

Fibres de cellulose

Fiche toxicologique n°282 - Edition Janvier 2026

Généralités

La cellulose est la molécule organique la plus abondante sur la Terre. Ce polymère naturel est le constituant principal de la paroi cellulaire de nombreux végétaux, notamment des plantes et des arbres, avec une teneur variant de 15 % à 99 % (cf. Tableau 1).

| Espèce végétale | Teneur en cellulose (% de la matière sèche) |
|----------------------|--|
| Coton | 95 - 99 |
| Lin | 70 - 75 |
| Bouleau, bambou, blé | 40 - 50 |
| Maïs | 17 - 20 |

Tableau 1 : Teneur en cellulose de quelques espèces végétales.

La cellulose est un polysaccharide de la série des β -D-glucanes. Sa structure, plane et linéaire, est constituée d'unités D-anhydroglucopyranose (AGU) liées par une liaison glycosidique β 1-4. Son motif de répétition est le cellobiose (cf. Figure 1) [1].

La cellulose est constituée à plus de 95 % de glucose, mais certains sucres, tels que le galactose, le mannose ou le xylose, peuvent être incorporés en petite quantité dans les chaînes. Le nombre de maillons de glucose (ou degré de polymérisation) varie suivant l'origine de la cellulose.

Les macromolécules de cellulose sont susceptibles de former de multiples liaisons hydrogène intramoléculaires, mais également intermoléculaires qui s'établissent d'une macromolécule à une autre, à partir des groupements hydroxyles. Les chaînes de cellulose peuvent donc s'associer et ainsi constituer des microfibrilles de taille variable, dans lesquelles certaines régions sont hautement ordonnées (zones cristallines) et d'autres moins (zones amorphes). La réunion de ces fibrilles constitue des fibres, forme sous laquelle se présente la cellulose.

Les fibres de cellulose sont considérées comme des fibres naturelles organiques ; elles sont biodégradables et recyclables.

Cette fiche ne traite pas des fibres de cellulose nanométriques.

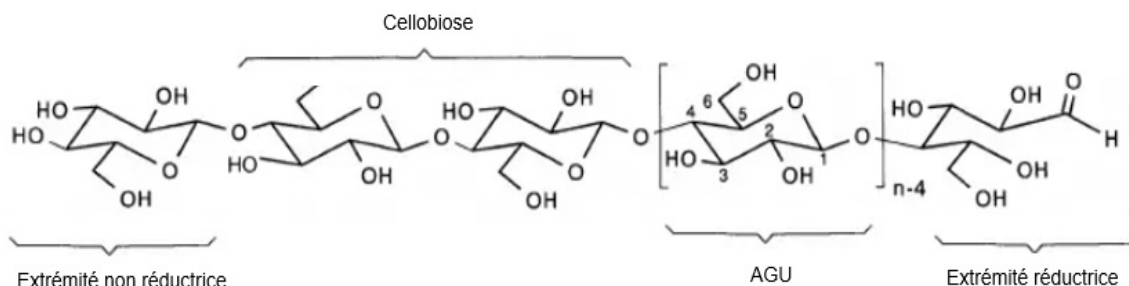
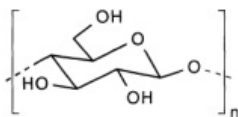


Figure 1 : Représentation de la chaîne de cellulose.

Formule chimique



Substance(s)

| Nom | Détails |
|---------------------|---|
| Fibres de cellulose | Famille chimique Fibres naturelles organiques |
| | Numéro CAS 9004-34-6 |
| | Numéro CE 232-674-9 |
| | Numéro index - |
| | Synonymes Alpha-cellulose ; (1-4-β-D-glucosyl) $_n$; 1-4-β-D-glucane |

Etiquette

(mise à jour : janvier 2026)

CELLULOSE

- Cette substance doit être étiquetée conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 dit "règlement CLP".

232-674-9

- Cette substance ne possède pas de classification et d'étiquetage harmonisés (annexe VI du règlement CLP). Elle doit cependant être classée le cas échéant par le metteur sur le marché (autoclassification) et étiquetée en conséquence (se reporter au site de l'ECHA : <https://chem.echa.europa.eu/>).

Caractéristiques

Fabrication

(mise à jour : janvier 2026)

L'extraction de la cellulose de coproduits agricoles et forestiers est préférentiellement appelée « enrichissement en cellulose », car le produit obtenu n'est pas de la cellulose parfaitement pure, mais plutôt une matière enrichie en cellulose.

L'extraction de la cellulose requiert l'élimination de la lignine ainsi que d'autres constituants des végétaux comme l'hémicellulose, les résines organiques, les graisses et les cires. Cette extraction est réalisée par des traitements successifs mécaniques (broyage par attrition) ainsi que chimiques (procédés de purification acides et basiques) [2, 3]. Ces traitements doivent être effectués avec le minimum de distorsions mécaniques possibles afin de ne pas endommager la texture fibreuse de la cellulose. Des étapes complémentaires de blanchiment, de formulation, de séchage et de mise en forme, orientées principalement par les exigences des clients, peuvent compléter ces traitements.

Utilisations

(mise à jour : janvier 2026)

[4]

La cellulose est une matière première industrielle importante. Les fibres de cellulose sont utilisées sous forme de fibres brutes pour la fabrication de pâte à papier. Elles sont également employées après transformation dans l'industrie chimique pour la fabrication de matières plastiques (acétate de cellulose, celluloid, cellophane, rhodoid, etc.) ainsi que dans la fabrication de fibres textiles artificielles. Les fibres de cellulose transformées sont, par ailleurs, utilisées comme précurseurs pour la production de fibres de carbone.

Les produits à base de fibres de cellulose sont :

- les papiers et cartons :
 - papier à usage graphique : papier journal, d'impression ou d'écriture,
 - papier d'emballage : carton plat, carton ondulé,
 - papier industriel ou spécial : papier à usage fiduciaire, papier à usage graphique, papier à cigarette, abrasif, papier filtre, etc.,
 - papier d'hygiène ou pour produit à usage unique pour la santé, l'hygiène et l'essuyage : papier crêpé, ouate de cellulose, papier mousseline ;
- les produits textiles (acétate de cellulose, viscose, lyocell, modal, etc.) ;
- les produits à base de fibres ciment en remplacement de l'amiante : plaques ondulées, ardoises, tuyaux, canalisations, etc. ;
- les matériaux de friction (freins), les nappes tramées pour pneumatiques ;
- les produits d'isolation thermique et phonique à base de ouate de cellulose fabriquée à partir de papier recyclé ;
- des produits divers utilisés en industrie agroalimentaire, comme les boyaux artificiels pour la charcuterie, des additifs alimentaires (épaississant et stabilisant) ;
- les films pour pellicules photographiques ;
- des produits de l'industrie pharmaceutique (enrobages de médicaments, pansements médicaux) ;
- les explosifs (nitrate de cellulose).

