans que les facteurs de confusion n'aient été complètement maîtrisés. Chez les travailleurs de la production de l'aluminium, des excès de risque de cancer de l'estomac, du rein, de la prostate, du pancréas, et du système hématopoïétique ont été également observés.

Effets sur la reproduction

[5]

Chez des fondeurs d'aluminium exposés aux brais de goudron de houille, aucun effet indésirable sur les caractéristiques des spermatozoïdes, y compris la numération et la morphologie, n'a été observé [42, 43].

Il n'y a pas d'autres données épidémiologiques disponibles sur la reprotoxicité potentielle des brais de houille. Néanmoins, leur contenu en HAP, en particulier le benzo[a]pyrène, pour lequel les données sont plus étayées, permet de suspecter une toxicité potentielle pour la fertilité et le développement.

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : mars 2021

Les textes cités se rapportent essentiellement à la prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale. Les rubriques "Protection de la population", "Protection de l'environnement" et "Transport" ne sont que très partiellement renseignées.

Sécurité et santé au travail

Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-57 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

Mesures de prévention des risques chimiques (agents cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction dits CMR, de catégorie 1A ou 1B)

- Articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-57 du Code du travail.
- Articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement (produits et équipements à risques).

Douches

- Article R. 4228-8 du Code du travail et arrêté du 23 juillet 1947 modifié, fixant les conditions dans lesquelles les employeurs sont tenus de mettre les douches à la disposition du personnel effectuant des travaux insalubres ou salissants (régime général).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Circulaire du 12 mai 1986 complétant l'annexe II de la circulaire du ministère du travail du 14 mai 1985 (non parues au JO).

Maladies à caractère professionnel

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableaux n° 16, 16 bis et 36.

Suivi Individuel Renforcé (SIR)

- Article R. 4624-23 du Code du travail.

Surveillance post-exposition ou post-professionnelle

- Article D. 461-23 du Code de la sécurité sociale.
- Article L. 4624-2-1 du Code du travail.

Travaux interdits

- Jeunes travailleurs de moins de 18 ans : article D. 4153-17 du Code du travail. Des dérogations sont possibles sous conditions : articles R. 4153-38 à R. 4153-49 du Code du travail.
- Femmes enceintes ou allaitant : article D. 4152-10 du Code du Travail.

Entreprises extérieures

- Article R. 4512-7 du Code du travail et arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

Classification et étiquetage

a) **substances** brais de houille :

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOUE L 353 du 31 décembre 2008)) introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. Les classifications et étiquetages des substances brais de houille figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. Les classifications sont :

Brai de goudron de houille à haute température (CAS 65996-93-2)

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié (14^{ème} ATP = règlement délégué (UE) n° 2020/217 d la commission du 4 octobre 2019)
 - Mutagénicité sur les cellules germinales, catégories 1B ; H 340
 - Cancérogénicité, catégories 1A ; H 350
 - Toxicité pour la reproduction, catégories 1B ; H 360FD

Poix (CAS 61789-60-4), Brai de goudron de houille à haute température, traité thermiquement (CAS 121575-60-8), Brai de houille à basse température (CAS 90669-57-1)

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié
 - Cancérogénicité, catégories 1B ; H 350 (Note M : La classification comme cancérogène peut ne pas s'appliquer s'il peut être établi que la substance contient moins de 0,005 % poids/poids de benzo[a]-pyrène (no EINECS 200-028-5). La présente note ne s'applique qu'à certaines substances complexes dérivées du charbon, visées dans la troisième partie de l'annexe VI du règlement CLP.)

b) **mélanges** (préparations) contenant des brais de houille :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

c) **travaux** exposant aux hydrocarbures polycycliques aromatiques présents dans la suie, le goudron, la poix, la fumée ou les poussières de la houille

En France, l'arrêté du 26 octobre 2020, fixant la liste des substances, mélange et procédés cancérigènes, a classé les « travaux exposant aux hydrocarbures polycycliques aromatiques présents dans la suie, le goudron, la poix, la fumée ou les poussières de la houille » dans la liste des activités impliquant des agents cancérigènes.

