

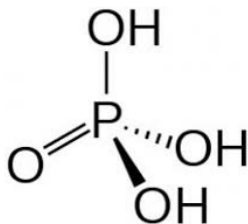
Acide phosphorique

Fiche toxicologique n°37

Généralités

Edition _____ Novembre 2020

Formule :



Substance(s)

Formule Chimique	Détails
H ₃ PO ₄	Nom Acide phosphorique
	Numéro CAS 7664-38-2
	Numéro CE 231-633-2
	Numéro index 015-011-00-6
	Synonymes Acide orthophosphorique

Etiquette



Acide phosphorique... (≥ 25 %)

Danger

- H314 - Provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions des yeux

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

231-633-2

Selon l'annexe VI du règlement CLP.
Remarque : si cette substance est mise sur le marché sous forme d'une solution aqueuse, le fournisseur doit indiquer sur l'étiquette la concentration de la solution en pourcentage (note B).

Caractéristiques

Utilisations

[1, 2, 4 à 6]

L'acide phosphorique est essentiellement utilisé dans les applications suivantes :

- fabrication d'engrais ;
- traitement de surface des métaux ;
- agent régulateur d'acidité/antioxydant/séquestrant dans l'industrie alimentaire E338 ;
- nettoyage de surfaces (métal, tuile, porcelaine...) ;
- liants pour produits réfractaires et céramiques ;
- traitement des eaux ;
- catalyseur en pétrochimie ;
- coagulation du caoutchouc latex ;
- teinture dans l'industrie textile ;
- ciment dentaire...

Propriétés physiques

[1 à 6]

À température ambiante, l'acide phosphorique pur anhydre est un solide cristallisé incolore, très déliquescent. Il est très soluble dans l'eau et l'éthanol.

L'acide phosphorique étant extrêmement hygroscopique, il est généralement commercialisé sous forme de solutions aqueuses de diverses concentrations dont les plus courantes sont 75, 80 et 85 % en poids de H_3PO_4 . Une solution à 85 % se présente sous forme d'un liquide visqueux incolore.

Nom Substance	Détails
Acide phosphorique	Formule H_3PO_4
	N° CAS 7664-38-2
	Etat Physique Solide
	Masse molaire 98,00
	Point de fusion 42,35 °C (pur) 21 °C (à 85%) -17,5 °C (à 75 %)
	Point d'ébullition 213 °C (pur) 158 °C (à 85 %) 135 °C (à 75 %)
	Densité 1,874 (pur) 1,685 (à 85 %) 1,574 (à 75 %)
	Pression de vapeur 4 Pa à 20 °C (pur) 200 Pa à 20 °C (à 85%) 75 Pa à 20 °C (à 75 %)

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 4 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1, 2, 5, 6]

L'acide phosphorique est un triacide minéral. La première fonction est celle d'un acide fort, la deuxième celle d'un acide faible et la troisième celle d'un acide très faible. Les trois bases formées sont le dihydrogénophosphate ($H_2PO_4^-$), l'hydrogénophosphate (HPO_4^{2-}) et l'orthophosphate (PO_4^{3-}).

C'est un acide plus fort que les acides acétique, oxalique, silicique et borique, mais moins fort que les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique et chromique.

L'acide phosphorique réagit violemment avec les bases, les nitrates, les chlorates... Sous l'action de la chaleur, il perd de l'eau et se transforme en acide pyrophosphorique ($H_4P_2O_7$) à partir de 213 °C.

L'acide phosphorique attaque la plupart des métaux (et en particulier les métaux ferreux, le zinc, l'aluminium) avec libération d'hydrogène. Il n'attaque pas les aciers inoxydables jusqu'à des températures inférieures à 100 °C. Par contre, au-dessus de 200 °C, tous les matériaux, y compris les réfractaires, le verre et les émaux, sont rapidement attaqués.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) dans l'air des lieux de travail ont été établies pour l'acide phosphorique.

