

Trichlorure de fer

Fiche toxicologique n°154

Généralités

Edition _____ Février 2021

Formule :FeCl₃

Substance(s)

Formule Chimique	Détails
FeCl ₃	Nom Trichlorure de fer
	Numéro CAS 7705-08-0
	Numéro CE 231-729-4
	Synonymes Chlorure ferrique ; Chlorure de fer (III) ; Perchlorure de fer
FeCl ₃ .6H ₂ O	Nom Trichlorure de fer hexahydraté
	Numéro CAS 10025-77-1
	Numéro CE 231-729-4(*)
	Synonymes Chlorure ferrique hexahydraté ; Chlorure de fer (III) hexahydraté ; Perchlorure de fer hexahydraté

Etiquette

Trichlorure de fer
-
■ Cette substance doit être étiquetée conformément au règlement (CE) n° 1272/2008 dit "règlement CLP".
231-729-4

(*) Le trichlorure de fer hexahydraté possède également le numéro CE 600-047-2 (pour rappel, tout numéro CE commençant par un 6 est un numéro provisoire délivré par l'ECHA dans l'attente de la publication d'un numéro d'inventaire officiel).

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 3]

- Floculant pour le traitement des eaux usées et la production d'eau potable ;
- Agent de gravure des circuits imprimés (attaque du cuivre) ;
- Oxydant dans l'industrie des colorants ;
- Décolorant des huiles végétales ;
- Décapant en traitement de surfaces ;
- Additif alimentaire pour animaux (forme hexahydratée) ;
- Hémostatique (usage médical) ;
- Catalyseur de réactions en chimie organique.

Propriétés physiques

[1 à 8]

- **Trichlorure de fer anhydre**

Le trichlorure de fer anhydre se présente sous la forme d'un solide noir verdâtre. Très hygroscopique, il se transforme progressivement sous l'action de l'humidité en trichlorure de fer hexahydraté. Il est très soluble dans l'eau (918 g/L à 20 °C) ; la dissolution s'accompagne d'un important dégagement de chaleur et de la formation de vapeurs corrosives de chlorure d'hydrogène. Il est également soluble dans certains solvants organiques tels que l'éthanol, l'oxyde de diéthyle et l'acétone.

■ Trichlorure de fer hexahydraté

Le trichlorure de fer existe aussi sous la forme de cristaux de trichlorure de fer hexahydraté, jaune brun ou orange, très déliquescents. Cette forme est soluble dans l'eau, l'éthanol, l'oxyde de diéthyle et l'acétone.

■ Solutions aqueuses de trichlorure de fer

Dans le commerce, le trichlorure de fer est également disponible sous la forme de solutions aqueuses (la plupart du temps en concentration supérieure à 40 % en poids), de couleur brun foncé, d'odeur piquante. Ces solutions ont une réaction acide (pH inférieur à 1 en raison d'une hydrolyse partielle).

Nom Substance	Détails	
Trichlorure de fer anhydre	Formule	FeCl₃
	N° CAS	7705-08-0
	Etat Physique	Solide
	Masse molaire	162,2
	Point de fusion	environ 300 °C (avec sublimation et décomposition partielle)
	Point d'ébullition	-
	Densité	2,90 à 25 °C
Trichlorure de fer hexahydraté	Formule	FeCl₃.6H₂O
	N° CAS	10025-77-1
	Etat Physique	Solide
	Masse molaire	270,3
	Point de fusion	37 °C
	Point d'ébullition	perte de l'eau à 280 °C
	Densité	1,82 à 25 °C

Propriétés chimiques

[1 à 5, 8]

Dans les conditions normales d'emploi, le trichlorure de fer est un composé stable. Le produit anhydre commence à se décomposer vers 200 °C en dichlorure de fer et en chlore. La décomposition est totale à 319 °C. L'hexahydrate et les solutions aqueuses se dissocient à haute température avec formation de chlorure d'hydrogène.

Le contact du trichlorure de fer anhydre avec l'eau entraîne un important dégagement de chaleur et la formation de chlorure d'hydrogène.

En présence d'eau, le trichlorure de fer réagit comme un acide. Il attaque la plupart des métaux avec formation d'hydrogène. Avec les bases fortes anhydres ou en solutions concentrées, il se produit un dégagement de chaleur.

