



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

# CERTIFICAT D'APTITUDE PROFESSIONNELLE

## INDUSTRIES CHIMIQUES

### Epreuve EP 1 Analyse, organisation et communication technologiques

### DOSSIER RESSOURCES

**SESSION 2013**

**Durée : 3 heures**  
**Coefficient : 4**

**Plan du dossier :** Principe du procédé  
Matières premières  
Description du procédé  
Données  
Annexes

**Matériel autorisé :**

- Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Dès que le dossier ressources vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le dossier ressources se compose de 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11.

EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier ressources
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h	Coefficient : 4	Page : 1/11

# FABRICATION D'ACIDE PHOSPHORIQUE

L'acide phosphorique est obtenu par réaction de l'acide sulfurique concentré  $H_2SO_4$  avec le phosphate tricalcique  $Ca_3(PO_4)_2$  sous forme de minerai de phosphate.



Le procédé est dit par voie humide.

## DESCRIPTION DU PROCEDE (voir schéma page 3/11)

### Préparation du phosphate tricalcique $Ca_3(PO_4)_2$ :

Le minerai de phosphate subit une opération de broyage pour l'amener à une granulométrie de l'ordre de 200 micromètres ( $\mu m$ )

Une fois l'opération de broyage terminée, le minerai est stocké dans un silo tampon **(R1)** avant d'être envoyé à l'attaque par l'acide sulfurique.

### Section Attaque par l'acide sulfurique concentré:

L'acide sulfurique stocké en **(R2)** est acheminé vers une batterie de réacteurs agités **(A1)** pour réagir avec le phosphate tricalcique broyé, une solution aqueuse diluée d'acide phosphorique provenant de la section filtration (venant de S1) assure l'apport d'eau nécessaire au procédé.

Cette réaction chimique dure entre 2 et 6 heures suivant la pureté et l'origine du minerai de phosphate.

La réaction chimique étant exothermique, un système de refroidissement par air assure une température adéquate de 75 à 80°C. Cet air est lavé de ses impuretés issues de la réaction, dans une colonne de lavage des gaz **(D1)** par de l'eau de procédé avant d'être rejeté vers la torchère.

### Filtration :

Après réaction, les produits sont filtrés sous vide par des filtres à bandes **(S1)**. Plusieurs lavages du gâteau de filtration (2 ou 3) sont pratiqués systématiquement. Le gâteau de gypse ( $CaSO_4, 2H_2O$ ) ainsi lavé est ensuite acheminé vers d'autres unités de production (notamment de plâtre ou de ciment).

L'eau de lavage contenant de l'acide phosphorique est ensuite recyclée vers la section attaque sulfurique.

L'acide phosphorique ainsi obtenu est envoyé à un traitement intermédiaire **(A2)** avant d'être concentré.

(L'acide obtenu par voie humide peut contenir des impuretés minérales telles : fer, vanadium, cuivre, manganèse, aluminium, plomb, chrome, arsenic)