Substance	Pays	VLEP 8h (ppm)	VLEP 8h (mg/m ³)	VLEP CT (ppm)	VLEP CT (mg/m ³)
Acide phosphorique	France (VLEP réglementaire indicative - 2004)	0.2	1	0.5	2

Substance chimique	Norme (directive, règlement, norme, etc.)	Unité	Classe	Classe	Classe
Acide phosphorique	Union européenne (directive - 2000)	-	1	-	2
Acide phosphorique	États-Unis (ACGIH - 1992)	-	1	-	3
Acide phosphorique	Allemagne (valeur MAK)	-	2 (fraction inhalable)	-	-

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[17 - 20]

- Prélèvement de l'acide phosphorique et de ses sels, présents dans l'air sous forme particulaire ou d'un brouillard d'acide non volatil, à l'aide d'une cassette fermée de diamètre 37 mm contenant un filtre-membrane en polytétrafluoroéthylène ou PVC, ou un filtre en fibre de quartz ou ester de cellulose.
- Désorption du filtre (et rinçage des parois de la cassette) à l'aide d'un solvant adapté : eau ou éluant chromatographique.
- Dosage des ions PO_4^{3-} par chromatographie ionique ou par électrophorèse capillaire. Un titrage acide d'un échantillon prélevé à la source peut permettre de faire la distinction entre l'acide phosphorique et ses sels (en dehors du pentoxyde de diphosphore) [18].

Incendie - Explosion

[1 à 3, 4]

L'acide phosphorique est un composé non combustible. Toutefois, son action corrosive sur de nombreux métaux usuels s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène, gaz extrêmement inflammable et réactif pouvant former des atmosphères explosibles en mélange avec l'air (les limites inférieure et supérieure d'explosivité de l'hydrogène sont respectivement de 4 et 75 % en volume) et l'énergie minimale d'inflammation est extrêmement faible : 17 µJ.

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.

En raison des fumées toxiques et corrosives émises par la décomposition de l'acide phosphorique, les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection adaptées.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[1, 5]

L'acide phosphorique peut pénétrer dans l'organisme par inhalation de son aérosol et par ingestion ; il libère des ions phosphate qui sont éliminés dans l'urine.

Chez l'animal

Les particules d'acide phosphorique sont hygroscopiques et ont tendance à augmenter de taille lors de leur passage dans les voies respiratoires ; elles contiennent 90 % d'humidité dans la trachée et 99 % dans les poumons. De ce fait, la quantité déposée dans les voies aériennes peut être plus difficile à estimer qu'avec d'autres aérosols non-hygroscopiques.

L'acide phosphorique, au contact de l'humidité du tractus gastro-intestinal, est transformé en ions phosphate. L'absorption et, en quantité limitée, la réabsorption des ions phosphate dans le tractus gastro-intestinal sont influencées par différents facteurs. Le transport de la lumière intestinale vers le sang est un phénomène actif qui est stimulé par la vitamine D. Chez l'homme adulte, en moyenne, deux tiers de la quantité ingérée sont absorbés et excrétés dans l'urine ; chez l'enfant en croissance, la quantité absorbée n'est pas entièrement excrétée, le taux plasmatique de phosphates est plus élevé que chez l'adulte.

Toxicité expérimentale

[4, 7]

Les études, menées en toxicologie expérimentale par inhalation, utilisent les aérosols ou les fumées d'acide phosphorique formés lors de la combustion du phosphore blanc ou rouge (dégagement de pentoxyde de phosphore qui s'hydrolyse en acide phosphorique).

Toxicité aiguë

L'acide phosphorique est, selon la dose et la voie d'exposition, irritant ou corrosif pour le tractus respiratoire, la peau, les yeux et le tractus gastro-intestinal.

Les fumées de combustion d'un mélange contenant 95 % de phosphore rouge renferment une forte concentration en acide phosphorique et une petite quantité d'acide diphosphorique. Une exposition des rats pendant 1 heure à ces fumées induit une légère déformation de l'épiglotte (à 3150 mg/m³), un œdème du larynx (à 5400 mg/m³) et des lésions trachéales et laryngées (à 8500 mg/m³). Une exposition pendant 4 heures à 1500 mg/m³ provoque un œdème laryngé sévère et quelques points hémorragiques. Des lapins exposés pendant 30 minutes à ces fumées présentent une nécrose épithéliale des alvéoles et une inflammation du larynx partiellement réversible en 14 jours.