Interdiction / Limitations d'emploi

- **Produits CMR** : Règlement (UE) n° 552/2009 de la Commission du 22 juin 2009 modifiant l'annexe XVII de règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) relative aux restrictions applicables à certaines substances dangereuses (point 28 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées cancérigènes 1A ou 1B ; point 29 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées mutagènes 1A ou 1B ; point 30 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées reprotoxiques 1A ou 1B).
- **Substance faisant l'objet d'une interdiction au titre de l'Annexe XIV de Reach** : Règlement (UE) n° 999/2017 de la Commission du 13 juin 2017 modifiant l'annexe XIV du règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) relative à l'autorisation des substances chimiques ; pour le brai de goudron de houille à haute température (N°CAS : 65996-93-2), la date limite de demande d'autorisation a été fixée au 4 avril 2019 et la date limite d'utilisation sans autorisation a été fixée au 4 octobre 2020.

Protection de la population

Se reporter aux règlements modifiés (CE) 1907/2006 (REACH) et (CE) 1272/2008 (CLP). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé de la santé.

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement : les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE. Pour consulter des informations thématiques sur les installations classées, veuillez consulter le site (<https://aida.ineris.fr>) ou le ministère chargé de l'environnement et ses services (DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement) ou les CCI (Chambres de Commerce et d'Industrie)).

Transport

Se reporter entre autre à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur (<https://unece.org/fr/about-adr>). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

En raison de la très grande toxicité des brais de houille, des mesures très sévères de prévention et de protection s'imposent lors du stockage et de la manipulation de ces produits. Chaque fois que l'usage et le procédé le permettent, il est recommandé d'utiliser d'autres produits moins dangereux, après une étude comparative approfondie des risques encourus.

Au point de vue technique

Information et formation des travailleurs

- **Instruire le personnel** des risques présentés par la substance, des précautions à observer, des mesures d'hygiène à mettre en place ainsi que des mesures d'urgence à prendre en cas d'accident.
- **Former les opérateurs** à la manipulation des moyens d'extinction (extincteurs, robinet d'incendie armé...).
- **Former les opérateurs** au risque lié aux atmosphères explosives (risque ATEX) [16].
- Observer une **hygiène corporelle et vestimentaire** très stricte : Lavage soigneux des mains (savon et eau) après manipulation et changement de vêtements de travail. Ces vêtements de travail sont fournis gratuitement, nettoyés et remplacés si besoin par l'entreprise. Ceux-ci sont rangés séparément des vêtements de ville. En aucun cas les salariés ne doivent quitter l'établissement avec leurs vêtements et leurs chaussures de travail.
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

Manipulation

- N'entreposer dans les ateliers que **des quantités réduites de substance** et ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.

- **Éviter tout contact** de produit avec la **peau** et les **yeux**. **Éviter l'inhalation** de vapeurs, poussières, aérosols. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des poussières et vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [44].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées aux brais de houille.
- Éviter tout rejet atmosphérique de brais de houille.
- En l'état actuel des connaissances, l'estimation de l'exposition des salariés aux brais de houille présents dans l'air ne pourra se faire qu'en suivant les méthodes décrites dans la section " Méthodes de détection et de détermination dans l'air".
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité des brais de houille doivent posséder des **liaisons équipotentielles** et être **mis à la terre**, afin d'évacuer toute accumulation de charges électrostatiques pouvant générer une source d'inflammation sous forme d'étincelles [45].
- Les opérations génératrices de sources d'inflammation (travaux par point chaud type soudage, découpage, meulage...) réalisées à proximité ou sur les équipements utilisant ou contenant des brais de houille doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [46].
- Au besoin, les espaces dans lesquels les brais de houille sont stockés et/ou manipulés doivent faire l'objet d'une **signalisation** [47].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu des brais de houille sans prendre les précautions d'usage [48].
- Supprimer toute source d'exposition par contamination en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.

Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Leur choix dépend des conditions de travail et de l'évaluation des risques professionnels.

Les EPI ne doivent pas être source d' **électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) [49, 50]. Une attention particulière sera apportée lors du **retrait des équipements** afin d'éviter toute contamination involontaire. Ces équipements seront éliminés en tant que déchets dangereux [51 à 54].