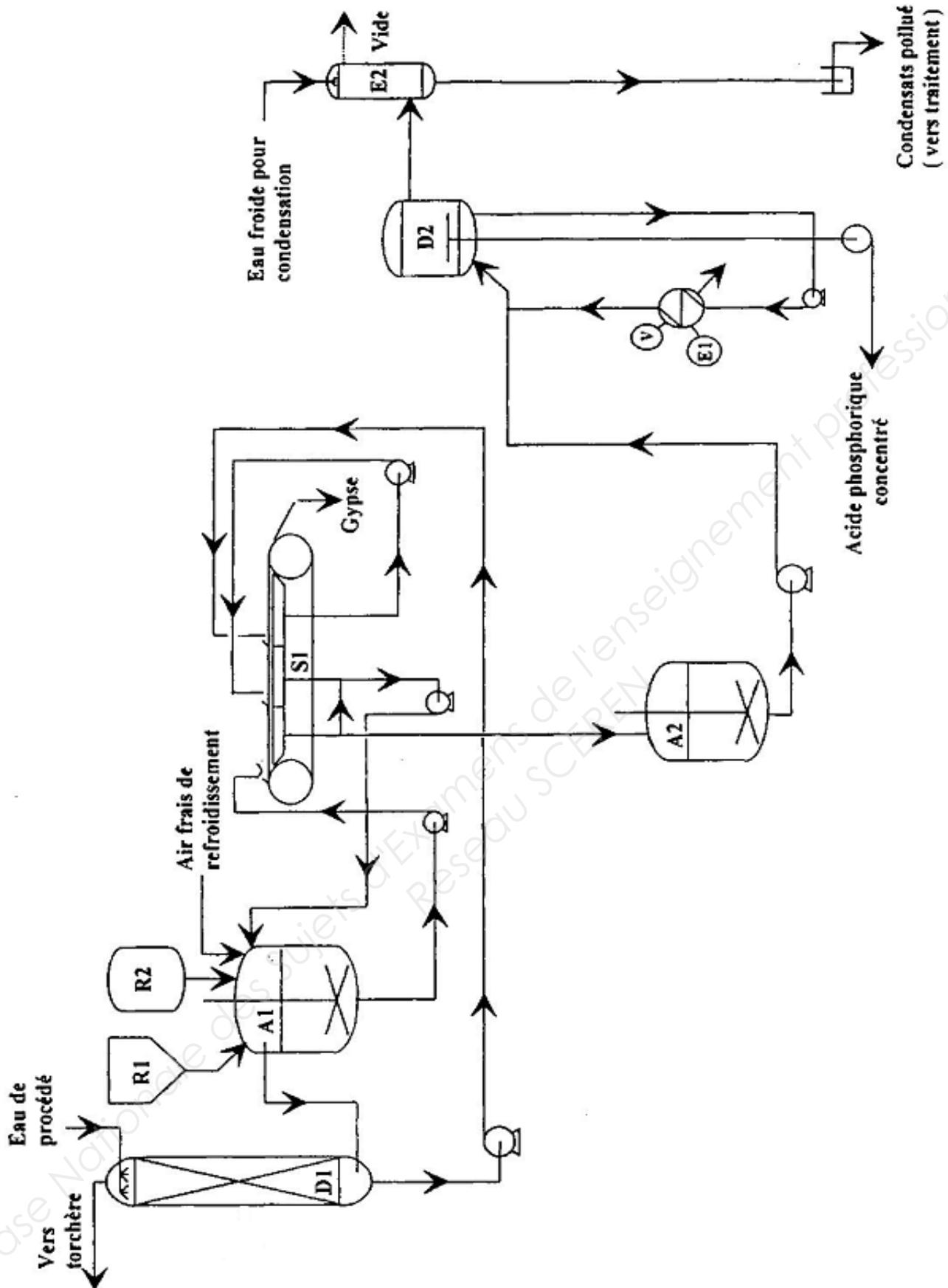
### Concentration :

La concentration de l'acide phosphorique s'opère par évaporation sous vide. L'acide est réchauffé dans une boucle de recirculation forcée sur un échangeur de chaleur **(E1)** fonctionnant avec de la vapeur. La température est ainsi portée de 80 à 95°C, correspondant à la température d'ébullition de l'acide sous la pression régnante dans le séparateur de vapeurs **(D2)**.

La pression résiduelle dans le séparateur de vapeurs **(D2)** est maintenue à travers un condenseur **(E2)** par une station de vide.

L'acide phosphorique ainsi fabriqué est stocké avec des concentrations pouvant atteindre 75%.

EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier ressources
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h	Coefficient : 4	Page : 2/11



EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier ressources
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h	Coefficient : 4	Page : 3/11

## DOCUMENTS FOURNIS EN ANNEXE

- Tableau des indicateurs colorés, page 5/11
- Courbe du dosage pH métrique d'une solution d'acide phosphorique par une solution de soude (0,2 mol/L), page 6/11
- Fiche de sécurité de l'acide phosphorique, page 7/11