Sur la peau du lapin, l'acide phosphorique induit une irritation à partir d'une concentration de 75 % pendant 4 heures ; à 80 %, l'irritation est sévère, et à 85 %, il est corrosif (nécroses).

Sur les yeux du lapin, une solution à 10 - 17 % est légèrement irritante, alors qu'un contact direct avec la substance pure (119 mg) induit des effets sévères (brûlures).

L'acide phosphorique n'est pas sensibilisant pour le cobaye.

Voie	Espèce	DL50/CL50
Orale	Rat	1 530 mg/kg

Cutanée	Lapin	2 740 mg/kg
Inhalatoire	Rat	> 213 mg/m ³ /4 h
	Lapin	1 689 mg/m ³ /1 h

Toxicité subchronique, chronique

La toxicité de l'acide phosphorique, en exposition répétée par inhalation, est semblable à celle des aérosols acides ; elle est due à l'action irritante directe de l'ion H⁺ et dépend non seulement de la concentration mais aussi de la taille des particules et de la durée d'exposition.

Par voie orale, des rats exposés *via* la nourriture (0 - 4 500 - 7 500 ppm du sevrage à 15 mois, soit 0 - 270 - 450 mg/kg/j) ne présentent aucun symptôme toxique.

Par inhalation, les animaux sont exposés au produit de combustion d'un mélange contenant du phosphore blanc ou rouge (95 à 97 %) et une gomme :

- des rats exposés à 0 - 300 - 750 - 1 200 mg/m³ ou 0 - 50 - 180 - 300 mg/m³ du produit de combustion (phosphore rouge ; diamètre aérodynamique médian en masse (MMAD) des particules de l'aérosol = 0,49 - 0,65 µm ; 71 à 79 % de l'aérosol sous forme d'acide phosphorique), 2,25 heures par jour, 4 jours par semaine, pendant 13 semaines, présentent une létalité induite à partir de 750 mg/m³ ; l'organe cible est le tractus respiratoire et, en particulier, les bronchioles terminales ainsi que les muqueuses bronchique et laryngée. Une fibrose modérée à sévère des bronchioles terminales apparaît en relation avec la concentration (≥ 750 ppm). Aux concentrations inférieures (≤ 300 ppm), la lésion est minimale. Le NOAEL est de 50 mg/m³.
- des rats exposés à 0 - 192,5 - 589 - 1 161 mg/m³ (produit de combustion du phosphore blanc), 15 minutes par jour, 5 jours par semaine pendant 13 semaines, meurent, à la forte concentration, par œdème laryngé ou trachéal ; il n'y a pas de modification du poids, des paramètres hématologiques ou biochimiques ni du comportement. À l'examen histologique, limité au tractus respiratoire, on observe trachéite et laryngite chez tous les animaux et bronchiolite aux deux plus fortes concentrations. Le LOAEL est de 192,5 mg/m³.
- des rats, des souris et des cobayes sont exposés à 0 - 16 - 128 mg/m³ (produit de combustion du phosphore rouge) 1 heure par jour, 5 jours par semaine pendant 13 semaines. À l'examen histologique, après 19 mois, on observe chez la souris des agrégats alvéolaires de macrophages avec granules, chez le rat, une baisse de poids corporel et chez le cobaye, une létalité.

Effets ototoxiques

Effets génotoxiques

Le petit nombre de tests disponibles ne permet pas de conclure sur l'effet génotoxique de l'acide phosphorique.

L'acide phosphorique n'est pas mutagène *in vitro* pour les bactéries dans le test d'Ames, avec ou sans activateurs métaboliques.

In vivo, un résultat négatif est obtenu, chez la drosophile, dans le test de recombinaison génique. Un test de létalité dominante, pratiqué chez le rat (0 - 589 - 1161 mg/m³, 15 mn/j, 5 j/sem., 10 semaines), montre une augmentation du nombre de femelles présentant des résorptions après accouplement avec des mâles exposés à la plus faible concentration uniquement.