Les mélanges de sodium ou potassium avec le trichlorure de fer peuvent exploser.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

[9]

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) dans l'air des lieux de travail ont été établies pour les sels de fer solubles.

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLEP Description
Sels de fer solubles	Etats-Unis (ACGIH - 1969)	-	1	En Fe

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

[10 à 22]

Les méthodes proposées et validées pour la détermination du trichlorure de fer dans l'air des lieux de travail, comprennent les étapes suivantes :

- Prélèvement de la fraction inhalable des particules (FeCl₃ solide ou solution aqueuse de trichlorure de fer) par pompage de l'air au travers d'une cassette contenant un filtre (membrane en ester de cellulose, membrane PVC ou filtre en fibre de quartz), avec des avantages et des inconvénients (sensibilité, colmatage, fuites à l'intérieur des cassettes, risque de rebond des poussières peu adhérentes sur les membranes) possibles. Le prélèvement au travers d'une cassette équipée d'une capsule interne (AccuCap® ou autre) est décrit [13, 16, 21].

- Mise en solution par un mélange d'acides minéraux, adaptée à la nature du filtre : à chaud, à l'aide des ultra-sons ou des micro-ondes.
- Dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique flamme (SAA flamme), par spectrophotométrie d'absorption atomique avec atomisation électrothermique (SAA-AET), par spectrométrie d'émission à plasma (ICP-AES) ou par spectrométrie de masse à plasma (ICP-MS).

Incendie - Explosion

Le trichlorure de fer et ses solutions aqueuses sont non combustibles. Toutefois, du fait de leur action corrosive sur les métaux et du dégagement d'hydrogène qui s'ensuit, ces produits peuvent constituer une source secondaire d'incendies et d'explosions (l'hydrogène étant un gaz très inflammable et capable de générer des atmosphères explosives en mélange avec l'air dans les limites de 4 à 75 % en volume).

En cas d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués. Si possible, déplacer les récipients exposés au feu. Refroidir les récipients exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

Absorbé au niveau du tube digestif, le fer de la substance est intégré dans le métabolisme du fer de l'organisme (hémoglobine, myoglobine).

Chez l'animal

Absorption

L'absorption digestive du trichlorure de fer se fait au niveau gastrique et duodéal après réduction en dichlorure de fer.

Métabolisme

Le métabolisme du trichlorure de fer suit celui du fer en général, rapidement décrit ici. Par voie digestive, l'absorption du fer est limitée par un système de régulation. Le fer est ensuite transformé de nouveau en ion ferrique, lié à une protéine porteuse et transporté dans le sang sous forme de transferrine. Cette dernière parvient au niveau du foie et de la rate, où elle servira à l'élaboration de l'hémoglobine et de la myoglobine. Trente-cinq pour cent sont inutilisés et stockés au niveau du système réticulo-endothélial.

Élimination

L'élimination se fait principalement par la desquamation des cellules digestives et les pertes sanguines.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[23]

On ne dispose pas de donnée sur les effets du trichlorure de fer.

La DL50 par voie orale est de 450 mg/kg chez le rat et de 895 mg/kg chez la souris. Les effets ne sont pas décrits dans la littérature.

Toxicité subchronique, chronique

L'ingestion répétée induit des troubles digestifs et une atteinte hématologique. Des dépôts de fer sont retrouvés dans de nombreuses cellules de l'appareil digestif (intestins, foie). L'inhalation entraîne une inflammation bronchique.

Chez le rat par voie orale (0,3, 1, 10, 100 et 1 000 mg/L dans l'eau de boisson pendant 7 mois), la dose sans effet est de 1 mg/L. Aux doses supérieures, on observe des diarrhées au cours des premiers mois de l'essai (à 100 et 1 000 mg/L), un retard pondéral (à partir de 10 mg/L), ainsi qu'une diminution du taux d'hémoglobine et une augmentation du nombre de leucocytes à 100 et 1 000 mg/L. À ces deux doses, la muqueuse de l'intestin grêle est le siège de foyers de desquamation et d'hyperplasie ; l'examen histologique révèle que les cellules de la muqueuse gastrique, les macrophages de l'intestin grêle et les hépatocytes des animaux traités, surtout à partir de 10 mg/L, comportent d'importants dépôts d'hémosidérine [24].