Propriétés physiques

(mise à jour : janvier 2026)

[2]

Les fibres de cellulose possèdent un diamètre moyen qui varie de 15 à 30 µm selon leur origine et leur mode de fabrication [2]. Elles sont très rigides et sont considérées comme de bons isolants thermiques et acoustiques. Elles présentent également une très grande résistance aux tensions et de bonnes qualités adsorbantes. La conformation spatiale de la cellulose détermine ses propriétés physiques et chimiques.

| Nom Substance | Détails |
|---------------------|-------------------------------------|
| Fibres de cellulose | Formule |
| | (C 6 H 10 O 5) n |
| | N° CAS |
| | 9004-34-6 |
| | Masse volumique |
| | 1,5 à 1,55 g/cm 3 |
| | Allongement à la rupture |
| | 20 à 40 % |
| | Coefficient de dilatation thermique |
| | 80.10 -6 /K |
| | Conductivité thermique |
| | 0,06 W/m/K à 23 °C |
| | Module d'Young |
| | 3 à 36 GPa |

Ténacité **13 à 23 cN/tex.**

Ténacité : le tex est l'unité normalisée pour les filés de fibres. Il définit le poids en grammes de 1000 m de fil.

Propriétés chimiques

(mise à jour : janvier 2026)

[1, 5]

La cellulose pure se décompose à partir de 300 °C et s'enflamme lorsque sa température dépasse environ 380 °C. Dans le cas où les fibres de cellulose forment une couche de poussière, elles peuvent s'enflammer lorsqu'elles sont exposées à une température dépassant 270 °C. L'ajout de borate de sodium, de chlorure de sodium ou de phosphate de sodium permet de retarder cet embrasement [1]. Sans prétraitement, la dissolution de la cellulose s'opère à une température de l'ordre de 100 °C.

La cellulose est insoluble à la fois dans l'eau et dans les solvants organiques classiques. Pour solubiliser la cellulose, il est nécessaire d'utiliser des solvants complexes et atypiques [5] :

- les solvants aqueux, et notamment des solutions aqueuses très concentrées d'acides (sulfurique, nitrique...), de bases (potasse, hydrazine...), de sels (iodure de potassium) ou de N-méthylmorpholine-N-oxyde ;
- les systèmes de solvants à base de diméthylsulfoxyde (DMSO) tels que le DMSO/paraformaldéhyde, le DMSO/paraformaldéhyde/thiamine, le DMSO/fluorure de tétrabutylammonium trihydrate, le DMSO/méthylamine et le DMSO/dioxyde d'azote ;
- les systèmes de solvants contenant un halogénure de lithium, le plus souvent le chlorure de lithium, mais également le bromure de lithium associé à du N,N-diméthylacétamide.

Elle présente une bonne résistance aux acides et aux alcalins dilués ainsi qu'aux huiles et graisses.

La cellulose peut être traitée afin de résister à la corrosion, à la vermine et aux moisissures.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

(mise à jour : janvier 2026)

[6]

Des VLEP dans l'air des lieux de travail ont été établies pour les fibres de cellulose.

| Substance | Pays | VLEP 8h (mg/m ³) |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Fibres de cellulose (fibres à papier) | France (VLEP admise - 1987) | 10 |

Pour rappel, l'article R. 4222-10 du Code du travail établit, dans les locaux à pollution spécifique, des concentrations moyennes en poussières totales (inhalables) et alvéolaires de l'atmosphère inhalée par un travailleur à ne pas dépasser de respectivement 4 et 0,9 mg/m³ sur 8 heures. Ces dispositions s'appliquent à toutes les poussières inhalables et alvéolaires, y compris celles des fibres de cellulose.

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

(mise à jour : janvier 2026)

[7 à 17]

■ Microscopie optique à contraste de phase (MOCP) [7, 8]

Cette technique ne permet pas de différencier les fibres de cellulose des autres fibres éventuellement présentes dans l'air, ni d'observer celles dont le diamètre est inférieur à quelques dixièmes de micron. Elle prend en compte les fibres de longueur supérieure à 5 µm, de largeur inférieure à 3 µm et de rapport longueur sur largeur supérieur à 3 pour une comparaison à la VLEP.

Le prélèvement des fibres est réalisé par pompage de l'air au travers d'un dispositif de prélèvement contenant une membrane filtrante type membrane en ester de cellulose quadrillée.

La membrane filtrante est ensuite transparisée pour permettre le comptage des fibres en MOCP.

■ Microscopie électronique [7, 9 à 11]

La détermination de la nature des fibres peut être effectuée avec les techniques d'analyse en microscopie électronique à transmission analytique (META) ou à balayage analytique (MEBA).

En effet, couplées à des méthodes spectroscopiques de rayons X, elles permettent de déterminer la composition chimique élémentaire des fibres. La META permet en outre d'observer les fibres quel que soit leur diamètre et d'accéder à une information de nature structurale par la technique de diffraction électronique.

Le prélèvement des fibres est réalisé par pompage de l'air au travers d'un dispositif de prélèvement contenant une membrane filtrante (membrane en polycarbonate métallisée pour MEBA ou membrane en ester de cellulose pour META).

■ Gravimétrie [12 à 17]

Il est également possible d'utiliser une méthode d'analyse gravimétrique pour déterminer la teneur pondérale d'un aérosol de fibres de cellulose.

Ces méthodes globales ne permettent cependant pas de différencier la nature des fibres prélevées. Elles prennent en compte toutes les poussières échantillonnées sans distinction de morphologie ou de nature.