Effets cancérogènes

Il n'y a pas de test d'effet cancérogène de l'acide phosphorique rapporté dans la littérature.

Effets sur la reproduction

L'acide phosphorique est fœtotoxique pour le rat exposé à une forte concentration par inhalation.

Des rates gestantes, exposées à des produits de combustion du phosphore blanc (0 - 589 - 1161 mg/m³, 15 mn/j) du 6^e au 15^e jour de gestation, ne montrent aucune modification des paramètres de gestation ou de reproduction. Les fœtus, exposés *in utero* à la plus forte concentration, présentent des variations viscérales et une augmentation du taux d'hypoplasie de l'apophyse xiphoïde. Le NOAEL pour le développement est 589 mg/m³. Dans un autre groupe d'animaux, une exposition des mères aux mêmes concentrations 15 minutes par jour, 5 jours par semaine pendant 3 semaines, avant accouplement, pendant la gestation et la lactation, ne montre ni modification de la taille des portées ni anomalie fœtale induite. Cependant, à la plus forte concentration, on observe une baisse de la viabilité à 24 heures, du taux de lactation et de l'indice de survie à 21 jours. Le NOAEL est de 589 mg/m³.

Par voie orale, des rats nourris pendant 3 générations (90 semaines) avec une nourriture contenant 0,4 et 0,75 % d'acide phosphorique ne montrent aucune modification de croissance ou de reproduction [8].

Toxicité sur l'Homme

L'acide phosphorique et ses aérosols sont caustiques et peuvent provoquer des brûlures chimiques de la peau, des yeux et des muqueuses respiratoire et digestive. Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les brouillards d'acides inorganiques forts dans le groupe 1 des substances cancérogènes pour l'Homme.

Toxicité aiguë

[9 à 14]

En milieu professionnel, les principales voies d'exposition sont les voies respiratoire et cutanée.

La contamination cutanée ou oculaire (projection de solutions d'acide phosphorique, contact avec de la poussière d'acide phosphorique anhydre en présence d'humidité ou exposition à des aérosols d'acide) entraîne localement des brûlures chimiques dont la gravité est fonction de la concentration de la solution, de l'importance de la contamination et de la durée du contact. Selon la profondeur de l'atteinte cutanée, on peut observer un érythème chaud et douloureux, la présence de phlyctènes ou une nécrose. L'évolution peut se compliquer de surinfection, de séquelles esthétiques ou fonctionnelles. Au niveau oculaire, la symptomatologie peut associer une douleur immédiate, un larmolement, une hyperhémie conjonctivale, un blépharospasme. Des lésions séquellaires sont possibles : adhérences conjonctivales, opacités cornéennes, cataracte, glaucome, voire cécité. L'instillation oculaire d'une goutte d'une solution d'acide phosphorique tamponnée à pH 2,5 n'entraîne qu'une brève sensation de picotement transitoire, sans lésion constatée. Une goutte de la même solution tamponnée à pH 3,4 est parfaitement tolérée.

L'exposition par inhalation à des aérosols d'acide phosphorique provoque immédiatement des signes d'irritation des voies respiratoires : rhinorrhée, éternuements, sensation de brûlure nasale et pharyngée, toux, dyspnée, douleur thoracique. La survenue d'un œdème laryngé ou d'un bronchospasme peut d'emblée engager le pronostic vital. À l'arrêt de l'exposition, la symptomatologie régresse le plus souvent, mais un œdème pulmonaire lésionnel peut survenir de façon retardée, jusqu'à 48 heures après l'exposition. Secondairement, la surinfection bactérienne est la complication la plus fréquente. L'hypersecretion bronchique et la desquamation de la muqueuse bronchique en cas de brûlure étendue sont responsables d'obstructions tronculaires et d'atélectasies. À terme, des séquelles respiratoires sont possibles : asthme induit par les irritants (en particulier, syndrome de dysfonctionnement réactif des voies aériennes ou syndrome de Brooks), sténoses bronchiques, bronchectasies, fibrose pulmonaire.