Chez le lapin exposé par inhalation (3,1 et 1,7 mg/m³, 6 h/j, 5 j/sem, 2 mois), l'examen histologique des poumons révèle une réaction inflammatoire interstitielle lymphocytaire ainsi que des granules macrophagiques. L'intensité et la fréquence de ces réactions sont dépendantes de l'exposition. Les macrophages comportent des inclusions riches en fer et la concentration en phospholipides est augmentée [25].

Effets génotoxiques

La plupart des essais sont négatifs in vitro . Certains résultats positifs in vivo pourraient être de mécanisme épigénétique.

Le trichlorure de fer n'induit pas de mutation sur le locus TK de cellules de lymphome de souris [26].

L'administration orale chez des souris à jeun provoque, à partir de 2 mg/kg, une augmentation des aberrations nucléaires au niveau des cellules de l'estomac. Par cette voie, on n'observe pas d'anomalie chez des animaux normalement nourris ou au niveau des cellules de la muqueuse colique. Des aberrations apparaissent à ce niveau en cas d'administration rectale du produit. Ces observations indiquent un effet local peut-être de nature épigénétique [27].

Effets cancérigènes

[29]

Une étude de cancérogenèse chez le rat est négative.

Chez le rat, l'administration quotidienne de trichlorure de fer pendant 2 ans (0,25 et 0,5 % dans l'eau de boisson) n'augmente pas le nombre de tumeurs malignes. La seule anomalie constatée est une réduction du gain de poids des animaux traités.

Effets sur la reproduction

[28]

Les essais réalisés ne permettent pas de se prononcer sur les risques pour la reproduction du trichlorure de fer.

L'administration à des œufs de poules de divers sels métalliques a montré que le sel de fer était le moins embryotoxique avec une DL50 de 1 185 µg/œuf (contre 3 µg/œuf pour le sel de cadmium). Dans ce même essai, l'effet tératogène apparaît faible.

Toxicité sur l'Homme

Les effets du trichlorure de fer sont essentiellement liés à ses propriétés fortement irritantes, notamment sur les muqueuses digestives, respiratoires et oculaires. Aucun effet lié à des expositions répétées n'est publié. On ne dispose pas de donnée sur d'éventuels effets cancérigènes ou sur la fonction de reproduction.

Toxicité aiguë

[30]

Du fait de son utilisation en thérapeutique humaine et de la description d'accidents en milieu professionnel, les effets de l'ingestion de fortes doses sont connus chez l'homme.

Comme d'autres sels ferriques, le trichlorure de fer entraîne des troubles digestifs importants (douleurs abdominales, vomissements et diarrhées profuses, gastrites hémorragiques). Dans un cas d'ingestion volontaire, une nécrose de l'estomac et d'une partie du duodénum a été décrite. Les pertes digestives ainsi qu'un effet vasodilatateur du fer peuvent contribuer à la survenue d'un collapsus. Une acidose métabolique, une atteinte tubulaire rénale aiguë, des troubles de la coagulation et une cytolysse hépatique peuvent compliquer ce tableau. Dans certains cas, un coma convulsif a été rapporté. Des séquelles digestives sténosantes sont possibles.

Les aérosols (poussières, brouillards) de trichlorure de fer sont irritants pour la peau et les muqueuses oculaires et respiratoires.

Le contact avec la peau peut entraîner des dermites persistantes ou une pigmentation brune qui subsiste plusieurs jours [31].

L'inhalation des vapeurs émises lorsque la substance est chauffée provoque une irritation susceptible de léser les muqueuses respiratoires.

Toxicité chronique

Aucun effet chronique lié à l'exposition professionnelle à ce composé n'a été rapporté.

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Février 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).

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.

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.

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.

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.

Classification et étiquetage

a) substances trichlorure de fer (CAS = 7705-08-0) et trichlorure de fer hexahydraté (CAS = 10025-77-1)

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 trichlorure de fer et trichlorure de fer hexahydraté ne sont pas inscrits à l'annexe VI du règlement CLP et ne possèdent pas d'étiquetages officiels harmonisés au niveau de l'Union européenne.