Les prélèvements sont réalisés suivant la fraction à analyser (inhalable et alvéolaire) ; le prélèvement s'effectuera :

- avec une cassette fermée. Cette méthode est mieux adaptée lorsque l'aérosol est composé de particules très fines ;
- avec des dispositifs de prélèvement type CIP10 équipés d'une coupelle rotative composée d'une mousse polyuréthane préalablement pesée à vide, et des sélecteurs de fraction correspondants. Cette méthode semble mieux adaptée aux aérosols composés de particules de tailles hétérogènes.

Incendie - Explosion

(mise à jour : janvier 2026)

Les fibres de cellulose sont inflammables. Lorsqu'elles sont mises en suspension dans l'air avec une concentration dépassant quelques dizaines de grammes par mètre cube, elles forment une atmosphère explosive qui peut exploser en présence d'une source d'ignition. En fonction des caractéristiques des poussières, une faible énergie d'ignition (quelques dizaines de millijoules) peut enflammer cette atmosphère explosive.

Afin de la rendre non inflammable, la cellulose peut être mélangée ou associée à des produits minéraux comme les micas ou les vermiculites.

En cas d'incendie, les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone, les poudres chimiques, les mousses, ou l'eau pulvérisée. L'action d'extinction doit être réalisée de manière à ne pas mettre en suspension le produit.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[18, 19]

Les fibres de cellulose microcristalline se déposent dans les voies respiratoires où elles peuvent persister un certain temps avant d'être éliminées dans un second temps dans les fèces. Elles ne sont pas absorbées par les autres voies d'exposition.

Chez l'animal

(mise à jour : janvier 2026)

Absorption

La cellulose microcristalline n'est pas absorbée par la peau ou la voie digestive. Au niveau des voies respiratoires, le diamètre moyen des fibres de cellulose étant important, le nombre de fibres pouvant se déposer dans le poumon profond et plus précisément dans la zone alvéolaire (fraction alvéolaire) est faible.

Distribution

La demi-vie de clairance pulmonaire de la fraction inhalable de fibres de cellulose est supérieure à 1000 jours chez le rat (instillation intratrachéale de 2 mg de fibres, 4,2 µm de long et diamètre 0,87 µm) : ces fibres sont plus biopersistantes que des fibres céramiques [20]. En effet, un an après l'administration, les fibres de cellulose s'étaient divisées et les auteurs n'avaient pas constaté leur dissolution.

Cette biopersistence très élevée a été critiquée sur la base d'une dose excessive en fibres alvéolaires induisant un phénomène de surcharge pulmonaire diminuant la clairance normale des fibres inhalées et posant des problèmes en termes de transposition des résultats à l'Homme [21 à 23]. Il a été cependant admis que ces fibres pouvaient se diviser en fibrilles, mais ce phénomène a été considéré comme très limité.

Aucune fibre de cellulose n'est décelée dans le tissu lymphoïde et les organes (foie, poumon, rate et cerveau) de rat, suite à l'administration par gavage de 5000 mg/kg (diamètre de 6 µm, pendant 90 jours) [18].

Excrétion

Chez l'Homme comme chez l'animal, la totalité des fibres ingérées est excrétée dans les fèces.

Mode d'action

L'expertise collective réalisée par l'INSERM sur les « Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante » (1999) [1] signalait essentiellement le caractère pro-inflammatoire des fibres de cellulose et évoquait une étude qui avait relevé une augmentation du nombre de tumeurs non statistiquement significative après injection intrapéritonéale [24]. Peu de travaux expérimentaux ont été réalisés depuis. Ils confirment que les fibres de cellulose ne peuvent être considérées comme inertes du point de vue de leurs effets potentiels sur le système pulmonaire, mais leur nocivité semble cependant réduite en particulier du fait de leur grande taille et de la très faible part de fibres respirables dans l'aérosol [25]. Les fibres alvéolaires de cellulose peuvent provoquer chez l'animal des réactions pulmonaires : fibrose et granulomes. Elles semblent capables de se diviser en fibres plus fines qui contribuent à accroître leur biopersistence.

Elles induisent la production d'espèces réactives de l'oxygène. L'injection intrapéritonéale à forte dose montre une tumorigénicité, mais très inférieure à celle de la crocidolite (forme d'amiante). Cet effet tumorigène n'est observé qu'au cours d'études conduites par des voies non extrapolables à l'Homme ; seule une étude à long terme par inhalation de fibres alvéolaires permettrait de confirmer ou non cet effet.

Toxicité expérimentale

Les fibres de cellulose ont donné lieu à très peu d'études expérimentales malgré des applications diverses et variées. Une fibrose pulmonaire est induite par l'instillation intratrachéale de fortes concentrations de cellulose. Un effet tumorigène est observé lors d'études réalisées par des voies non extrapolables à l'Homme ; seule une étude à long terme par inhalation de fibres alvéolaires permettrait de confirmer ou non cet effet. Aucun effet sur la reproduction n'a été mis en évidence dans les quelques études disponibles.

Toxicité aiguë

(mise à jour : janvier 2026)

L'équipe de Tatrai a conduit plusieurs études de toxicité respiratoire chez le rat mâle, par instillation intratrachéale de 15 mg de produit. Il est à noter qu'une telle dose entraîne vraisemblablement une surcharge pulmonaire et excède les capacités normales d'épuration des poumons.

Dans la première, ils ont administré 15 mg de poussière de paprika (constituée de cellulose à environ 20 %) ou de la poudre de cellulose (5 rats par groupe). Selon les auteurs, les deux traitements ont conduit à des effets de sévérité comparable. Un extrait, sans fibre, de poussière de paprika n'ayant entraîné aucun effet histologique, les auteurs ont conclu que les effets dus à la poussière de paprika pouvaient, au moins en partie, être attribués aux fibres de cellulose [26].

La même équipe a administré selon le même protocole 15 mg de poussière de bois de pin, 15 mg de poudre de cellulose pure ou 15 mg d'extrait global de poussière de bois de pin exempt de fibre. Ils ont observé des effets pulmonaires similaires dans les deux premiers cas (alvéolobronchiolite fibrosante), pas dans le troisième [27].

Ces travaux ont été prolongés par l'étude des effets d'une instillation intratrachéale unique de cellulose (15 mg/animal) tamisée, puis traitée pour recueillir la fraction la plus fine. Une alvéolite granulomateuse fibrosante a été mise en évidence, accompagnée d'un accroissement de la production d'immunoglobulines A (IgA) dans le liquide de lavage broncho-alvéolaire. La fibrose progressait modérément dans le temps [28].