- Appareils de protection respiratoire : Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type A2P3 lors de la manipulation des brais de houille [55].
- Gants : Le matériau préconisé pour un **contact prolongé** est le caoutchouc nitrile [5, 56 à 58].
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leur choix dépend de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre les dangers présentés par la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [59].
- Lunettes de sécurité : La rubrique 8 « Contrôles de l'exposition / protection individuelle » de la FDS peut renseigner quant à la nature des protections oculaires pouvant être utilisées lors de la manipulation de la substance [60].

Stockage

- Stocker les brais de houille dans des locaux **frais** et **sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...).
- Éviter le contact des brais de houille solides avec l'eau : l'humidité peut provoquer au cours de leur fusion la formation de mousse, ce qui entraînerait le débordement des fondoirs.
- Prendre toutes les dispositions pour s'assurer de la compatibilité des matériaux des récipients de stockage avec les brais de houille (en contactant par exemple le fournisseur de la substance ou celui du matériau envisagé).
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Dans le cas de brais de houille à l'état fondu, le sol des locaux sera imperméable et formera une cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel, le liquide ne puisse se répandre au dehors.
- Mettre le matériel **électrique** et **non-électrique**, y compris l' **éclairage** et la **ventilation**, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.
- **Séparer** les brais de houille des produits comburants. Si possible, les stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux.

Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des brais de houille à leur arrivée (§ stockage).
- Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par les brais de houille.
- Conserver les déchets et les produits souillés dans des récipients spécialement prévus à cet effet, **clos et étanches**. Les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation en vigueur.

En cas d'urgence

- En cas de déversement accidentel de liquide, récupérer le produit en l'épongeant avec un **matériau absorbant inerte** (sable, vermiculite). Laver à grande eau la surface ayant été souillée [61].
- En cas de déversement accidentel de poudre ou de poussières, **le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire**. Récupérer le produit en l'aspirant avec un **aspirateur adapté** à l'aspiration de poussières combustibles.
- Si le déversement est important, **aérer** la zone et **évacuer** le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs **entraînés et munis d'un équipement de protection approprié**. Supprimer toute source d'inflammation potentielle.
- Des appareils de protection respiratoire isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.
- Prévoir l'installation de **fontaines oculaires** et de **douches de sécurité**.
- Si ces mesures ne peuvent pas être réalisées sans risque de sur-accident ou si elles ne sont pas suffisantes, contacter les équipes de secours interne ou externe au site.

Au point de vue médical

- **Éviter d'affecter** à des postes comportant un risque d'exposition les sujets atteints d'affections respiratoires, cutanées ou urinaires d'évolution chronique.
- **A l'examen d'embauche et lors des examens périodiques :**

- **Examen clinique :** rechercher particulièrement des signes d'atteintes oculaire, cutanée et des voies aériennes. La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (notamment épreuves fonctionnelles respiratoires, bilans biologiques...) seront déterminées par le médecin du travail, en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition. Enfin, il est important de conseiller une surveillance même après l'arrêt de l'exposition, du fait de la survenue retardée de certains cancers. Le médecin pourra s'appuyer sur les recommandations de la Haute autorité de santé concernant la surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des cancérogènes pulmonaires ou à des cancérogènes pour la vessie [62, 63].
- **Fertilité / Femmes enceintes et/ou allaitantes :** l'exposition aux brais de houille à haute température des femmes enceintes ou allaitantes est réglementairement interdite. Pour les autres substances concernées par cette fiche toxicologique, non classées réglementairement pour des effets toxiques pour la reproduction, la possibilité d'exposition à différents HAP lors de leur mise en œuvre, dont le benzo[a]pyrène, qui peut nuire à la fertilité et au développement, doit être considérée et conduire à écarter les femmes enceintes ou allaitantes d'une telle exposition. Il est conseillé de ne pas commencer une grossesse dans les trois mois suivant une exposition accidentelle, maternelle ou paternelle. Si malgré tout, une exposition durant la grossesse ou dans les 3 mois précédant le début de celle-ci était signalée, informer la personne qui prend en charge le suivi de la grossesse, en lui fournissant toutes les données concernant les conditions d'exposition ainsi que les données toxicologiques. Des difficultés de conception chez l'homme et/ou la femme seront systématiquement recherchées à l'interrogatoire. Si de telles difficultés existent, le rôle de l'exposition professionnelle doit être évalué. Si nécessaire, une orientation vers une consultation spécialisée sera proposée en fournissant toutes les données disponibles sur l'exposition et les produits. Informer les salarié(e)s exposé(e)s des dangers de cette substance pour la fertilité et la grossesse et de l'importance du respect des mesures de prévention. Rappeler aux femmes en âge de procréer l'intérêt de déclarer le plus tôt possible leur grossesse à l'employeur, et d'avertir le médecin du travail.
- **Surveillance biologique [20, 21]**