Cependant, les fournisseurs de ces 2 substances proposent des auto-classifications contenant certains des dangers suivants :

- Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux, catégorie 1 ; H290
- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 4 ; H302
- Corrosion/irritation cutanée, catégorie 1B ; H314
- Dangers pour le milieu aquatique - Danger chronique, catégorie 3 ; H 412

Pour plus d'informations, consulter le site de l'ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).

b) mélanges contenant du trichlorure de fer ou du trichlorure de fer hexahydraté

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Protection de la population

Article L. 1342-2 en application du règlement (CE) n° 1272/2008 (CLP) :

- étiquetage (cf. § Classification et étiquetage).

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 (www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr_f.html). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

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...).
- 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 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 [32].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées au trichlorure de fer.
- Éviter tout rejet atmosphérique de trichlorure de fer.
- Evaluer **régulièrement** l'exposition des salariés au trichlorure de fer présent dans l'air (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [33].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du trichlorure de fer sans prendre les précautions d'usage [34].
- 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. 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 [35 à 38].

- Appareils de protection respiratoire : Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type P2 lors de la manipulation de la substance [39].
- Gants : Les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont les caoutchoucs naturel, nitrile, néoprène et butyle, le polychlorure de vinyle ainsi que certains élastomères fluorés (Viton®, Viton®/caoutchouc butyle) [5, 40, 41].
- 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** [42].
- 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 [43].

Stockage

- Stocker le trichlorure de fer 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...) et à l'écart des produits incompatibles (en particulier les métaux). Le produit anhydre sera conservé à l'abri de l'humidité.
- Le stockage du trichlorure de fer et de ses solutions s'effectue habituellement dans des récipients en acier ébonité ou caoutchouté ou en matières plastiques (polychlorure de vinyle, polyéthylène, polymères fluorés tel que polytétrafluoroéthylène). Tous les métaux non protégés sont à proscrire. Dans tous les cas, il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la **bonne compatibilité** entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Le sol des locaux sera **imperméable** et formera **une cuvette de rétention** afin qu'en cas de déversement, la substance ne puisse se répandre au dehors.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.

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 le trichlorure de fer.
- 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 du produit, **le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire**. Récupérer le produit en l'aspirant avec un aspirateur industriel.
- 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

- **Eviter d'exposer** à des postes comportant un risque d'exposition importante et répétée les sujets atteints d'affections cutanées, ou respiratoires chroniques.
- **Lors des visites initiale et périodiques :**
 - **Examen clinique :** lors des examens périodiques, rechercher plus particulièrement des signes d'atteintes cutanées et respiratoires.
 - **Examens complémentaires :** la fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (épreuves fonctionnelles respiratoires) 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.

Conduites à tenir en cas d'urgence :

- **En cas de contact cutané,** appeler immédiatement un SAMU. Laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés). Dans tous les cas consulter un médecin.
- **En cas de projection oculaire :** appeler immédiatement un SAMU. 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 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, 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). En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin.
- **En cas d'ingestion :** appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. 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, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.

Bibliographie

- 1 | Ferric chloride. In : PubChem. US NLM (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 2 | Iron trichloride. Dossier d'enregistrement. ECHA, 2020 (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- 3 | Trichlorure de fer. In : Répertoire toxicologique. CSST (<https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 4 | Ferric chloride (anhydrous). Fiche IPCS. ICSC 1499. International Labour Organization (ILO), 2020 (<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- 5 | Iron(III) chloride. Gestis-databank on hazardous substances. BGIA (<https://gestis-database.dguv.de/>).
- 6 | Iron trichloride. SAX's dangerous properties of industrial materials. 11th ed. New-York : Wiley-Interscience ; 2005 : CD-ROM.
- 7 | Ferric Chloride (CAS = 7705-08-0). The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs and biological. 14th ed. Whitehouse Station : Merck and Co ; 2006.
- 8 | Pascal P - Nouveau traité de chimie minérale, Volume 18, Paris, Masson et Compagnie ; 1959 : 14-38.
- 9 | Iron salts, soluble. In : Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2019.
- 10 | Métaux et métalloïdes. Méthode M-121. In : Métropol. INRS, 2015 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 11 | Métaux et métalloïdes. Méthode M-122. In : Métropol. INRS, 2015 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).