Après injection de 15 mg de cellulose par voie intratrachéale chez le rat, un œdème interstitiel et des signes d'inflammation ont été relevés dès le premier jour. Par la suite et jusqu'à 7 jours, la réaction inflammatoire persistait dans les alvéoles et les bronches ainsi que dans le parenchyme. Le suivi histologique à 1 mois a mis en évidence une bronchioalvéolite fibreuse [29].

Au cours d'une étude expérimentale de type aiguë réalisée par le National Toxicology Program [30], la fraction respirable (fibres et particules) d'un échantillon de cellulose pour isolation a été administrée par instillation intratrachéale à des rats mâles F344. La dose était de 5 mg/kg de poids corporel (p.c.), choisie sur la base des résultats d'une pré-étude pour une légère réponse inflammatoire. Les rats ont été suivis durant 28 jours. Le protocole était complété par deux groupes témoins : un groupe témoin « particules » recevant du dioxyde de titane (TiO₂) et un groupe témoin « véhicule » recevant du tampon phosphate. Les liquides de lavage broncho-alvéolaires (LLBA) ont été analysés 1, 3, 7, 14 et 28 jours après l'instillation ; une analyse histopathologique des poumons a été réalisée aux 14^e et 28^e jours après le traitement. Les auteurs ont observé dans le LLBA que la cellulose pour isolation provoquait un afflux de cellules inflammatoires plus important que le TiO₂ ainsi qu'une augmentation du taux de protéines et concluaient à une réaction inflammatoire légère. Ces variations n'étaient plus significatives au 14^e jour.

L'analyse histologique au 28^e jour a montré que, contrairement au TiO₂, la cellulose pour isolation provoquait une légère augmentation des fibrilles de collagène associée avec des nodules granulomateux. Au total, ces résultats montraient une toxicité pulmonaire minimale.

■ Irritation, sensibilisation

La poudre de cellulose Cellulon™, qui présente de fortes similitudes avec la cellulose microcristalline, n'a pas montré d'effet irritant sur l'œil et la peau du lapin [31]. Concernant la sensibilisation cutanée, une étude réalisée chez le cochon d'Inde a donné un résultat négatif avec une fibre de cellulose microcristalline commerciale (test de Buehler) [18].

Toxicité subchronique, chronique

(mise à jour : janvier 2026)

Chez le hamster, des poussières de cellulose pure stérilisée (0,75 mg/100 g pc, 2 fois/semaine, pendant 6 semaines) ont été instillées par voie intratrachéale dans les poumons de hamsters. L'objectif de cette étude était de vérifier si la poussière de cellulose, utilisée comme contrôle lors d'expériences rapportées par d'autres, était réellement assimilable à une poussière inerte. Une fibrose est apparue avec cette forte charge pulmonaire (au total, environ 3 mg/g de poumon). Les animaux ainsi traités présentaient une compliance réduite (estimée entre 60 et 70 % de la capacité pulmonaire totale), des granulomes (présence de fibres de cellulose) et un épaississement parenchymateux (tous éléments révélateurs d'une fibrose histologiquement apparente) [32].

La toxicité d'une cellulose commerciale, utilisée pour l'isolation dans le bâtiment, a été évaluée chez le rat après broyage partiel pour parvenir à une fraction d'environ 35 à 40 % de particules alvéolaires [33]. Des rats Wistar ont été exposés à 100, 500 et 2 000 mg/m³, 6 heures/jour, 5 jours/semaine, pour un total de 21 expositions. Des pathologies pulmonaires doses dépendantes ont été observées : infiltrations macrophagiques de l'interstitium, zones avec alvéolite et hyperplasie épithéliale, granulomes avec dépôts de collagène dans l'interstitium péribronchiolaire à la plus forte concentration.

Warheit et al. [34] ont exposé des rats à un aérosol de fibres de cellulose 6 heures/jour, 5 jours/semaine pendant 2 semaines, à deux concentrations cibles : 300 et 575 fibres/mL de longueur moyenne comprise entre 10 et 13 µm. Pour le groupe le plus exposé, la clairance des fibres était modérée à lente avec une valeur d'environ 50 % de la charge pulmonaire initiale après 3 mois. Les fibres ont produit une inflammation pulmonaire modérée et transitoire qui revenait aux valeurs des rats témoins 10 jours après la fin de l'exposition.

L'étude de Cullen et al. [35] avait pour objectif de tester les effets inflammatoires d'un échantillon de fibres de cellulose dans deux modèles animaux : d'une part, chez la souris, par injection intrapéritonéale (IP) et d'autre part, chez le rat, par inhalation. L'expérimentation chez la souris comprenait l'injection IP de fibres de cellulose ou de fibres de crocidolite, ces dernières étant les témoins positifs. Les doses, de 10⁴ à 10⁸ fibres, ont provoqué dans la cavité intrapéritonéale un recrutement marqué de cellules inflammatoires présentant un pic 24 heures après l'injection. La crocidolite était beaucoup plus active que la cellulose pour une même dose exprimée en nombre de fibres.

L'expérimentation par inhalation consistait à exposer des rats à un aérosol de fibres alvéolaires de cellulose 5 jours/semaine pendant 3 semaines à une concentration de 1 000 fibres/mL. L'inhalation a induit une réponse pulmonaire inflammatoire précoce, mise en évidence par le lavage broncho-alvéolaire, avec un pic 24 heures après le début de l'inhalation, qui ensuite déclinait progressivement en dépit d'une exposition poursuivie pendant 13 jours. Les résultats de ces expérimentations ont conduit les auteurs à conclure que la cellulose était moins inflammatoire que la crocidolite.

Il n'y a pas de donnée de toxicité chronique publiée chez l'animal, à notre connaissance.

Effets génotoxiques

(mise à jour : janvier 2026)

[19]

■ In vitro

L'Avicel® (composée de 85 % de cellulose microcristalline et de 15 % de gomme de guar) ne produit pas d'effet génotoxique dans plusieurs systèmes expérimentaux :

- test d'Ames sur *S. typhimurium* et *E. coli* (avec et sans activation métabolique) ;
- test de mutation génique sur cellules de lymphome de souris (avec activation métabolique) ;
- test de synthèse non programmée d'ADN sur hépatocytes de rats.