Dans le cadre de la surveillance biologique des expositions aux brais de houille, les dosages urinaires du 3-hydroxybenzo[a]pyrène 16 heures après la fin de l'exposition (soit au début du poste suivant) et du 1-hydroxypyrene en fin de poste et fin de semaine de travail peuvent être utilisés. Le premier indicateur présente l'avantage d'être représentatif des HAP cancérogènes présents dans les brais de houille. Des valeurs biologiques d'interprétation professionnelles et issues de la population générale adulte sont disponibles pour ces deux indicateurs [20, 21].

Conduites à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané :** appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Si possible, une partie des brais de houille chauds sera d'abord retirée avec un chiffon ou une compresse sans frotter, puis la zone atteinte sera refroidie et lavée à l'eau. Il est possible de retirer les brais de houille résiduels avec des compresses imbibées de corps gras (vaseline, huile alimentaire par exemple), sans employer de solvant organique. Dans tous les cas consulter un médecin.
- **En cas de projection oculaire :** appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison. Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées. En cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste, et le cas échéant signaler le port de lentilles.
- **En cas d'inhalation :** appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes). Dans tous les cas, consulter rapidement un médecin.
- **En cas d'ingestion :** appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne jamais faire boire, ne jamais tenter de provoquer de vomissements. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes). Dans tous les cas, consulter un médecin.
- **Autres :** déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de brais de houille.

Bibliographie

- 1 | Matinet B, Rosankis E, Leonard M. Les expositions aux risques professionnels - les produits chimiques. Synthèse stat, N°32, DARES (Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques), juillet 2020 (https://dares.travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/dares_expositions_risques_professionnels_produits_chimiques-2.pdf)
- 2 | Origines et risques sanitaires liés à la présence d'anthraquinone dans les eaux destinées à la consommation humaines. Avis de l'Anses n°2014-RE-0003. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES, 14 rue Pierre et Marie Curie, 94701 Maisons-Alfort Cedex), 2011 (<https://www.anses.fr/fr>).
- 3 | Evaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation professionnelle des produits bitumineux et de leurs additifs. Avis de l'Anses n°2008-SA-0410. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES, 14 rue Pierre et Marie Curie, 94701 Maisons-Alfort Cedex), 2013 (<https://www.anses.fr/fr>).
- 4 | Kirk-Othmer - Encyclopedia of chemical technology, 5^e éd., vol. 12. New-York, John Wiley and Sons, 2005, pp. 724-726.
- 5 | Dossier enregistrement REACH – CAS n°65996-93-2 - RAC Opinion proposing harmonised classification and labeling at EU level for Pitch, coal tar, high temp. (CTPHT). Adopted 21 November 2011. ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/substance-information/-/substanceinfo/100.060.007>).
- 6 | Goudrons de houille et leurs distillats – Ebauche d'évaluation préalable, approche pour le secteur pétrolier. Santé Canada, 2015.
- 7 | Evaluation des risques sanitaires liés à l'utilisation professionnelle des produits bitumineux et de leurs additifs - résultats de l'expertise collective, C. Fourneau. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES, 14 rue Pierre et Marie Curie, 94701 Maisons-Alfort Cedex), 2014 (<https://www.anses.fr/fr>).
- 8 | Pitch, coal tar, high-temp. In : Gestis Substance Database on hazardous substance. IFA. 2001 (www.dguv.de/ifa/gestis-database).
- 9 | Coal-tar pitch. Fiche IPCS. ICSC 1415. International Labour Organization (ILO), 2002 (www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home).
- 10 | Brai de houille. Aide-mémoire technique "Les valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques". ED n° 984. INRS (www.inrs.fr)
- 11 | HAP. Méthode M-332. In : MétroPol. INRS, 2018 (www.inrs.fr/metropol/).
- 12 | Pyrène. Méthode M-325. In : MétroPol. INRS, 2018 (www.inrs.fr/metropol/)