- 12 | Métaux et métalloïdes. Méthode M-124. In : MétroPol. INRS, 2015 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 13 | Métaux et métalloïdes. Méthode M-125. In : MétroPol. INRS, 2016 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 14 | Metal and Metalloid Particulates in Workplace Atmospheres (Atomic Absorption). Method ID-121. In : OSHA Sampling and Analytical Methods. OSHA, 2002 (<https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html>).
- 15 | Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Dosage d'éléments présents dans l'air des lieux de travail par spectrométrie atomique. Qualité de l'air. Air des lieux de travail. Dosage d'éléments présents dans l'air des lieux de travail par spectrométrie atomique. Norme NF X43-275. La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2002.
- 16 | Air des lieux de travail. Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif - Partie 1 : Prélèvement d'échantillons. Norme NF ISO 15202-1 (NF X43-265-1). La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2020.
- 17 | Air des lieux de travail. Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif - Partie 2 : Préparation des échantillons. Norme NF ISO 15202-2 (NF X43-265-2). La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2020.
- 18 | Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif - Partie 3 : analyse. Norme NF ISO 15202-3 (NF X43-265-3). La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2005.
- 19 | Elements by ICP (Microwave Digestion). Method 7302. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition. NIOSH, 2014 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 20 | Elements by ICP Microwave Digestion. Method 7304. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition. NIOSH, 2014 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 21 | Elements by Cellulosic Internal Capsule Sampler. Method 7306. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition. NIOSH, 2015 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 22 | Air des lieux de travail - Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif. Norme NF ISO 30011 (X43-207). La Plaine Saint Denis : AFNOR ; 2010.
- 23 | Ferric chloride. In : base de données RTECS. Cincinnati, DHHS (NIOSH), mise à jour janvier 1994.
- 24 | Lysogorov A IK - Sanitarно-Toksikologicheskaya otsenka soedinenij zheleza (Evaluation toxicologique de composés du fer). *Gigiena I Sanitariya*. 1974 ; 5 : 16-19.
- 25 | Johansson A et al. - Macrophage reaction in rabbit lung following inhalation of iron chloride. *Environmental Research*. 1992 ; 58 : 66-79.
- 26 | Mc Gregor DB et al. - Responses of the L5178Y tk+/tk- mouse lymphoma cell forward mutation assay. *Environmental and Molecular Mutagenicity*. 1988 ; 12(1) : 85-154.
- 27 | Bianchini F et al. - Nuclear aberrations and micronuclei induction in the digestive tract of mice treated with different iron salts. *Journal of Applied Toxicology*. 1988 ; 8(3) : 179-183.
- 28 | Gilani SH, Alibhai Y - Teratogenicity of metals to chick embryos. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 1990 ; 30(1) : 23-31.
- 29 | Sato M et al. - Lack of carcinogenicity of ferric chloride in F344 rats. *Food and Chemical Toxicology*. 1992 ; 30(10) : 837-842.
- 30 | Bismuth C et al. - Toxicologie clinique. Paris, Flammarion, 1987, pp. 504506.
- 31 | Christoforov B et al - Fer. In : Toxicologie clinique et analytique. Paris, Flammarion Médecine-Sciences, 1971, p. 536.
- 32 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 33 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 34 | 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).
- 35 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 36 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 37 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 38 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 39 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 40 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 41 | 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.
- 42 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 43 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<http://www.inrs.fr>).

Auteurs

D. Jargot, F. Marc, S. Miraval, J. Passeron, F. Pillière, S. Robert,, A. Simonnard.

Historique des révisions

1 ^{re} édition	1995
2 ^e édition (mise à jour partielle)	

<ul style="list-style-type: none">■ Utilisations■ Valeurs limites d'exposition professionnelle■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air■ Pathologie - Toxicologie (résumés)■ Réglementation■ Recommandations techniques■ Bibliographie	2015
<p>3^e édition (mise à jour partielle)</p> <ul style="list-style-type: none">■ Recommandations médicales	Novembre 2017
<p>4^e édition (mise à jour partielle)</p> <ul style="list-style-type: none">■ Utilisations■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air■ Incendie - Explosion■ Réglementation■ Recommandations techniques■ Bibliographie	Février 2021