■ In vivo

De même, l'Avicel® n'augmente pas le nombre de micronoyaux chez des souris exposées à 5000 mg/kg pc en mélange dans la nourriture, pendant 10 heures.

Effets cancérogènes

(mise à jour : janvier 2026)

Aucune étude de cancérogenèse long terme par inhalation n'est publiée.

Des cancers se sont développés dans la cavité abdominale de rats ayant reçu 20 mg de cellulose par voie intrapéritonéale (la dimension des fibres n'était pas précisée). Néanmoins, l'incidence de ces cancers n'était pas significativement différente des témoins [24].

Des fibres respirables de cellulose pure ont été injectées par voie intrapéritonéale chez le rat. Les doses totales administrées étaient de 10⁶, 10⁷, 10⁸ et 10⁹ fibres OMS (fibre susceptible d'être inhalée, telle que définie par l'Organisation Mondiale de la Santé, avec longueur L > 5 µm, diamètre D < 3 µm et rapport L/D > 3) de longueur supérieure à 5 µm en 3 injections séparées d'une semaine (10⁹ fibres injectées correspondent à 115 mg). Les résultats de cette étude ont montré que des hautes concentrations de fibres de cellulose sont capables de produire des tumeurs lorsqu'elles sont injectées par cette voie. Deux mésothéliomes ont été observés pour les concentrations 10⁷ et 10⁸ fibres (1 par groupe de dose), mais étant donné la survenue de mésothéliomes spontanés dans cette souche de rats, les auteurs n'étaient pas certains qu'ils étaient en relation avec le traitement. La dose la plus forte en fibres de cellulose (10⁹ fibres) a induit des sarcomes locaux (plutôt que des mésothéliomes) chez 9 animaux sur 50. Par comparaison, la même dose en fibres de crocidolite (10⁹ fibres) a engendré des mésothéliomes chez 22 animaux sur 26 (21/26 à 10⁸ fibres, 14/50 à 10⁷ fibres, 4/50 à 10⁶ fibres) [36].

Effets sur la reproduction

(mise à jour : janvier 2026)

Fertilité

En 1972, la US-FDA a conclu que la cellulose n'induisait pas d'effets toxiques pour la reproduction et le développement, sur la base des résultats d'une étude d'administration par voie orale sur 3 générations chez le rat (30 % dans l'alimentation équivalent à 15000 mg/kg pc/j) [37].

Développement

Des rats ont été exposés à des fibres de cellulose (Avicel® RCN-15, 85 % de cellulose microcristalline et 15 % de gomme guar, taille moyenne des particules 21 µm) mélangée à la nourriture (0 – 2091 ou 4490 mg/kg pc/j), du 6^e au 15^e de gestation. Aucune toxicité maternelle ni effet sur le développement n'ont été rapportés. Cette absence d'effet a aussi été observée dans les mêmes conditions expérimentales, avec un autre type de cellulose (Avicel® CL-611, 85 % de cellulose microcristalline et 15 % de méthyl-carboxy-sodium-cellulose) [19].

Toxicité sur l'Homme

Les données sur la toxicité des fibres de cellulose chez l'Homme sont peu nombreuses et il existe souvent des limites à l'interprétation des données disponibles (puissance et caractérisation des expositions insuffisantes, coexposition, facteurs de confusion). En milieu professionnel (fabrication de papier, isolation), des symptômes d'irritation (des yeux et des voies respiratoires supérieures), des atteintes respiratoires (altération de la fonction respiratoire, bronchite, asthme) ainsi que quelques cas d'allergies cutanées ont été décrits chez des travailleurs exposés à des poussières contenant des fibres de cellulose. Les données identifiées à la date de mise à jour de cette partie ne permettent pas de conclure quant à la cancérogénicité des fibres de cellulose chez l'Homme. Aucune donnée sur la génotoxicité ou la reprotoxicité n'est disponible chez l'Homme à la date de mise à jour de cette partie.

Toxicité aiguë

(mise à jour : janvier 2026)

[30, 38, 39]

Dans une étude américaine réalisée auprès de 23 travailleurs appliquant des matériaux d'isolation à base de fibres de cellulose, les symptômes rapportés dans un questionnaire médical remis aux travailleurs avant, pendant et après chaque poste de travail comprenaient : toux, respiration sifflante, signes d'irritation du nez, de la gorge et des yeux. 43 % de l'effectif alléguaient au moins un symptôme au cours de l'étude.

Quelques cas décrivent le développement de lésions granulomateuses autour de particules de cellulose dans le cadre d'expositions non professionnelles : un cas de granulomatose pulmonaire suite à l'injection intraveineuse de particules de cellulose et un cas de péricérite granulomateuse suite à une contamination de cellulose lors d'une opération chirurgicale.

Toxicité chronique

(mise à jour : janvier 2026)

[1, 23, 30, 39 à 42]

Les études, réalisées principalement dans le secteur de la fabrication de papier et l'isolation, mettent en évidence une prévalence plus élevée de signes d'irritation des yeux, des voies aériennes supérieures, de bronchite chronique, d'asthme, ainsi que des altérations de certains paramètres spirométriques (diminution du volume expiratoire maximal par seconde VEMS et de la capacité vitale forcée CVF) chez des travailleurs exposés à des poussières constituées majoritairement de fibres de cellulose. Il n'existe cependant pas toujours de corrélation entre ces troubles et les niveaux d'exposition. Des cas d'allergies cutanées (eczéma de contact aux additifs, rares urticaires aux enzymes cellulolytiques) ont également été rapportés dans l'industrie du papier. Ces données ne permettent pas de dégager la responsabilité individuelle des fibres de cellulose dans la survenue de ces pathologies.

Un cas de protéinose alvéolaire pulmonaire a été publié concernant une femme de 35 ans exposée à des poussières provenant de l'isolant du système de ventilation de son domicile. Les poussières contenaient des fibres de cellulose, mais également de nombreuses autres substances inorganiques (silicates, talc...). Les auteurs concluaient à l'existence d'un lien entre la pathologie et l'exposition aux fibres de cellulose en raison de la mise en évidence de ces mêmes fibres à l'examen microscopique du tissu pulmonaire après biopsie transbronchique et du fait de l'amélioration de la symptomatologie à l'arrêt de l'exposition. Le niveau d'exposition de la patiente n'était pas connu.