- 13 | NIOSH manual of analytical methods - Méthode n° 5506 (Polynuclear aromatic hydrocarbons by HPLC). Cincinnati, NIOSH, 1998.
- 14 | NIOSH manual of analytical methods - Méthode n° 5515 (Polynuclear aromatic hydrocarbons by GC). Cincinnati, NIOSH, 1994.
- 15 | Air des lieux de travail. Prélèvement et analyse des aérosols semi-volatils – Exigences et méthodes d'essai. Norme française homologuée NF X43-215. La Plaine Saint Denis : AFNOR : 2018
- 16 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 17 | Janes A, Chaîneaux J, Lesne P, Mauguén G et al. - Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique. 2ème édition. Édition ED 970. INRS, 2012 (<https://www.inrs.fr>).
- 18 | Marc F, Sallé B - Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. 2ème édition. Édition ED 6054. INRS, 2014 (<https://www.inrs.fr>).
- 19 | Jongeneelen FJ, Anzion RBM, Leijdekkers ChM, Bos RP et al. Hydroxypyrene in human urine after exposure to coal tar and coal tar derived products. *Int Arch Occup Environ Health*. 1985 ; 57(1) : 47-55.
- 20 | Benzo[a]pyrène. In : BIOTOX. INRS, 2020 (www.inrs.fr/biotox).
- 21 | Hydrocarbures aromatiques polycycliques. In : BIOTOX. INRS, 2020 (www.inrs.fr/biotox).
- 22 | IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans n° 35 - Coal Tar Pitch. In : Polynuclear Aromatic Compounds, Part 4 : Bitumens, Coal-tars and Derived Products, Shale-oils and Soots Lyon, IARC, 1985 : 83-159.
- 23 | Pitch, coal tar, high-temp . In : Base de données IUCILID. Ispra, CEC, ECB, Environment institute, 1995 .
- 24 | Occupational exposure to coal tar products criteria for a recommended standard. Center for Disease Control, NIOSH, US Dept on Health Education and Welfare, 1977.
- 25 | Lewtas J, Walsh D, Williams R, Dobias L - Air pollution exposure-DNA adduct dosimetry in humans and rodents : evidence for non-linearity at high doses. *Mut Res*. 1997 ; 378 : 51-63.
- 26 | IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans n° 100F - Coal Tar Pitch. In : Chemical agents and related occupations. Lyon, IARC, 2012 : 161-166.
- 27 | Chang F, Wang L, Zhao Q, Zhu Q et al. - Investigation on the carcinogenic effects of coal tar pitch in rat respiratory tract by intratracheal instillations. *Carcinogenesis*. 1992 ; 13(2) : 233-242.
- 28 | Schuttler A, Ernst H, Peters L et Heinrich U - Induction of squamous cell carcinomas in the mouse lung after long-term inhalation of polycyclic aromatic hydrocarbon-rich exhausts. *Exp Toxicol Pathol*. 1994 ; 45 : 415-421.
- 29 | Heinrich U, Roller M et Pott F - Estimation of a lifetime unit cancer risk for benzo(a)pyrene based on tumour rates in rats exposed to coal/tar pitch condensation aerosol. *Toxicol Lett*. 1994a ; 155-161.
- 30 | Heinrich U, Dungworth DL, Pott F, Peters L et al. - The carcinogenic effects of carbon black particles and tar-pitch condensation aerosol after inhalation exposure of rats. *Ann Occup Hyg*. 1994b ; 38 (Suppl. 1) : 351-356.
- 31 | Niemeier RW - Petroleum, Coal Tar, and Related Products. In : Bingham E, Corhssen B (Eds) - Patty's toxicology. 6th edition. Volume 5. Oxford : John Wiley and Sons ; 2012 : 325-69, 995 p
- 32 | Wood Creosote, Coal Tar Creosote, Coal Tar, Coal Tar Pitch, and Coal Tar Pitch Volatiles. Toxicological Profiles. ATSDR, 2002 (<https://www.atsdr.cdc.gov/>).
- 33 | Morton Grant WM - Toxicology of the eye. Third edition. Springfield : Charles C. Thomas Publisher ; 1986 : 1083 p.
- 34 | WHO (World Health Organisation) – Dermal exposure : Environmental Health Criteria 242. International programme on chemical safety (IPCS), 2014.
- 35 | Moustafa G-A, Xanthopoulou E, Riza E, Linos A – Skin disease after occupational dermal exposure to coal tar : a review of the scientific literature. *Int J Dermatol*. 2015 ; 54(8) : 868-79
- 36 | Friesen M, Demers PA, Spinelli JJ, Eisen EA et al. – Chronic and Acute Effects of Coal Tar Pitch Exposure and Cardiopulmonary Mortality Among Aluminum Smelter Workers. *Am J Epidemiol*. 2010 ; 172 : 790-799