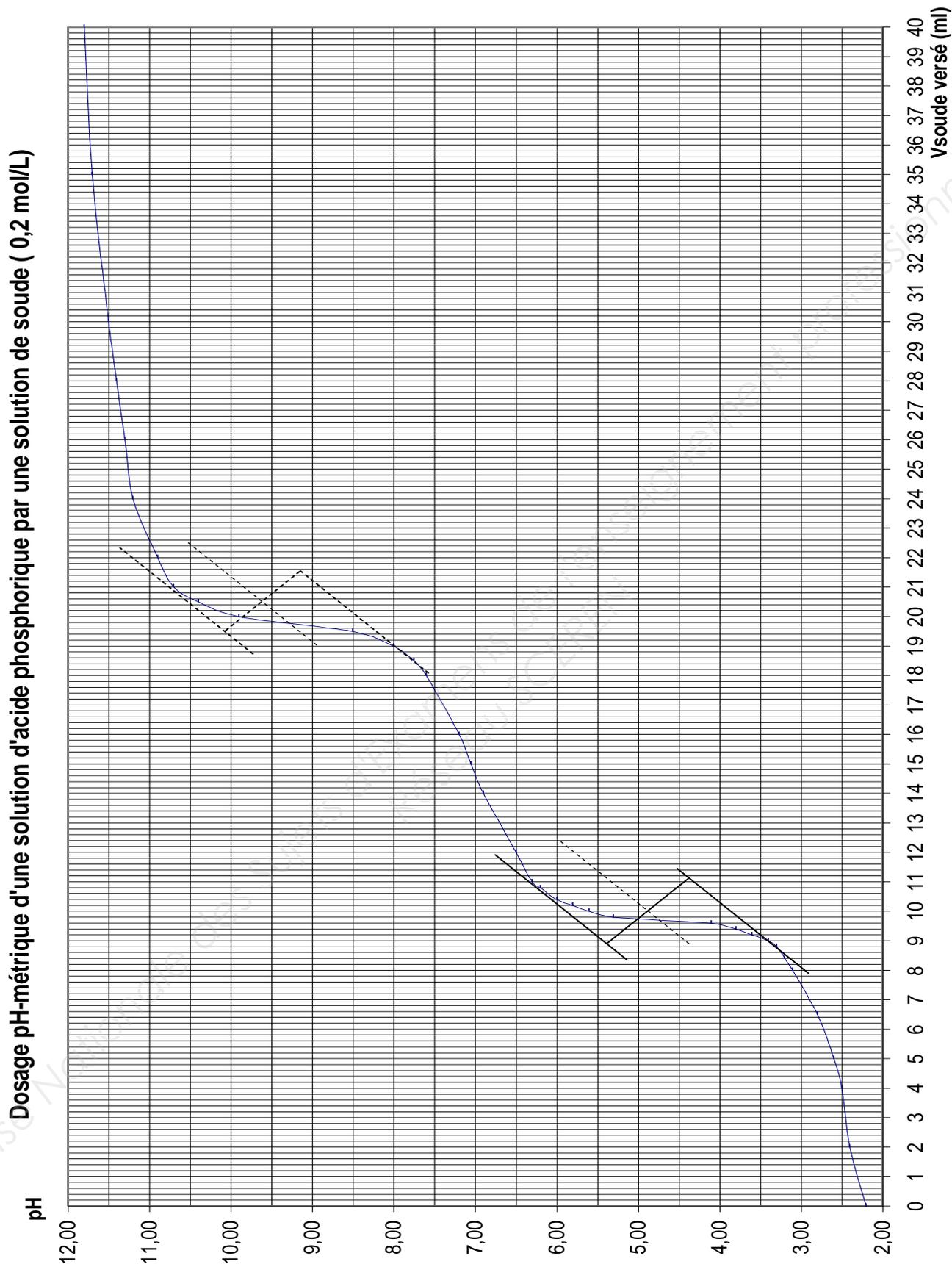
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau SCEREN

<b>EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES</b>	<b>Code :</b>	<b>Session 2013</b>	<b>Dossier ressources</b>
<b>ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques</b>	<b>Durée : 3h</b>	<b>Coefficient : 4</b>	<b>Page : 4/11</b>

## TABLEAU DES INDICATEURS COLORES

<b>INDICATEURS COLORES</b>	<b>pH</b>	<b>VIRAGE</b>
Pourpre de m-crésol	0,5 - 2,5	Rouge - Jaune
Bleu de thymol	1,2 - 2,8	Rouge - Jaune
Jaune de Martius	2,0 - 3,2	Incolore - Jaune
Vert de bromocrésol	3,8 - 5,4	Jaune - Bleu
Tournesol pur soluble	5,0 - 8,0	Rouge - Bleu
Bleu de bromothymol	6,0 - 7,6	Jaune - Bleu
Phénolphtaléine	8,2 - 10	Incolore - Rose