Effets génotoxiques

(mise à jour : janvier 2026)

Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme à la date de mise à jour de cette partie.

Effets cancérogènes

(mise à jour : janvier 2026)

[1, 30, 43]

Les données disponibles ne permettent pas de conclure sur la cancérogénicité chez l'Homme notamment du fait de la rareté et du manque de puissance des études disponibles.

Effets sur la reproduction

(mise à jour : janvier 2026)

Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme à la date de mise à jour de cette partie.

Exposition professionnelle

(mise à jour : janvier 2026)

[38]

Une étude réalisée en 2000 par le NTP pour le NIOSH sur l'évaluation de l'exposition des travailleurs lors de l'application de matériaux d'isolation à base de cellulose [38] a notamment porté sur :

- la caractérisation des matériaux d'isolation cellulosique ;
- l'évaluation de l'exposition aux poussières totales des travailleurs de 10 entreprises aux États-Unis qui appliquent des matériaux en vrac contenant de la fibre de cellulose dans les bâtiments résidentiels et commerciaux.

Cent soixante-quinze prélèvements individuels ont été effectués au cours de cette étude en vue d'évaluer l'exposition des travailleurs aux poussières totales d'isolants cellulotiques.

L'analyse de fibres émises dans l'atmosphère lors de la mise en place de ces matériaux, réalisée en microscopie électronique, a montré qu'elles ont une longueur comprise entre 5 et 150 µm.

Cette étude s'est intéressée à différentes situations impliquant les applicateurs d'isolant cellulotique et les conducteurs de trémie (chargement, réglage) :

- application par soufflage dans un milieu confiné (grenier) ;
- application par insufflation et projection dans les parois murales et plafonds ;
- application d'isolant cellulotique sec ;
- application d'isolant cellulotique à l'humide (brumisation d'eau lors de l'application/procédé de mouillage dans la trémie) ;

Les prélèvements individuels effectués ont permis d'obtenir, après transformation logarithmique des données, les valeurs d'exposition aux poussières totales rassemblées dans le tableau 2 (les prélèvements ont fait l'objet d'une analyse par méthode gravimétrique).

L'étude a permis de vérifier que la brumisation dans les milieux confinés (greniers) permet de réduire le niveau d'exposition aux poussières totales.

Le procédé humide utilisé pour l'application dans les parois murales/plafonds entraîne des niveaux d'exposition supérieurs à l'utilisation du procédé à sec [tableau 2]. Ceci est dû aux difficultés rencontrées pour effectuer le réglage du procédé de mouillage (dosage eau/cellulose) dans la trémie, et à l'intensité de la force appliquée permettant le débit nécessaire à la projection du produit pâteux/humide. Lors de l'opération, la proximité directe de l'opérateur au niveau de la zone d'application génère des projections par rebondissement sur la surface du support reçues par celui-ci, et, lors des applications par soufflage entre les parois, des fuites de matériau se produisent dans les failles ou interstices préexistantes dans les murs (percements) lors du soufflage.

| Groupe | Méthode | Nombre d'échantillons analysés | Moyenne géométrique | Déviati on standard géométrique | Minimum des concentrations mesurées en mg/m ³ | Maximum des concentrations mesurées en mg/m ³ |
|---------------------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------------|--|--|
| Grenier confiné, applicateur | Isolant sec | 22 | 74,8 | 2,33 | 16,2 | 431 |
| | À l'humide | 29 | 18,7 | 2,85 | 1,27 | 97,3 |
| Grenier confiné, conducteur de trémie | Isolant sec | 13 | 25,8 | 3,09 | 2,17 | 140 |
| | À l'humide | 24 | 17,8 | 2,56 | 0,82 | 58,3 |
| Mur/plafond, applicateur | Isolant sec | 9 | 20,2 | 2,66 | 3,86 | 78,7 |
| | À l'humide | 27 | 26,2 | 1,80 | 4,34 | 80,6 |
| Mur/plafond, conducteur de trémie | Isolant sec | 7 | 9,99 | 2,98 | 1,22 | 44,6 |
| | À l'humide | 30 | 22,2 | 2,03 | 2,08 | 61,3 |

Tableau 2 : Comparaison des concentrations de poussières totales observées par type d'application des isolants cellulotiques (procédé sec/procédé humide).

Réglementation

(mise à jour : janvier 2026)

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).

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).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Circulaire du 13 mai 1987 modifiant la circulaire du ministère du Travail du 19 juillet 1982 (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° 66, 66 bis et 90.

Classification et étiquetage

a) **substance** fibres de cellulose

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 fibres de cellulose ne sont pas inscrites à l'annexe VI du règlement CLP et ne possèdent donc pas de classification et d'étiquetage officiels harmonisés au niveau de l'Union européenne.

Certains metteurs sur le marché proposent une autotaxonomie pour cette substance. Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA (<https://chem.echa.europa.eu/> et <https://echa.europa.eu/fr/regulations/clp/classification>).

b) **mélanges** contenant des fibres de cellulose

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié.

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 autres 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

L'évaluation des risques est notamment basée sur la nature des fibres concernées, la forme sous laquelle elles vont être produites, transformées ou utilisées (humides, additionnées de liant, sèches, etc.), sur le procédé industriel mis en œuvre, sur les niveaux d'exposition attendus ainsi que sur les méthodes envisagées pour réduire leur émission. La mise en œuvre des mesures de prévention collective est prioritaire sur les mesures de protection individuelle, et de manière générale, il convient de rechercher le niveau d'exposition le plus bas possible.

Au point de vue technique

(mise à jour : janvier 2026)

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.
- 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.
- **Lutte contre l'incendie** : former les opérateurs à la manipulation des moyens de première intervention (extincteurs, robinets d'incendie armés...).
- Former les opérateurs au risque lié aux **atmosphères explosives** (risque ATEX) [44].

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 poussières. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des poussières à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [45].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées aux fibres de cellulose.
- Travailler à l'humide, si le contexte le permet, en prenant garde au risque électrique.
- Déballer les fibres de cellulose au dernier moment et au plus près de leur lieu d'utilisation.