- 37 | Giri SK, Yadav A, Kumar A, Dev K, Gulati S, Gupta R, Aggarwal N, Gautam SK – CYP1A1 gene polymorphisms : modulator of genetic damage in coal-tar workers. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2012 ; 13(7) : 3409-16
- 38 | Kumar A, Yadav A, Giri SK, Dev K, Gautam SK, Gupta R, Aggarwal N – Effect of genetic polymorphism of GSTM1 and GSTT1 genotypes on cytogenetic biomarkers among coaltar workers. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2011 Sep ; 32(2) : 128-35.
- 39 | Rota M, Bosetti C, Boccia S, Boffetta P et al. – Occupational exposures to polycyclic aromatic hydrocarbons and respiratory and urinary tract cancers : an updated systematic review and a meta-analysis to 2014. *Arch Toxicol*. 2014 ; 88(8) : 1479-90.
- 40 | Singh A, Kamal R, Ahamed I, Wagh M – PAH exposure-associated lung cancer : an updated meta-analysis. *Occup Med (Lond)*. 2018 May 23 ; 68(4) : 255-261.
- 41 | Voelter-Mahlknecht S, Scheriau R, Zwahr G, Koch B et al. – Skin tumors among employees of a tar refinery : the current data and their implications. *Int Arch Occup Environ Health*. 2007 ; 80(6) : 485-95.
- 42 | Heussner JC, Ward Jr JB, Legator MS – Genetic monitoring of aluminum workers exposed to coal tar pitch volatiles. *Mutat Res*. 1985 ; 155(3) : 143-55.
- 43 | Ward Jr JB – Sperm evaluation in human genetic monitoring. *Reprod Toxicol*. 1988 ; 2(3-4) : 177-82.
- 44 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 46 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 47 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | Cuves et réservoirs. Interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des équipements fixes utilisés pour contenir ou véhiculer des produits gazeux, liquides ou solides. Recommandation CNAM R 435. Assurance Maladie, 2008 (https://www.ameli.fr/val-de-marne/entreprise/tableau_recommandations)

- 49** | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle – Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 50** | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 51** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 52** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 53** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 54** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 55** | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 56** | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 57** | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP – Quick selection guide to chemical protective clothing. 6th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.
- 58** | ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).
- 59** | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 60** | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 61** | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 62** | Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérogènes chimiques : application aux cancérogènes pour la vessie, avril 2012. TM 24. Références en santé au travail. 2012 (131) : 41-72
- 63** | Surveillance médico-professionnelle des travailleurs exposés ou ayant été exposés à des agents cancérogènes pulmonaires, octobre 2015. TM 36. Références en santé au travail. 2016 (145) : 65-110.

Historique des révisions

Seuls les éléments cités ci-dessous ont fait l'objet d'une mise à jour ; les autres données de la fiche toxicologique n'ont pas été réévaluées.

1 ^{ère} édition	1982
2 ^{ème} édition	2000
3 ^{ème} édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none"> ■ Etiquetage ■ Utilisation ■ Propriétés physiques ■ Méthodes de détection ■ Incendie – explosion ■ Surveillance biologique de l'exposition ■ Toxicité expérimentale (effets cancérogènes) ■ Toxicité sur l'Homme ■ Réglementation ■ Recommandations techniques et médicales ■ Bibliographie 	Mars 2021