**COURBE DU DOSAGE pH METRIQUE D'UNE SOLUTION D'ACIDE PHOSPHORIQUE PAR  
UNE SOLUTION DE SOUDE (0,2 MOL/L)**



## FICHE DE DONNEES DE SECURITE Acide orthophosphorique

Numéro CAS : 7664-38-2

### Identification

Numéro UN : UN1805

Formule moléculaire brute : H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

#### Principal synonyme :

- Acide phosphorique

#### Utilisation et sources d'émission :

Fabrication de produits chimiques agricoles et de produits inorganiques

### Hygiène et sécurité

#### Apparence :

Solide déliquescent, incolore et inodore

#### Caractéristiques de l'exposition :

L'acide phosphorique est un solide peu volatil qui absorbe l'humidité de l'air au point d'en devenir liquide. L'exposition à l'acide phosphorique en milieu de travail survient s'il y a contact avec le solide, en présence de vapeurs ou s'il y a génération de brouillards.

##### **Exposition aux vapeurs**

La tension de vapeur de l'acide phosphorique à la température de la pièce est faible (0,003 mm de Hg), elle correspond à une concentration à saturation de 39 ppm (160 mg/m<sup>3</sup>), ce qui est nettement au dessus de la VEMP (1 mg/m<sup>3</sup>). Donc, même en l'absence de brouillards, la concentration des vapeurs d'acide phosphorique peut être supérieure à la norme, sans dépasser la valeur de DIVS (1 000 mg/m<sup>3</sup>).

##### **Exposition aux brouillards**

L'exposition en milieu de travail survient si des solutions d'acide phosphorique sont fortement agitées ou si elles sont pulvérisées lors d'un procédé industriel. L'ampleur de l'exposition sera principalement en fonction de la grosseur des particules, du niveau de génération de celles-ci, de la concentration du produit et du taux d'humidité.

##### **Exposition aux solutions**

Les solutions concentrées d'acide phosphorique possèdent un pH acide, nettement inférieur à 2. Cette caractéristique en fait une substance corrosive. L'acide phosphorique est très soluble dans l'eau, ce qui permet de le rincer facilement lors d'éclaboussures ou lors d'un déversement. La viscosité élevée de l'acide phosphorique peut cependant rendre cette tâche difficile.

**Danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS): 1 000 mg/m<sup>3</sup>**

#### Propriétés physiques :

**État physique :** Solide

**Masse moléculaire :** 98,00

**Densité :** 1,834 à 20 °C

**Solubilité dans l'eau :** Miscible

**Densité de vapeur (air=1) :** 3,38

**Point de fusion :** 42,4 °C

**Point d'ébullition :** 260,00 °C

**Tension de vapeur :** 0,03 mm de Hg (0,00399966 kPa) à 20 °C

**Autre valeur:** 0,12 mm de Hg (0,016 kPa) à 40°C, 1,2 mm de Hg (0,177 kPa) à 80°C

**Concentration à saturation :** 39,4736 ppm

**pH :** 1,5 solution à 1,0%

**Limite de détection olfactive :** Sans objet

**Facteur de conversion (ppm->mg/m<sup>3</sup>) :** 4,008

**Taux d'évaporation (éther=1) :** Sans objet

EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier ressources
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h	Coefficient : 4	Page : 7/11

**Inflammabilité et explosibilité :**

**Inflammabilité**

Ce produit est ininflammable.

**Techniques et moyens d'extinction :**

**Moyens d'extinction**

L'acide phosphorique est compatible avec la majorité des agents d'extinction. Lorsqu'il est impliqué dans un incendie, employer tous moyens d'extinction convenant aux matières environnantes.

**Techniques spéciales**

Porter un appareil respiratoire autonome muni d'un masque facial complet et des vêtements protecteurs adéquats. Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les contenants exposés à l'incendie.

**Produits de combustion**

Si le produit est impliqué dans un incendie, il se décompose en oxydes de phosphore.

Prévention
------------

**Mesures de protection**

La *Loi sur la santé et la sécurité du travail* vise l'élimination des dangers à la source. Lorsque des mesures d'ingénierie et des modifications de méthode de travail ne suffisent pas à réduire l'exposition à cette substance, le port d'équipement de protection individuel peut s'avérer nécessaire. Ces équipements de protection doivent être conformes à la réglementation.