L'ingestion d'une solution concentrée d'acide phosphorique est suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques associées à une hypersialorrhée et des vomissements fréquemment sanglants. L'examen de la cavité bucco-pharyngée et la fibroscopie œsogastroduodénale permettent de faire le bilan des lésions caustiques du tractus digestif supérieur. Le bilan biologique révèle une acidose métabolique et une élévation des enzymes tissulaires, témoins de la nécrose tissulaire, une hyperleucocytose et une hémolyse. Un ancien rapport de cas fait état d'une hyperphosphatémie et d'une hypocalcémie associées à une acidose métabolique suite à l'ingestion d'une quantité importante d'une solution contenant 20 % d'acide phosphorique [13]. Des complications peuvent survenir à court terme : perforation œsophagienne ou gastrique, hémorragie digestive, fistulisation (fistule œsotrachéale ou aorto-œsophagienne), détresse respiratoire (révélant un œdème laryngé, une destruction du carrefour aérodigestif, une pneumopathie d'inhalation ou une fistule œsotrachéale), état de choc (hémorragique, septique...), coagulation intravasculaire disséminée (évoquant une nécrose étendue ou une perforation). L'évolution à long terme est dominée par le risque de constitution de sténoses digestives, en particulier œsophagiennes ; il existe également un risque de cancérisation des lésions cicatricielles du tractus digestif.

Toxicité chronique

Il n'y a pas de donnée concernant les effets d'une exposition chronique à l'acide phosphorique chez l'homme [15].

Effets cancérogènes

[16]

Dans son évaluation datant de 2012, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a considéré que les données étaient suffisantes concernant le lien entre exposition aux aérosols d'acides inorganiques forts et risque de cancer du larynx, mais limitées pour pouvoir affirmer une association causale avec le cancer bronchique. Même s'il semble plausible que la diminution locale du pH en rapport avec l'inhalation d'acides inorganiques forts puisse provoquer des dommages cellulaires et une prolifération réactionnelle, aucun mécanisme n'est formellement identifié comme étant à l'origine des cancers observés.

Effets sur la reproduction

Il n'y a pas de donnée humaine permettant d'évaluer les effets de l'exposition à l'acide phosphorique sur la reproduction (fertilité, développement). De tels effets ne semblent pas plausibles dans les conditions d'exposition professionnelle [16].

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Novembre 2020

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)

- Article R. 4412-150 du Code du travail et arrêté du 30 juin 2004 établissant la liste des VLEP indicatives (JO du 11 juillet 2004).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 (JOCE du 16 juin 2000).

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.

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.

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) **substance** acide phosphorique en solution :

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 modifié 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. La classification et l'étiquetage de l'acide phosphorique en solution figurent dans l'annexe VI du règlement CLP.

La classification est :

- Corrosion catégorie 1B ; H314 (si concentration $\geq 25\%$)

b) **mélanges** (préparations) contenant de l'acide phosphorique :

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Des limites spécifiques de concentration ont été fixées pour l'acide phosphorique quant à la corrosion cutanée.

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 réactivité et du caractère corrosif des solutions aqueuses d'acide phosphorique, des mesures de prévention rigoureuses s'imposent pour leur stockage et leur manipulation.

Au point de vue technique**Information et formation des travailleurs**

- **Instruire le personnel** des risques présentés par les solutions aqueuses d'acide phosphorique, 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 vapeurs ou d'aérosols. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des aérosols et vapeurs à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [21].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées aux solutions aqueuses d'acide phosphorique.

- Éviter tout rejet atmosphérique d'acide phosphorique.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés à l'acide phosphorique présent dans l'air par un **organisme accrédité, sauf dans le cas où** l'évaluation des risques a conclu à un **risque faible** (§ 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** [22].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu des solutions aqueuses d'acide phosphorique sans prendre les précautions d'usage [23].
- Supprimer toute autre source d'exposition par contamination accidentelle en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.
- Effectuer les vidanges, transvasements, dilutions, dissolutions, de manière à éviter les surchauffes locales, les projections de liquide et la formation de vapeurs/brouillards/ aérosols. Pour les dilutions avec l'eau (réaction exothermique), verser lentement l'acide phosphorique dans l'eau par petites quantités et en agitant. NE JAMAIS VERSER D'EAU DANS L'ACIDE.

Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Le choix des EPI dépend des conditions au poste de travail et de l'évaluation des risques professionnels. Ils ne doivent pas être source d' **électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) s'il y a des risques de formation d'atmosphères explosives d'hydrogène (voir partie incendie/explosion) [24, 25]. 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 [26 à 29].

- Appareils de protection respiratoire : Leurs choix dépendent des conditions de travail ; si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type B combiné à un filtre P2 ou P3 en cas d'activité générant des aérosols [30].
- Gants : Les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont : caoutchouc butyle ou naturel, Néoprène ou nitrile, polychlorure de vinyle, Viton ®, Viton ®/caoutchouc butyle, Barrier ® PE/PA/PE, Silver Shield/4H ® pour des solutions concentrées > 70 % en acide phosphorique ; l'alcool polyvinylique n'est pas recommandé [31 à 33].
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leurs choix dépendent de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [34].
- 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 [35].

Stockage

- Stocker les solutions aqueuses d'acide phosphorique 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 tels que les bases.
- Le stockage des solutions aqueuses d'acide phosphorique s'effectue généralement dans des récipients en acier inoxydable. Certaines résines synthétiques (polyéthylène, polypropylène ou polychlorure de vinyle) peuvent être utilisées à basses températures [1, 5]. Le verre est également utilisable pour de petites quantités ; les récipients seront alors protégés par une enveloppe extérieure convenablement ajustée. 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. Effectuer les vidanges, transvasements, dilutions, dissolutions de manière à éviter les surchauffes locales, les projections de liquide et la formation de vapeurs/brouillards/ aérosols.
- Le sol des locaux sera **imperméable, résistant à la corrosion** et incombustible 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.
- **Séparer** les solutions aqueuses d'acide phosphorique des peroxydes organiques, produits combustibles ou inflammables ainsi que des substances libérant des gaz inflammables au contact de l'eau, des agents oxydants et des déshydratants. Si possible, les stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux. Bannir tout métal ou objet métallique susceptible de réagir avec un dégagement d'hydrogène. Si le risque de dégagement d'hydrogène en quantités importantes ne peut être écarté, mettre le matériel électrique et non-électrique, y compris l'éclairage et la ventilation, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.

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 solutions aqueuses d'acide phosphorique.
- 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 d'une solutions aqueuses d'acide phosphorique, récupérer le produit en l'épongeant avec un matériau absorbant inerte. Laver à grande eau la surface ayant été souillée [36].
- 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**.
- 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

- **Lors des visites initiale et périodiques**
 - **Examen clinique** : rechercher particulièrement des signes d'irritation cutanée, oculaire, des voies aéro-digestives supérieures et broncho-pulmonaire ainsi que des érosions dentaires.

- **Examens complémentaires :** l'examen clinique initial peut être complété par une radiographie pulmonaire et des épreuves fonctionnelles respiratoires qui serviront d'examens de référence. La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (radiographie pulmonaire, 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.
- **Autres :** déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de cette substance

Conduites à tenir en cas d'urgence :

- **En cas de contact cutané,** appeler immédiatement un SAMU. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. 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 de vapeurs ou de brouillards,** 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. Prévenir du risque de survenue d'un œdème pulmonaire lésionnel dans les 48 heures suivant l'exposition et de la nécessité de consulter en cas d'apparition de symptômes respiratoires.
- **En cas d'ingestion,**
 - En cas d'ingestion d'une solution concentrée dont le pH est inférieur à 2, ou d'une grande quantité d'une solution dont le pH n'est pas connu, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée 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.
 - En cas d'ingestion de quelques gouttes d'une solution diluée (pH supérieur à 2), appeler rapidement 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, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, pas tenter de provoquer des vomissements. En cas de symptômes, consulter un médecin.

Dans tous les cas, préciser si possible, le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est inférieur à 2.