- Éviter l'usinage (découpe, perçage, ponçage, etc.) des fibres ou des matériaux en contenant en utilisant des produits prêts à poser ou pré-usinés. Si des découpes ou des perçages sont nécessaires, effectuer ces opérations sur une table à dossier aspirant.
- Utiliser des outils manuels (couteaux, cutters, massicots) ou électriques à vitesse lente qui produisent moins de poussières. Si des outils électriques à vitesse élevée sont néanmoins utilisés, ils doivent être munis de systèmes intégrés de captage des poussières équipés de filtres à très haute efficacité.
- Éviter tout rejet atmosphérique de fibres de cellulose.
- Évaluer **régulièrement** l'exposition des salariés aux fibres de cellulose présentes dans l'air (§ Méthodes de l'évaluation de l'exposition professionnelle).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité des fibres de cellulose 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 [46].
- 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 fibres de cellulose doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [47].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [48].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu des fibres de cellulose sans prendre les précautions d'usage [49].
- Supprimer toute source d'exposition par contamination en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail, **à l'humide** ou en utilisant un **système d'aspiration équipé de filtre à très haute efficacité, et adapté** aux poussières combustibles. Le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire. Afin d'éviter la présence de débris ou de déchets sur le sol, disposer des poubelles ou des conteneurs d'élimination étanches au plus près des zones 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) [50, 51]. 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 [52 à 55].

- Appareils de protection respiratoire : si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type P2, voire P3, lors de la manipulation de la substance [56].
- Gants : le point 8 de la FDS peut renseigner quant à la nature des matériaux pouvant être utilisés pour la manipulation de cette substance.
- Vêtements de protection : il est préconisé de porter un vêtement de travail ample mais ajusté au cou, aux poignets et aux chevilles. **Seul le fabricant du vêtement** 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** [57].
- 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 [58].

Stockage

- Stocker les fibres de cellulose dans des locaux **frais, secs et sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes et de toute autre source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...).
- Les fibres de cellulose doivent être conditionnées de manière totalement étanche dans des emballages doubles en matière plastique soigneusement fermés.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- 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 fibres de cellulose des produits comburants. Si possible, le stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux.

Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des substances à leur arrivée (§ stockage).
- Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par des fibres de cellulose.
- 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 poussières, **le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire**. Récupérer la substance en l'aspirant avec un **aspirateur équipé de filtre à très haute efficacité et adapté** à l'aspiration de poussières combustibles.
- Des appareils de protection respiratoire isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.
- 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

(mise à jour : janvier 2026)

Lors des visites initiale et périodiques

- Rechercher particulièrement lors de l'interrogatoire et l'examen clinique, des symptômes d'irritation des muqueuses oculaire et respiratoire supérieure, des antécédents de pathologies respiratoires chroniques, des symptômes évocateurs d'une atteinte de la fonction respiratoire, ainsi que des antécédents ou symptômes d'allergie cutanée.
- L'examen clinique pourra être complété par la réalisation d'épreuves fonctionnelles respiratoires qui serviront d'examen de référence.
- La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires 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.
- Il est indispensable de rechercher les éventuelles co-expositions actuelles ou passées susceptibles de générer des pathologies respiratoires (amiante et fibres céramiques réfractaires notamment). Le suivi médical sera alors adapté en fonction de l'existence de ce type d'exposition.

Conduites à tenir en cas d'urgence

- En cas de **contact cutané ou oculaire** : retirer les vêtements souillés et rincer la peau et/ou les yeux immédiatement et abondamment à l'eau courante pendant au moins 15 minutes. En cas de port de lentilles de contact, les retirer pendant le rinçage. Si une irritation oculaire et/ou cutanée apparaît ou si la contamination cutanée est étendue ou prolongée, consulter un médecin et/ou ophtalmologiste.
- En cas d' **inhalation massive** : appeler rapidement 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, sans notion de traumatisme, et respire, la placer en position latérale de sécurité. Si notion de traumatisme, la laisser sur le dos. Si elle ne respire pas, mettre en œuvre les 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). En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin.

Bibliographie

(mise à jour : janvier 2026)