**Voies respiratoires**

Porter un appareil de protection respiratoire si la concentration dans le milieu de travail est supérieure à la VEMP (1 mg/m<sup>3</sup>) ou à la VECD (3 mg/m<sup>3</sup>).

**Peau**

Porter un équipement de protection de la peau. La sélection de cet équipement dépend de la nature du travail à effectuer.

**Yeux**

Porter un équipement de protection des yeux s'il y a risque d'éclaboussures. La sélection d'un protecteur oculaire dépend de la nature du travail à effectuer et, s'il y a lieu, du type d'appareil de protection respiratoire utilisé.

**Équipements de protection**

**Équipements de protection des voies respiratoires**

Les équipements de protection respiratoire doivent être choisis, ajustés, entretenus et inspectés conformément à la réglementation.

**Équipements de protection des yeux et de la peau**

○ **Peau**

Les équipements de protection de la peau doivent être conformes à la réglementation.

Les gants suivants sont recommandés (acide phosphorique, concentration supérieure à 70%) :

• caoutchouc de butyle	• caoutchouc de butyle/épichlorohydrine
• caoutchouc naturel+néoprène+nitrile	• caoutchouc naturel
• caoutchouc naturel+néoprène	• caoutchouc de néoprène
• caoutchouc de nitrile	• caoutchouc de nitrile+chlorure de polyvinyle
• caoutchouc d'alcool de polyvinyle (PVAL)	• chlorure de polyvinyle
• Viton®	

Les équipements de protection des yeux et de la figure doivent être conformes à la réglementation.

**Les protecteurs oculaires suivants sont recommandés :**

Une visière (écran facial) est recommandée lorsqu'il y a des éclaboussures possibles avec le liquide.

<b>EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES</b>	<b>Code :</b>	<b>Session 2013</b>	<b>Dossier ressources</b>
<b>ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques</b>	<b>Durée : 3h</b>	<b>Coefficient : 4</b>	<b>Page : 8/11</b>

**Réactivité :**

**Stabilité**

Ce produit est instable dans les conditions suivantes : il absorbe l'humidité de l'air, il est hygroscopique.

**Incompatibilité**

Ce produit est incompatible avec ces substances : les alcalis, les bases, les carbonates, les peroxydes organiques (réaction violente possible). Au contact de plusieurs métaux, il produit de l'hydrogène (gaz inflammable et/ou explosible). Au contact de sulfures, de cyanures, de carbonate, de fluorures et de phosphures, il peut produire des gaz très toxiques et/ou inflammables.

**Produits de décomposition**

Décomposition thermique: acide pyrophosphorique (vers 200°C), acide métaphosphorique (à plus de 300°C), acide polyphosphorique, oxydes de phosphore.

**Manipulation :**

Éviter tout contact avec la peau. Porter un appareil de protection des yeux et, en cas de ventilation insuffisante, un appareil de protection respiratoire approprié. Porter des vêtements en caoutchouc. Lors d'une dilution, ajouter lentement l'acide à l'eau, ne jamais faire l'inverse.

**Entreposage :**

Conserver à l'abri des métaux et des bases. Conserver dans un récipient hermétique. Conserver dans un endroit avec sol cimenté résistant à la corrosion. En solution, il attaque certains métaux et certains types de plastique ou caoutchouc.

**Fuites :**

Couvrir de bicarbonate ou d'un mélange de soude-chaux dissous dans l'eau. Absorber à l'aide d'une matière inerte et mettre dans un contenant fermé.

**Déchets :**

Consulter le bureau régional du ministère de l'environnement.

Propriétés toxicologiques
---------------------------

**Absorption :**

Ce produit est faiblement absorbé par la peau, les voies respiratoires et les voies digestives.

**Irritation et corrosion :**

Le produit est irritant et corrosif pour la peau, les yeux, les voies respiratoires et digestives. La gravité des symptômes peut varier selon les conditions d'exposition (durée de contact, concentration du produit, etc.). Suite à l'ingestion on observe des brûlures de la bouche et des voies digestives avec :

Un œdème du larynx, des vomissements de sang, une perforation possible de l'œsophage et de l'estomac, un choc et la mort.