Bibliographie

- 1 | Phosphoric acid. - In : HSDB. NLM, 2009 (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 2 | Acide phosphorique. In : CSST, 2006 (<https://www.csst.qc.ca/prevention/reptox/pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 3 | Orthophosphoric acid. Fiche IPCS. ICSC 1008, 2000 (<https://www.cdc.gov/niosh/>).
- 4 | Phosphoric acid. Dossier d'enregistrement, ECHA 2020 (<https://echa.europa.eu/fr/home>).
- 5 | Phosphoric acid. In : IFA GESTIS Substance Databas. IFA 2020 (<https://www.dguv.de/de/index.jsp>).
- 6 | Phosphoric acids. In : Kirk-Othmer Encyclopedia of chemical technology. 5th edition. Vol 18. Hoboken : Wiley-interscience ; 2004 : 817-830.
- 7 | Phosphoric Acid. In : IRIS database, 2005 (<https://www.epa.gov/iris>).
- 8 | Phosphoric acid. In : Specifications for Identity and Purity and Toxicological Evaluation of Some Antimicrobials and Antioxidants. WHO/FAO Nutrition Meetings, 1964 Report Series No. 38 (<http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v38aj10.htm>).
- 9 | Pontal PG, Brun JG, Lormier G - Brûlures caustiques du tractus digestif supérieur. Rev Med. 1983 ; 4-5 : 191-195.
- 10 | Garnier R - Acides et anhydrides. In : Bismuth C, Baud F, Conso F et al. - Toxicologie Clinique. 5^e édition. Paris : Flammarion Médecine-Sciences ; 2000 : 699-713, 1092 p.
- 11 | Acides et bases minérales fortes. In : Testud F - Pathologie toxique professionnelle et environnementale. 3^e édition. Paris : Éditions ESKA ; 2005 : 69-76, 672 p.
- 12 | Grant WM, Schuman JS - Toxicology of the eye. 4th ed. Springfield (ILL) : Charles C Thomas ; 1993.
- 13 | Boutoux M, Leroy C, Bernard R, Dewitte JD - Reactive airways dysfunction syndrome après exposition aux vapeurs d'acide phosphorique. Arch Mal Prof. 1995 ; 56 : 45-47.
- 14 | Caravati EM - Metabolic abnormalities associated with phosphoric acid ingestion. Ann Emerg Med. 1987 ; 16 (8) : 904-906.
- 15 | Van der Hagen M, Jarnberg J - 140. Sulphuric, hydrochloric, nitric and phosphoric acids. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. 2009 ; 43 (7) : 122 p. (gupea.ub.gu.se/handle/2077/21106).
- 16 | Strong inorganic acids. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 100F. 2012, IARC (<https://www.iarc.fr/>).
- 17 | Anions minéraux. Fiches M-53, M-137, M-144. In : Métropol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<http://www.inrs.fr/metropol>).
- 18 | Qualité de l'air. Air des lieux de travail. Détermination des acides inorganiques par chromatographie ionique - Partie I : Acides non volatils (acide sulfurique et acide phosphorique). Norme NF ISO 21438-1. Indice de classement X43-211-1. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; avril 2008 : 38 p.
- 19 | Phosphoric acid in workplace atmospheres. Méthode partiellement validée ID-111. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA (www.osha-slc/methods/index.html).
- 20 | NON-VOLATILE ACIDS (Sulfuric Acid and Phosphoric Acid). Method 7908. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 2014 (www.cdc.gov/niosh/nmam).
- 21 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 22 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<http://www.inrs.fr>).

- 23** | 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).
- 24** | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle – Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 25** | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 26** | 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>).
- 27** | 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>).
- 28** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 29** | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 30** | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 31** | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 32** | 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.
- 33** | Acide phosphorique. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).
- 34** | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 35** | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- 36** | Les absorbants industriels. Aide-mémoire technique ED 6032. INRS (<http://www.inrs.fr>).
- ¹ <http://www.inrs.fr/metropol>

Historique des révisions

1 ^{ère} édition	1965
2 ^e édition	1982
3 ^e édition	1988
4 ^e édition	1997
5 ^e édition (mise à jour partielle)	2011
6 ^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 ■ Incendie - Explosion ■ Réglementation ■ Recommandations techniques et médicales ■ Bibliographie 	Novembre 2020