- 1 | Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante. Expertise collective. INSERM : Paris ; 1999 (<https://www.inserm.fr/>).
- 2 | Avant-projet de valeur limite d'exposition professionnelle aux fibres de cellulose. Chimie Info n° 57, 1997.
- 3 | Klemm D, Philipp B, Heinze T, Heinze U et al. – Comprehensive Cellulose Chemistry, volume 1, Fundamentals and analytical methods. Wiley. 1998.
- 4 | Moreau B, Grzebyk M - Utilisation de matériaux fibreux en France. Note documentaire ND 2299. Hyg Sécur Trav. Cah Notes Doc. 2008 ; 213 : 27-43.
- 5 | Satge C - Étude de nouvelles stratégies de valorisation de mono et polysaccharides. Université de Limoges ; 2002.
- 6 | Cellulose. In : Base de données « Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) » – Substances chimiques. INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).
- 7 | Norme NF X 43-269 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement sur filtre à membrane pour la détermination de la concentration en nombre de fibres par les techniques de microscopie : MOCP, MEBA et META - Comptage par MOCP. AFNOR ; Décembre 2017 : 63 p.
- 8 | Comptage des fibres M-309. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2021 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 9 | Fibres inorganiques M-311. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2021 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 10 | Norme ISO 14966:2019 - Air Ambiant, Détermination de la concentration en nombre de particules inorganiques fibreuses – Méthode par microscopie électronique à balayage ; Décembre 2019.
- 11 | Cellulose insulation. Method 7404. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4 th edition. NIOSH, 2003 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 12 | Norme NF X 43-257 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosol à l'aide d'une cassette (orifice 4 mm). AFNOR ; Août 2016 : 23 p.
- 13 | Norme PR NF X 43-259 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement individuel ou à poste fixe de la fraction alvéolaire de la pollution particulaire. Méthode de séparation par cyclone 10 mm. AFNOR ; Novembre 2025 : 15 p.
- 14 | Norme NF X 43-262 - Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement d'aérosols solides à l'aide d'une coupelle rotative (fractions alvéolaire, thoracique et inhalable). AFNOR ; Mars 2012 : 19 p.
- 15 | Guide méthodologique MétroPol - Analyse gravimétrique. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2024 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 16 | Guide méthodologique MétroPol - Prélèvement des aérosols par le dispositif CIP10. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2022 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 17 | Guide méthodologique MétroPol - Prélèvement des aérosols par cyclone. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2025 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 18 | Cellulose microcristalline. In : Répertoire Toxicologique. CNESST, 2024 (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 19 | Re-evaluation of celluloses E 460(i), E 460(ii), E 461, E 462, E 463, E 464, E 465, E 466, E 468 and E 469 as food additives. *EFSA J*. 2018 ; 16(1) : 5047.
- 20 | Muhle H, Ernst H et Bellmann B – Investigation of the durability of cellulose fibres in rat lungs. *Annals Occup Hyg*. 1997 ; 41(suppl 1) : 184-188.
- 21 | Levy LS – The « particle overload » phenomenon and human risk assessment. *Indoor Environ*. 1995 ; 4 : 254-262.
- 22 | Harrison PTC, Levy LS, Patrick G, Pigott GH et al. – Comparative hazards of chrysotile asbestos and its substitutes : an European perspective. *Environ Health Perspect*. 1999 ; 107(8) : 607-612.
- 23 | Warheit DB, Reed KL et Webb TR – Man-made respirable-sized organic fibers : what do we know about their toxicological profiles ? *Ind Health*. 2001 ; 39 : 119-125.
- 24 | Rosenbruch M, Friedrichs K et Schlipkoter HW – Health significance of asbestos fibre substitutes used in the manufacture of fiber cement. *Zbl Arbeitsmed*. 1992 ; 42 : 355-362.
- 25 | Morgan DL, Su YF, Dill JA, Turnier JC et al. – Chemical and physical characteristics of cellulose insulation particulates, and evaluation of potential acute pulmonary toxicity. *Am J Ind Med*. 2004 ; 46 (6) : 554-69.
- 26 | Tatnai E et Ungvary G – The aetiology of experimental fibrosing alveo-bronchiolitis induced in rats by paprika dust. *Br J Ind Med*. 1992 ; 49 : 494-498.
- 27 | Tatnai E, Adamis Z, Bohm U et al. – Role of cellulose in wood dust- induced fibrosing alveo-bronchiolitis in rat. *J Appl Toxicol*. 1995 ; 15(1) : 45-48.
- 28 | Tatnai E, Brozik M, Adamis Z, Meretey K et al. – *In vivo* pulmonary toxicity of cellulose in rats. *J Appl Toxicol*. 1996 ; 16(2) : 129-135.
- 29 | Adamis Z, Tatnai E, Honma K et Ungvary G – *In vitro* and *in vivo* assessment of the pulmonary toxicity of cellulose. *J Appl Toxicol*. 1997 ; 17(2) : 137-141.
- 30 | Toxicity Study Report on the atmospheric characterization, particle size, chemical composition, and workplace exposure assessment of cellulose insulation (Celluloseins). NTP Toxicity Report Series TOX-74. US Department of Health and Human Services, 2006.
- 31 | Schmitt DF, Frankos VH, Westland J et Zoetis T – Toxicologic evaluation of CellulonTM fiber ; genotoxicity, pyrogenicity, acute and subchronic toxicity. *J Am Coll Toxicol*. 1991 ; 10 : 541-554.
- 32 | Milton DK, Godleski JJ, Feldman HA et Greaves IA – Toxicity of intratracheally instilled cotton dust, cellulose, and endotoxin. *Am Rev Respir Dis*. 1990 ; 142 : 184-192.

- 33 | Hadley JG, Kotin P et Bernstein DM – Sub-acute (28 day) repeated dose inhalation toxicity of cellulose building insulation in the rat. *In* US Society of Toxicology Conference, Seattle, 1992.
- 34 | Warheit DB, Snajdr SI, Hartsky MA, Frame SR – Two weeks inhalation study in rats with cellulose fibers. *In* : Chiyotani K, Hosoda Y, Aizawa Y, eds. - Advances in the prevention of occupational respiratory diseases. Proceedings of the 9th International Conference on Occupational Respiratory Diseases. Kyoto, Japan, 13-16 October 1997. Tokyo, Japan : Elsevier ; 1998 ; 579-582.
- 35 | Cullen RT, Searl A, Miller BG, Davis JM *et al.* – Pulmonary and intraperitoneal inflammation induced by cellulose fibres. *J Appl Toxicol.* 2000 ; 20 : 49-60.
- 36 | Cullen RT, Miller BG, Clark S et Davis JM – Tumorigenicity of cellulose fibers injected into the rat peritoneal cavity. *Inhal Toxicol.* 2002 ; 14(7) : 685-703.
- 37 | Anderson RL, Owens JW et Timms CW – The toxicity of purified cellulose in studies with laboratory animals. *Cancer Lett.* 1992 ; 63(2) : 83-92.
- 38 | Health hazard evaluation report 2000-0322-2827 NIOSH. Exposure assessment of cellulose insulation applicators. Mars 2001 (<https://stacks.cdc.gov/view/cdc/193985>).
- 39 | Cellulose. *In* : TLVs and BEIs with 7th edition documentation. Cincinnati : ACGIH ; 2019 : CD-ROM.
- 40 | Knight D, Lopata AL, Nieuwenhuizen N, Jeebhay MF. – Occupational asthma associated with bleached chlorine-free cellulose dust in a sanitary pad production plant. *Am J Ind Med.* 2018 ;61(11) :952-958.
- 41 | McDonald JW, Alvarez F, Keller CA – Pulmonary alveolar proteinosis in association with household exposure to fibrous insulation material. *Chest.* 2000 ; 117 : 1813-7.
- 42 | Järholm B. – Natural organic fibers. Health effects. *Int Arch Occup Environ Health.* 2000 ; 73 (suppl) : 69-74.
- 43 | Xu M *et al.* – Prevalent occupational exposures and risk of lung cancer among women : Results from the application of the Canadian Job-Exposure Matrix (CANJEM) to a combined set of ten case-control studies. *Am J Ind Med.* 2024 ;67(3) :200-213.
- 44 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 46 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 47 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 49 | 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).
- 50 | 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>).
- 51 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 52 | 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>).
- 53 | 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>).
- 54 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 55 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 56 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 57 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 58 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).

Historique des révisions

| | |
|---|--------------|
| 1 ^{re} édition | 2011 |
| 2 ^e édition (mise à jour complète) | Janvier 2026 |