L'exposition aux vapeurs ou aux brouillards cause une irritation des yeux, de la peau et des voies respiratoires avec une toux, des larmolements et une dyspnée. L'exposition à de fortes concentrations peut provoquer un syndrome d'irritation bronchique et l'œdème pulmonaire. Les effets sur les voies respiratoires sont influencés par plusieurs facteurs dont la taille des particules du brouillard, le site de déposition, la concentration et le taux d'humidité. Les symptômes de l'œdème pulmonaire (principalement toux et difficultés respiratoires) se manifestent souvent après un délai pouvant aller jusqu'à 48 heures. L'effort physique peut aggraver ces symptômes. Le repos et la surveillance médicale sont par conséquent essentiels.

Des dermatites de contact de type irritatif peuvent survenir lors de contacts répétés avec ce produit ou ses solutions.

L'exposition aux vapeurs ou aux brouillards de façon répétée peut favoriser l'apparition de bronchite chronique.

**Effets aigus :**

Aucune donnée autre que l'irritation ou la corrosion n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES	Code :	Session 2013	Dossier ressources
ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques	Durée : 3h	Coefficient : 4	Page : 9/11

**Effets chroniques :**

Aucune donnée autre que l'irritation ou la corrosion n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

**Sensibilisation :**

Aucune donnée concernant la sensibilisation respiratoire et cutanée n'a été retrouvée dans les sources documentaires consultées.

**Effets sur le développement :**

Aucune donnée concernant un effet sur le développement n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

**Effets sur la reproduction :**

Aucune donnée concernant les effets sur la reproduction n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

**Données sur le lait maternel :**

Il n'y a aucune donnée concernant l'excrétion ou la détection dans le lait.

**Effets cancérogènes :**

Aucune donnée concernant un effet cancérogène n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

**Effets mutagènes :**

Aucune donnée concernant un effet mutagène in vivo ou in vitro sur des cellules de mammifères n'a été trouvée dans les sources documentaires consultées.

**Dose létale 50 et concentration létale 50 :**

DL50 : Rat (Orale) : 1 530 mg/kg

Lapin (Cutanée) : 2 740 mg/kg

<b>Premiers secours</b>
-------------------------

**Inhalation :**

En cas d'inhalation de vapeurs ou de brouillards, amener la personne dans un endroit aéré et la placer en position semi-assise. Si elle ne respire pas, lui donner la respiration artificielle. Éviter de donner la respiration bouche-à-bouche à moins d'utiliser un dispositif de protection buccale. En cas de difficultés respiratoires, lui donner de l'oxygène. La transférer immédiatement au service médical d'urgence le plus près.

Les symptômes de l'œdème pulmonaire se manifestent souvent seulement après quelques heures et sont aggravés par l'effort physique. Le repos et la surveillance médicale sont par conséquent essentiels.

**Contact avec les yeux :**

Rincer abondamment les yeux avec de l'eau pendant au moins 20 minutes. Consulter un médecin.

**Contact avec la peau :**

Retirer rapidement les vêtements contaminés en utilisant des gants appropriés. Rincer la peau avec de l'eau pendant 20 minutes ou jusqu'à ce que le produit soit éliminé. Consulter un médecin.

**Ingestion :**

En cas d'ingestion, rincer la bouche. Faire boire un verre d'eau. Ne pas faire vomir et consulter un médecin. Ne jamais administrer quoi que ce soit par la bouche à une personne inconsciente ou qui a des convulsions.

<b>EXAMEN : CAP INDUSTRIES CHIMIQUES</b>	<b>Code :</b>	<b>Session 2013</b>	<b>Dossier ressources</b>
<b>ÉPREUVE : EP1 Analyse, organisation et communication technologiques</b>	<b>Durée : 3h</b>	<b>Coefficient : 4</b>	<b>Page : 10/11</b>

**Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) :**

Valeurs d'exposition admissibles des contaminants de l'air

**Valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) :** 1 mg/m<sup>3</sup>

**Valeur d'exposition de courte durée (VECD) :** 3 mg/m<sup>3</sup>

**Classification :**



C - Corrosif

R34 Provoque des brûlures

S26 En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste

S45 En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).